

**QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E
SUBMETIDO A CINCO TEMPOS DE
ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM**

CAROLINE LIMA ANGÉLICO

2008

CAROLINE LIMA ANGÉLICO

**QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDO A CINCO TEMPOS DE
ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM**

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

Orientador:

Prof. Dr. Carlos José Pimenta

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

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

Angélico, Caroline Lima.

Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de
maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem /
Caroline Lima Angélico. – Lavras : UFLA, 2008.

149 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Café. 2. Estádios de maturação. 3. Ensacamento. 4. Microbiota
fúngica. 5. Composição química. 6. Marcadores de qualidade. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.736

CAROLINE LIMA ANGÉLICO

**QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDO A CINCO TEMPOS DE
ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM**

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

APROVADA em 28 de fevereiro de 2008

Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas

EPAMIG

Profa. Dra. Sára Maria Chalfoun

EPAMIG/UFLA

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela saúde, disposição e alegria de viver.

À Irmã Benigna por interceder junto à Jesus e Nossa Senhora Aparecida para iluminar meus caminhos.

À minha mãe Maria da Graça Teixeira Lima por tudo que sou e que serei, exemplo de amor e segurança.

Ao meu pai José Eugênio Angélico pelo apoio e carinho.

Ao meu marido Rodrigo Castilho Senna, pelo grande amor, pela paciência nos momentos difíceis, pela ajuda no computador, pelas alegrias...

Aos meus queridos sobrinhos Giulia e Guilherme pelos momentos de descontração, pelo auxílio e pelo estímulo.

Ao meu orientador Dr. Carlos José Pimenta, por ter me recebido muito bem, agradeço sua paciência, confiança e liberdade de ações e opiniões durante o curso de Mestrado.

À professora Dra. Sára Maria Chalfoun, que me iniciou na pesquisa, agradeço de coração sua amizade, confiança e valiosa orientação e estímulo contribuindo muito para minha formação pessoal e profissional.

À pesquisadora da EPAMIG Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta, pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao pesquisador da EPAMIG Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas, pela sempre disponibilidade no empréstimo de materiais e equipamentos, pelas valiosas sugestões, pela amizade e pelo carinho com que sempre trata as pessoas.

À querida amiga Yasmin Chalfoun pela valiosa ajuda no Abstract.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À CAPES por financiar meu curso com o pagamento mensal da bolsa de estudos.

Às secretárias do DCA, Rafaela, Talita e Ana Paula sempre muito gentis e prestativas.

Ao pessoal do Laboratório de Produtos Vegetais do DCA que me recebeu de braços abertos, auxiliando-me nas análises, nas aulas práticas e proporcionando ótimas risadas. A você Tina, Creusa, Sandra, Sr. Miguel e Piano o meu mais sincero agradecimento.

Aos bolsistas e estagiários da UFLA/DCA, Renato, Carlos Henrique, Fernando, Gustavo, Lucas, Larissa e Humberto pelo auxílio nas análises químicas e nas aulas práticas.

À EPAMIG/CTSM pela oportunidade de realização das análises microbiológicas e algumas análises químicas em suas instalações.

Aos laboratoristas da EPAMIG: Vicentina “Vicen” pelo auxílio nas análises microbiológicas, pela amizade e cumplicidade e ao Samuel “Samuca” pelo auxílio nas análises químicas.

Aos pesquisadores da EPAMIG e UFLA, Dr. Marcelo Malta, Dr. Vicente Luiz, Dr. Maurício Zacarias, Dr. Hugo, Dr. Elifas Alcântara, Dr. Rodrigo Luz, Dr. Paulo Rebeles, Dra. Lenira Santa Cecília, Dr. Júlio César e Dr. Luís Roberto Batista pelo incentivo no decorrer do curso.

Aos amigos da EPAMIG/CTSM, Marcelo Pereira, Igor Chalfoun, Willian Maciel, Dallyane, Virgínia, Pedro Paulo, Marcinho, Daniel Nascimento, Alessandro Leite, Luciana, Geny Lopes, Karla Cornélio, Ana Paula Fernandes e Deila pela grande ajuda e amizade.

Aos funcionários de campo da EPAMIG/CTSM, Tião e Márcio pelo auxílio.

Às secretárias da EPAMIG, Claudinha, Cíntia e Inês pela paciência e boa vontade em me atender.

As amigas conquistadas durante o período do curso em especial a Lisandra Couto, Adriene Ribeiro, Joyce, Camila Menezes, Anderson, Roseane

Evangelista, Érika, Suzana Chitarra, Gilma, Rosinha, Giovanna, Andréia,
Cleube, Alessandra e Jack Robson.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	ix
GENERAL ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Estádios de maturação dos frutos de café.....	4
2.2 Fermentação em frutos de café.....	6
2.3 Secagem dos frutos de café em terreiro.....	8
2.4 Microrganismos associados a frutos de café.....	9
2.4.1 Fungos filamentosos.....	9
2.4.2 Leveduras.....	11
2.5 Parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara) dos grãos.....	11
2.5.1 Peso de 100 grãos.....	11
2.5.2 Índice de coloração dos grãos.....	12
2.5.3 Teor de umidade dos grãos.....	12
2.5.4 Teor de proteína.....	13
2.5.5 Teor de cinzas.....	14
2.5.6 Teor de extrato etéreo	15
2.5.7 Componentes da parede celular.....	15
2.5.7.1 FDN, FDA, Celulose, Hemicelulose e Lignina.....	15
2.5.7.2 Pectina Total e Pectina Solúvel.....	17
2.5.8 Pectinametilesterase (PME)	18
2.5.9 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio.....	18

2.5.10 Carboidratos	20
2.5.10.1 Sólidos solúveis totais.....	20
2.5.10.2 Açúcares totais, redutores e não redutores.....	21
2.5.11 pH.....	22
2.5.12 Acidez titulável total.....	22
2.5.13 Teor de cafeína.....	23
2.5.14 Compostos fenólicos totais e ácido clorogênico.....	23
2.5.15 Polifenoloxidase.....	25
2.6 Classificação do café.....	26
2.6.1 Classificação por tipo.....	27
2.6.2 Classificação pela bebida (prova de xícara).....	27
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
CAPÍTULO 2 PRINCIPAIS GÊNEROS E SEÇÕES FÚNGICAS ASSOCIADOS A FRUTOS DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.) DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.....	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.1 Localização do ensaio e metodologia de coleta das amostras.....	48
2.2 Plaqueamento dos frutos.....	49
2.3 Identificação de fungos das Seções Circumdati, Nigri e Flavi e determinação do potencial toxigênico de <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus niger var niger</i> e <i>Aspergillus flavus</i> obtidos dos frutos de café (<i>Coffea arabica</i> L.).....	50
2.4 Competição entre <i>Aspergillus niger var niger</i> e <i>Aspergillus ochraceus</i> com a levedura	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52

3.1 Plaqueamento dos frutos.....	52
3.1.1 Gênero Fusarium.....	56
3.1.2 Gênero Colletotrichum.....	57
3.1.3 Gênero Rhizopus.....	57
3.1.4 Gênero Cladosporium.....	58
3.1.5 Fungos toxigênicos do gênero Penicillium e Seções Circumdati, Nigri e Flavi.....	59
3.1.6 Leveduras.....	61
3.1.7 Sucessão de microrganismos.....	62
3.2 Identificação de fungos das Seções Circumdati, Nigri e Flavi e determinação do potencial toxigênico de <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus niger var niger</i> e <i>Aspergillus flavus</i> obtidos dos frutos de café (<i>Coffea arabica</i> L.).....	62
3.3 Classificação pela prova de xícara e sua relação com a infestação dos frutos pelas leveduras.....	64
3.4 Competição entre <i>Aspergillus ochraceus</i> e <i>Aspergillus niger var niger</i> com a levedura obtida.....	69
4 CONCLUSÕES.....	71
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
CAPÍTULO 3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E CLASSIFICAÇÃO POR TIPO E PELA BEBIDA (PROVA DE XÍCARA) EM GRÃOS DE CAFÉ DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.....	77
RESUMO.....	78
ABSTRACT.....	79
1 INTRODUÇÃO.....	80
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	82
2.1 Experimento.....	82

2.2 Metodologia utilizada nas análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara).....	83
2.2.1 Umidade.....	83
2.2.2 Peso de 100 grãos.....	83
2.2.3 pH.....	83
2.2.4 Acidez titulável total.....	83
2.2.5 Extrato etéreo.....	83
2.2.6 Proteína bruta.....	83
2.2.7 Cinza.....	84
2.2.8 Fibra em Detergente Neutro (FDN).....	84
2.2.9 Fibra em Detergente Ácido (FDA).....	84
2.2.10 Celulose.....	84
2.2.11 Hemicelulose.....	84
2.2.12 Lignina.....	84
2.2.13 Pectina total e pectina solúvel.....	85
2.2.14 Pectinametilesterase.....	85
2.2.15 Condutividade elétrica.....	85
2.2.16 Lixiviação de potássio.....	85
2.2.17 Teor de cafeína.....	85
2.2.18 Índice de coloração.....	85
2.2.19 Compostos fenólicos totais.....	86
2.2.20 Ácido clorogênico.....	86
2.2.21 Polifenoloxidase.....	86
2.2.22 Sólidos solúveis totais.....	86
2.2.23 Açúcares totais, redutores e não redutores.....	86
2.2.24 Classificação por tipo.....	86
2.2.24 Classificação pela bebida (prova de xícara).....	87
2.2.25 Análise estatística.....	87

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
3.1 Umidade.....	88
3.2 Peso de 100 grãos.....	89
3.3 pH.....	90
3.4 Acidez titulável total.....	90
3.5 Extrato Etéreo.....	91
3.6 Proteína bruta.....	92
3.7 Cinzas.....	93
3.8 Componentes da Parede Celular.....	95
3.8.1 Fibra em Detergente Neutro (FDN).....	95
3.8.2 Fibra em Detergente Ácido (FDA).....	97
3.8.3 Celulose.....	98
3.8.4 Hemicelulose.....	99
3.8.5 Lignina.....	100
3.8.6 Pectina total.....	101
3.8.7 Pectina solúvel.....	102
3.9 Pectinametilsterase.....	103
3.10 Condutividade elétrica	105
3.11 Lixiviação de potássio.....	108
3.12 Cafeína.....	110
3.13 Índice de Coloração.....	112
3.14 Compostos fenólicos totais.....	115
3.14.1 Ácido clorogênico.....	117
3.15 Polifenoxidase (PFO).....	119
3.16 Carboidratos.....	122
3.16.1 Sólidos solúveis totais.....	122
3.16.2 Açúcares totais.....	123

3.16.3 Açúcares não redutores.....	125
3.16.4 Açúcares redutores.....	127
3.17 Classificação por tipo e pela bebida.....	129
4 CONCLUSÕES.....	136
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
6 ANEXOS.....	143

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 PRINCIPAIS GÊNEROS E SEÇÕES FÚNGICAS ASSOCIADOS A FRUTOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.

TABELA 1 Valores médios (%) dos principais gêneros e seções fúngicas associados a frutos de café em diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006.....54

TABELA 2 Valores médios (%) dos principais gêneros e seções fúngicas associados a frutos de café em diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007.....55

TABELA 3 Intensidade da fluorescência da ocratoxina A produzida por diferentes isolados de *Aspergillus ochraceus* em relação ao padrão de OTA.....63

TABELA 4 Classificação da bebida pela prova de xícara realizada por três provadores em cafés de estágio de maturação verde/verde cana submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....65

TABELA 5 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos do estágio de maturação cereja submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem66

TABELA 6 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos do estágio de maturação passa/seco submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem 67

TABELA 7 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	68
CAPÍTULO 3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E CLASSIFICAÇÃO DA BEBIDA PELA PROVA DE XÍCARA EM CAFÉS DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.	
TABELA 1 Valores de umidade (%), peso de 100 grãos (g), pH, Acidez Titulável Total (mL NaOH 0,1N/100g) e Extrato Etéreo (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	88
TABELA 2 Valores de proteína (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	92
TABELA 3 Valores de cinzas (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	94
TABELA 4 Valores de FDN (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	96
TABELA 5 Valores de FDA (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	97
TABELA 6 Valores de FDA (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento.....	97
TABELA 7 Valores de celulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	98
TABELA 8 Valores de Hemicelulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	99

TABELA 9 Valores de hemicelulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	99
TABELA 10 Valores de lignina (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem....	100
TABELA 11 Valores de pectina total (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	101
TABELA 12 Valores de pectina solúvel (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	102
TABELA 13 Valores da atividade da enzima Pectinametilesterase (PME) (nmol/min/Kg) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	104
TABELA 14 Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	105
TABELA 15 Valores de lixiviação de potássio (ppm/g) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	108
TABELA 16 Valores de cafeína (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	110
TABELA 17 Valores de índice de coloração ($\text{m}\mu$) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	113

TABELA 18 Valores de compostos fenólicos (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	115
TABELA 19 Valores de ácido clorogênico (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes secagem.....	117
TABELA 20 Valores de Polifenoxidase (PFO) (u/min/g de amostra) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes secagem.....	119
TABELA 21 Valores de açúcares totais (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	123
TABELA 22 Valores de açúcares não redutores (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	125
TABELA 23 Valores de açúcares redutores (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.....	128
TABELA 24 Classificação quanto ao tipo de acordo com três provadores (P) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006.....	129
TABELA 25 Classificação quanto ao tipo de acordo com três provadores (P) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007.....	130
TABELA 26 Classificação pela prova de xícara de acordo com três provadores (P) em grãos de café nos diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006.....	131

TABELA 27 Classificação pela prova de xícara de acordo com três provadores (P) em grãos de café nos diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007.....132

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 PRINCIPAIS GÊNEROS E SEÇÕES FÚNGICAS ASSOCIADOS A FRUTOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.

FIGURA 1 (A) Leveduras envolvendo os frutos no estágio de maturação cereja (B) Detalhe do envolvimento das leveduras nos frutos. (C) Levedura em microscópio ótico60

FIGURA 2 (A) Colônia de *Aspergillus niger var niger* em meio de cultura MEA com 7 dias. (B) Colônia de *Aspergillus niger var niger* e a levedura em meio de cultura MEA com 7 dias.....70

FIGURA 3 (A) Colônia de *Aspergillus ochraceus* em meio de cultura MEA com 7 dias. (B) Colônia de *Aspergillus ochraceus* e a levedura em meio de cultura MEA com 7 dias.....70

CAPÍTULO 3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E CLASSIFICAÇÃO POR TIPO E PELA BEBIDA (PROVA DE XÍCARA) EM CAFÉS DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM.

FIGURA 1 Teores de proteína (%) em grãos de café submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....93

FIGURA 2 Teores de cinzas (%) em grãos de café nos estádios de maturação cereja e passa/seco e fração mistura, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....95

FIGURA 3 Teores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em grãos de café originados dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....106

FIGURA 4 Teores de lixiviação de potássio (ppm/g) em grãos de café originados dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	109
FIGURA 5 Teores de cafeína (%) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	112
FIGURA 6 Valores de índice de coloração ($m\mu$) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	114
FIGURA 7 Teores de compostos fenólicos totais (%) em grãos de café originados do estádio de maturação cereja e da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	116
FIGURA 8 Teores de ácido clorogênico (%) em grãos de café oriundos da fração mistura submetida a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	118
FIGURA 9 Valores médios de PFO (u/min/g de amostra) em grãos de café originados da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	121
FIGURA 10 Teores de sólidos solúveis totais em grãos de café submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	122
FIGURA 11 Valores médios de açúcares totais (%) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	124
FIGURA 12 Valores médios de açúcares não redutores em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.....	127

RESUMO GERAL

ANGÉLICO, Caroline Lima. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.** 2008. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Apesar de bastante combatida, a prática de ensacamento dos frutos de café antes da secagem necessita de maiores embasamentos científicos. Diante desse fato, objetivou-se com este estudo foi avaliar o real efeito dessa prática sobre a microbiota fúngica e qualidade do café em diferentes estádios de maturação ensacados por até quatro dias antes da secagem, bem como verificar o comportamento dos diferentes estádios com relação a esse procedimento. Análises microbiológicas, físicas, químicas, físico-químicas e classificação quanto ao tipo e bebida pela prova de xícara foram realizadas em frutos de café da cultivar Acaiá coletados no município de Perdões - MG e separados manualmente após a derriça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento variando em 0, 1, 2, 3 e 4 dias. Após cada período, foram retiradas amostras para os estudos microbiológicos e o restante foi colocado para secar em terreiro de cimento para posterior beneficiamento e realização das análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação quanto ao tipo e bebida pela prova de xícara. Os resultados das análises microbiológicas mostraram que o ensacamento proporcionou variação na diversidade e na intensidade da microbiota fúngica nos diferentes estádios de maturação e favoreceu um maior desenvolvimento de uma levedura no estádio de maturação cereja que inibiu os fungos toxigênicos. No estádio passa/seco, o aumento no tempo de ensacamento favoreceu a ocorrência de *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus niger var niger*. A classificação da bebida pela prova de xícara correlacionou com a quantidade de frutos infestados por leveduras. Todos os *Aspergillus ochraceus* produziram ocratoxina A. *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus flavus* não produziram micotoxinas. A levedura não promoveu alterações sobre o desenvolvimento de *Aspergillus niger var niger*, porém reduziu o crescimento micelial de *Aspergillus ochraceus*. De acordo com as análises físicas, químicas e físico-químicas, os parâmetros condutividade elétrica, lixiviação de potássio, sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares não redutores e atividade da polifenoloxidase se mostraram como importantes

¹ Comitê de Orientação: Dr. Carlos José Pimenta - UFLA (Orientador); Dra. Sára Maria Chalfoun – EPAMIG - UFLA; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

marcadores de qualidade. A classificação da bebida pela prova de xícara apresentou indícios de subjetividade. Diante dos resultados obtidos, o ensacamento promoveu perda de qualidade dos grãos a partir do primeiro dia.

Palavras-chave: café, estádios de maturação, ensacamento, microbiota fúngica, composição química, marcadores de qualidade.

GENERAL ABSTRACT

ANGÉLICO, Caroline Lima. **Coffee quality (*Coffea arabica* L.) in different ripening phases and submitted to five bagging periods before drying.** 2008. 149p. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG*.

Despite fairly fought the practice of bagging coffee fruits before drying requires greater scientific researchers. Given this fact, the purpose of this study was to evaluate the real effect of this practice on microbiota fungi and quality of coffee at different ripening phases bagged by 0 until 4 days before drying and verify the behaviour of different phases with respect to this procedure. Microbiological, physical, chemical, physical-chemical and type classification and cup test were made in coffee fruits of cultivar Acaia collected in the Perdões city in Minas Gerais State and manually separated after stripping method in four ripening phases (green/green cane, cherry, overripe/dry and fruit mix). After separation, they were put in polyethylene bags and submitted to five bagging periods varying from 0, 1, 2, 3 and 4 days. After each period, samples were taken to microbiological studies and the remainder was dried in yard of cement for subsequent beneficiary and physical, chemical, physico-chemical analysis and classification by type and by cup test. The results of microbiological analyses showed that the bagging provided variation in diversity and intensity of fungi microbiota in different ripening phases and encouraged the further development of a yeast at the stage of ripening cherry that inhibit toxigenic fungi. In overripe/dry phase the increase of bagging time favoured the occurrence of *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus niger var niger*. The analysis of cup test and the amount of fruits infested by yeast were consistent. All *Aspergillus ochraceus* produce ochratoxin A. *Aspergillus niger var niger* and *Aspergillus flavus* didn't produce micotoxins. In vitro test the yeast didn't promote changes on the development of *Aspergillus niger var niger* however it promoted a reduction on the mycelial growth of *Aspergillus ochraceus*. According to the analysis physical, chemical and physico-chemical, parameters like electrical conductivity, leaching of potassium, soluble solids, total sugars, not reducing sugars and activity of polyphenoloxidase were as important quality markers. The classification of cup test showed evidence subjectivity. Given the results obtained, the bagging promoted loss of quality of grains from the first day.

Key words: coffee, ripening phases, bagging, fungi microbiota, chemical composition, quality markers.

* Guidance Committee: Dr. Carlos José Pimenta - UFLA (Adviser); Dra. Sára Maria Chalfoun – EPAMIG - UFLA; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, em 2007, se destacou no cenário nacional como o maior produtor e exportador mundial e como 2º maior mercado consumidor de café e, em 2010, deve ocupar o posto de maior consumidor mundial, visto que o consumo brasileiro de café tem crescido cerca de 5% contra a média mundial de 1,5%, atribuindo este fato à melhoria contínua da qualidade do café oferecido aos consumidores, pelos Programas de Qualidade, além da consolidação do mercado de cafés tipo Gourmet ou Especiais, à percepção do café quanto aos benefícios para a saúde e também às ações de marketing (Associação Brasileira da Indústria de Café, ABIC, 2007).

Muito tem sido feito para manter e melhorar a quantidade do café produzido no Brasil, por meio de concursos que vêm premiando os melhores grãos e pagando por eles valores muito acima dos de mercado.

A qualidade do café é obtida através da avaliação de diversos parâmetros de natureza física e química dos grãos, além do atributo sensorial e da segurança do produto final. Diversos fatores como condições climáticas, variedades, tratamentos culturais, tipos de processamento, bem como cuidados nas fases de pré-colheita e pós-colheita, podem comprometer a qualidade e a segurança da bebida do café.

Dentre os manejos na pós-colheita, uma das recomendações técnicas mais difundidas é a de que o transporte dos frutos da lavoura para local de secagem deva ser realizado o mais rapidamente possível, evitando, dessa forma, que fiquem amontoados na área de produção, evitando problema de fermentação, que segundo alguns autores acontece de maneira mais intensa quanto maior for a umidade dos frutos e se mostra como um dos principais fatores de risco à qualidade.

Apesar de ser bastante combatida, a prática de ensacamento não apresenta muitos dados científicos com relação ao seu real efeito sobre a microbiota e sobre a qualidade do café, necessitando assim de maiores informações sobre tais processos fermentativos, assim como também se faz necessário o estudo do comportamento dos diferentes estádios de maturação por ocasião desse procedimento.

A possibilidade de ocorrência de alguns entraves após a derrça, tais como chuvas durante a colheita, problemas de transporte para o local de secagem, o mau dimensionamento do terreiro não comportando toda a produção de frutos colhidos e a não disponibilidade de secadores mecânicos pela maioria dos produtores, faz com que os frutos permaneçam ensacados à espera da esparramação para secagem por até alguns dias.

Várias informações sobre os malefícios provocados por fermentações são apresentadas na literatura, com poucos trabalhos apresentando resultados concretos a respeito do que realmente o ensacamento pode acarretar à qualidade dos grãos em função dos entraves acima mencionados e também à suposição de que diferentes estádios de maturação apresentam comportamentos diferenciados frente ao ensacamento, serviram de apoio para a realização do estudo em questão.

Dessa forma, conduziu-se este estudo, com o objetivo de avaliar a microbiota associada a frutos de café colhidos nos estádios de maturação verde/verde cana, cereja, passa/seco e fração mistura que permaneceram ensacados por até quatro dias e também avaliar a composição física, química, físico-química e classificação quanto ao tipo e quanto a prova de xícara nos grãos oriundos desses frutos.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estádios de maturação dos frutos de café

Geralmente, o cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) em vista da localização geográfica e das condições climáticas, apresenta florescimentos sucessivos (Gouveia, 1984, Kumar, 1979), determinando no momento da colheita a presença de frutos em diferentes estádios de maturação. Em áreas próximas ao Equador, floradas sucessivas determinam a realização de colheita seletiva dos frutos maduros durante quase todo o ano. No Brasil, apesar da ocorrência de florescimentos sucessivos, estes ocorrem em números mais reduzidos determinando a realização de uma única colheita quando a maioria dos frutos estiver madura, fato observado por Pimenta (2001) ao estudar diferentes épocas de colheita sobre a qualidade, observou no início da colheita, predominância de frutos verdes e cerejas e no final, predominância de frutos bóa e passa, com grande variação desses estádios durante todo o período.

No estudo realizado por Pezzopane et al. (2003), a partir do desenvolvimento da fase "chumbinho", as cultivares Mundo Novo e Obatã apresentaram diferenças em seu ciclo fenológico. A maturação (ocorrida na fase cereja) foi atingida com diferentes comprimentos do ciclo, sendo a cv. Mundo Novo a mais precoce e a Obatã a mais tardia. Sondahl & Sharp (1979) afirmam que a maturação depende da constituição genética do cafeeiro.

De acordo com Carvalho & Chalfoun (1985), durante a maturação dos frutos e principalmente na etapa de amadurecimento, em que as mudanças metabólicas são mais aceleradas, ocorrem alterações importantes nas características físicas (aparência) e composição química dos grãos.

Existe uma certa dúvida sobre a continuação do amadurecimento dos frutos após a colheita. Num estudo realizado por Pereira et al. (2005), os autores verificaram a produção de etileno durante a maturação de frutos de café, assim

como a expressão do gene da enzima ACC oxidase (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) de cafeeiro durante a maturação em diferentes órgãos da planta e verificaram rápido crescimento na produção de etileno em frutos verde-cana, após o final da formação do endosperma, com um decréscimo nos frutos-cereja, indicando haver uma fase de natureza climatérica na maturação dos frutos de café.

Descrições negativas em relação ao café arábica brasileiro referem-se a heterogeneidade dos grãos colhidos, normalmente, contendo frutos em diversos estádios de maturação, no sistema de processamento via seca produzindo-se assim o chamado “café de terreiro” mais utilizado no Brasil (Cortez, 1996) sendo intensamente demonstrado que as melhores qualidades de café são obtidas com o processamento do café cereja por ser a fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos no qual a casca, polpa e semente se encontram com composição química adequada proporcionando ao fruto seu máximo de qualidade (Carvalho, 1997), além de proporcionar melhor rentabilidade (Matiello, 1993).

Avaliando cafés de diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995) concluiu que existe influência do estágio de maturação sobre a qualidade dos grãos com o estágio cereja apresentando valores mais altos para atividade da enzima polifenoloxidase, peso de 100 grãos e açúcares e valores mais baixos para fenólicos totais, cafeína e lixiviação de potássio, enquanto que os frutos colhidos no estágio de maturação verde apresentaram maiores valores para fenólicos totais, elevada lixiviação de potássio e atividade da enzima pectinametilesterase. Os frutos secos na planta apresentaram maior perda de peso de 100 grãos e elevada lixiviação de potássio. Segundo o autor, o café deve ser colhido em seu ponto ideal de maturação (cereja), pois quando colhido verde ou seco na planta, pode ocasionar incidência de grãos verdes, ardidos e pretos, resultando nos piores defeitos para a qualidade do café.

O estágio cereja é o ponto ideal de maturação dos frutos sendo importante fazer a colheita quando a maioria dos frutos se encontrarem neste estágio. França & Jesus (2007), estudando os estágios de maturação verde, verde cana, cereja e cerejão nas cultivares Acaia e Topázio, concluíram que os estágios cereja e cerejão apresentaram os melhores parâmetros físico-químicos, que segundo os autores estão relacionados com melhor qualidade de bebida.

2.2 Fermentação em frutos de café

A mucilagem é incolor, mas quando exposta ao ar, torna-se escura como um resultado das reações enzimáticas oxidativas (Amorin & Amorin, 1977), sendo formada no estágio cereja, pois os frutos verdes ainda não a possuem.

A fermentação do café é o processo pelo qual o mesocarpo mucilaginoso, aderido ao pergaminho, é degradado por enzimas que ocorrem naturalmente no café cereja e/ou elaboradas pela microbiota do produto natural (Frank et al., 1965).

A mucilagem é digerida e liquefeita durante o processo de secagem, constituindo-se material alimentar para a semente, proporcionando um contínuo metabolismo e respiração de tal forma que tais mudanças químicas afetam o sabor do café. Este sabor poderá ser prejudicado na presença ou melhorado na ausência de microrganismos contaminantes, dependendo dos cuidados na condução e manejo da cultura e dos frutos, durante as fases de pré e pós-colheita (Jones & Jones, 1984).

Os frutos expostos a altas umidades e temperaturas nas fases finais da maturação tendem a sofrer fermentação butílica e propiônica pelos microrganismos sendo a principal causa da formação dos gostos estranhos no café, dando origem às bebidas do tipo rio e riada (Cortez, 1994).

As transformações químicas que ocorrem no grão de café, proporcionando com isso, uma qualidade de bebida inferior, são de natureza

enzimática. Essas enzimas são constituintes do próprio grão ou de microrganismos que contaminam os frutos quando os mesmos apresentam umidade elevada, facilitando a multiplicação desses organismos e o conseqüente aumento dessas enzimas (Amorim, 1978), por isso é indispensável que o café colhido seja preparado e submetido em seguida à secagem para evitar o desenvolvimento de processos fermentativos e prejuízos à qualidade da bebida (Cortez, 2001).

Ao estudar a qualidade da bebida de cafés cerejas exposta à infecções por até 12 horas após a derrça, Favarin et al. (2003) concluíram que a qualidade da bebida de café não é prejudicada pelo manejo pós-colheita após a derrça.

Oliveira et al. (2003), estudando a amontoa dos frutos de café da cultivar Rubi concluíram que frutos de café amontoados por até 48 horas antes do início da secagem em terreiro não apresentaram perdas de qualidade em nenhum aspecto físico ou químico nos grãos, o que difere dos resultados apresentados na literatura onde importantes marcadores de qualidade sofrem variações por ocasião de processos fermentativos.

Trabalhando com espessuras de camadas de 2 e 6 cm, com e sem movimentação, Androcioli Filho et al. (1999), constataram que na camada mais grossa de secagem, sem movimentação, com os frutos permanecendo amontoados durante todo o período de secagem, ocorreu um aumento nos defeitos preto e ardido, e elevação no tempo de secagem. A classificação da bebida não diferiu das demais espessuras e do número de movimentações da massa de frutos, sendo todos classificados como bebida dura. Esse estudo mais uma vez coloca em dúvida a precisão da classificação da bebida pela prova de xícara, pois conforme observado por Pereira (1997), o padrão da bebida varia com a adição de pequenas quantidades de defeitos.

2.3 Secagem dos frutos de café em terreiro

Por tradição, a maioria dos cafeicultores brasileiros adota para a secagem do café, o processo por via seca que é uma técnica originada das regiões da Etiópia (café arábica) e da África Central (café robusta) (Villela, 2002). É a forma mais simples e natural de secar o fruto do café e fundamenta-se na secagem integral do fruto, ou seja, com polpa, mucilagem, pergaminho e sementes (Brando, 1999; Siqueira, 2003; Borém, 2004). Porém, o produtor deve-se atentar para o dimensionamento correto do terreiro em função da produção, levando em consideração a recepção diária e a correta secagem. Borém et al. (2007), estudando três diferentes tipos de revestimentos em terreiros, quatro diferentes tipos de café e duas camadas de secagem (3 e 8 cm), concluíram que a camada grossa é um dos principais fatores para a perda da qualidade, pois um dos grandes problemas relacionados à qualidade enfrentados por cafeicultores brasileiros, tanto no mercado interno quanto no mercado externo está associado ao processo de secagem (Borém, 2004).

Souza (2000), afirma que o uso exclusivo do terreiro por muitos cafeicultores é devido a não preocupação com as características qualitativas do produto depois da secagem, ao baixo poder aquisitivo e nível técnico da propriedade, além da tradição.

A secagem no terreiro acontece de forma lenta, e exige um tempo maior de exposição dos frutos aos raios solares sendo um dos possíveis fatores para a indução de contaminação e desenvolvimento de microrganismos (Pimenta, 2001; Correa, 2002), além de requerer longo tempo, necessita de grandes áreas para sua construção, excessiva mão-de-obra e, muitas vezes o produto fica exposto a condições climáticas adversas favorecendo o desenvolvimento de fungos e o processo de fermentação, podendo segundo Correa (1982), depreciar o produto o que pode ser evitado pela utilização da secagem em secador mecânico, promovendo maior rapidez e uniformidade de secagem em relação ao

terreiro, entretanto, em razão de necessitar de energia para movimentação do produto, aquecimento e movimentação do ar apresenta custo bem mais elevado sendo considerada, sem dúvida, uma das etapas que mais consome energia no processo de produção agrícola, podendo, em alguns casos, representar até 50% do consumo de energia (Borém et al., 2003) o que justifica a não utilização pela maioria dos produtores. Já a secagem mista, através da utilização combinada do terreiro e do secador mecânico, também proporciona melhor uniformidade de seca dos grãos e redução do tempo de secagem com menor gasto de energia.

2.4 Microrganismos associados a frutos de café

O fruto de café maduro contém especialmente no mesocarpo mucilaginoso, açúcares simples, polissacarídeos, minerais, proteínas e lipídeos, entre outros compostos, constituindo-se um excelente meio de cultura para o crescimento de bactérias, fungos filamentosos e leveduras (Amorim & Silva, 1968), que produzem suas próprias enzimas e agem sobre os componentes químicos da mucilagem, principalmente sobre os açúcares, fermentando-os e produzindo álcool que é desdobrado em ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e outros ácidos carboxílicos superiores. A partir da produção de ácido butírico, são produzidos os compostos responsáveis pelos sabores indesejáveis (Carvalho & Chalfoun, 1985).

2.4.1 Fungos filamentosos

Dentre os microrganismos que incidem sobre os frutos de café encontram-se os fungos filamentosos associados a processos fermentativos que ocorrem durante as fases de desenvolvimento dos frutos até a fase pós-colheita, muitas vezes prejudicando a composição final do grão. Os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os mais frequentemente associados com micotoxinas que ocorrem naturalmente em cereais, grãos e sementes em níveis que tornam os

alimentos impróprios para consumo (American Public Health Association, 2001).

Estudando os fungos filamentosos em diferentes estádios de maturação, Alves & Castro (1993), isolaram os gêneros *Colletotrichum sp.* e *Phoma sp.* dos estádios de maturação verde-cana e cereja e *Cercospora sp.* apenas na fase verde-cana, atribuindo a ausência desses fungos nas fases posteriores em consequência de gêneros como *Fusarium*, *Penicillium* e *Cladosporium* aproveitarem-se das injúrias provocadas nos frutos pelos primeiros para penetrarem e colonizarem os tecidos mais rapidamente. O gênero *Fusarium* foi encontrado em todos os estádios de maturação, com maiores percentagens verificadas nos estádios cereja, passa, seco no pé e chão. *Penicillium sp.* presente em todas as fases, apresentou maior percentagem no café beneficiado, talvez por suportar baixa umidade (condição de armazenamento). *Cladosporium sp.* também foi isolado em todas as fases, porém com maior incidência nas fases passa e seco no pé. As espécies *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*, segundo o autor, relacionadas com bebida de pior qualidade, foram encontradas a partir do estágio passa, com maior incidência na fase chão e café beneficiado.

Da mesma forma, Taniwaki et al. (2000), isolaram fungos filamentosos de grãos de café *Coffea arabica* L., provenientes de três regiões do estado de São Paulo (Parapuã, Franca e Pirajú), nos estádios de maturação cereja (colhido na planta e no chão), passa (colhido na planta e no chão), terreiro e tulha, encontraram *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus* (produtor de ocratoxina A). A frequência de *Aspergillus ochraceus* foi menor em grãos da árvore e solo e maior na fase de secagem (terreiro e tulha) onde houve predomínio dessa espécie.

A influência benéfica de microrganismos na qualidade do café é estudada através de pesquisas com o fungo do gênero *Cladosporium*, que está

associado à bebidas de boa qualidade (Carvalho et al., 1989; Chalfoun et al., 2007).

2.4.2 Leveduras

Em todas as etapas do processamento do café, bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, leveduras e fungos filamentosos estão presentes em altos níveis (Silva et al., 2000).

Ao quantificar e caracterizar a microbiota da superfície de frutos de café (*Coffea arabica* L.), Sakiyama et al. (2000), observaram que o número de isolados de leveduras aumentou à medida que os frutos amadureceram. Masoud et al. (2004), também detectaram aumento de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de leveduras comuns em cafés com o aumento da fermentação dos frutos no Leste da África.

2.5 Parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara) dos grãos de café

2.5.1. Peso de 100 grãos

O peso de grãos é importante por ser um dos indicativos de rendimento e até mesmo qualidade do produto final, podendo ser afetado segundo Pimenta (2000a) por vários fatores, dentre eles, o estágio de maturação dos frutos. Esse mesmo autor comparando diferentes estágios de maturação observou maior peso dos grãos de cafés colhidos no estágio de maturação cereja seguido pelo verde cana, passa/seco e verde. Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira (1984). Freire & Miguel (1985) afirmaram que quando o café possui grande proporção de grãos verdes, as perdas de rendimento final são grandes.

Após a colheita, o peso dos grãos não é afetado por processos fermentativos que possam vir a ocorrer como demonstrado por Pimenta (2001),

que avaliando o peso de 100 grãos de frutos de café fermentados por até 7 dias, não detectou diferenças com o aumento no período de amontoa dos frutos no terreiro.

2.5.2 Índice de coloração dos grãos

A coloração dos grãos de café beneficiados é influenciada por inúmeros fatores como: umidade relativa do ar, luminosidade no local de armazenamento, injúrias sofridas pelos grãos, estágio de maturação em que são colhidos os frutos dentre outros (Pimenta, 2001).

Na escolha, seleção ou observação de um produto o impacto visual causado pela cor muitas vezes se sobrepõe ao impacto causado pelos demais atributos de qualidade Ferreira (1981), podendo constituir-se no primeiro critério aplicado para a aceitação ou rejeição do produto.

Na classificação do café, a cor pode levar a rejeição do produto por permitir revelar os cuidados na colheita, secagem e armazenamento (Lopes 1988), fato constatado por Oliveira et al. (2003), que ao avaliar índice de coloração em cafés da cultivar Rubi acondicionados em sacos de polietileno por até 5 dias, observaram características de branqueamento a partir do 3º dia.

2.5.3 Teor de umidade

O teor de umidade dos grãos de café está diretamente relacionado ao processo de secagem e o tempo de armazenamento do produto, ao passo que altos teores dessa umidade favorecem o maior desenvolvimento de microrganismos que, em sua maioria, são prejudiciais, levando a uma conseqüente perda de qualidade. Sendo assim, foi indicado pelo Instituto Brasileiro do Café, IBC (1977) uma faixa ideal de secagem do café em torno de 11 a 13%, porque de acordo com Vilela & Pereira (1998), com o teor de umidade acima de 13%, os grãos correm risco de deteriorações, principalmente por

microrganismos, e abaixo de 11%, o café permanece mais tempo no terreiro ocupando mão-de-obra, espaço, além da quebra de grãos no beneficiamento (Vilela & Pereira, 1998).

Os diferentes estádios de maturação (verdes, cerejas, passas e secos) apresentam teores de umidade distintos (Villela, 2002). Os frutos de café no estádio cereja apresentam um maior peso seguido dos frutos no estádio verde cana, passa/seco e verde. O estádio cereja torna-se, então, um fator decisivo para o rendimento de produção, além do fato de exercer influência na qualidade final do produto.

2.5.4 Teor de proteína

As proteínas no café estão localizadas principalmente no limite do citoplasma ou rodeando os polissacarídeos da parede celular (Macrae, 1985). Sua preservação nos grãos é importante, pois durante a torração estes compostos são desnaturados e degradados em moléculas menores que, juntamente com os açúcares, participam da reação de Maillard proporcionando o desprendimento de compostos voláteis e não voláteis responsáveis pelo sabor e aroma (Lopes, 2000) característicos do café.

Buscando caracterizar e relacionar as proteínas com a qualidade da bebida do café, Pinto et al. (1999), trabalhando com cafés de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio, constataram valores próximos para cada classificação e concluíram, dessa forma, que as proteínas não se apresentam como um marcador eficiente para indicar a qualidade da bebida, ao contrário, foi observado em estudos mais recentes (Oliveira et al., 2005) o efeito da torra sobre os níveis de amins na qualidade de bebida mole e bebida rio. Os autores detectaram que os níveis de putrescina foram significativamente maiores nas amostras de bebida rio quando comparados ao padrão de bebida mole, indicando

que os níveis de amins poderiam ser relacionados com a qualidade de café. Entretanto, histamina e triptamina também foram detectadas na bebida rio.

No café crú, as proteínas apresentam teores que variam de 8,7% a 16% para arábica (Illy & Viani, 1996). Os valores de 14,85% e 15,69% correspondentes as safras 88/89 e 2000 respectivamente, encontrados por Fernandes et al. (2001) ao avaliar a composição química de grãos de café arábica estão dentro dessa faixa proposta pelos autores.

2.5.5 Teor de cinzas

Alguns minerais essenciais para o funcionamento metabólico normal de um organismo podem ser encontrados no café cru (Ukers, 1976). Dentre esses, destacam-se os macrominerais Ca, K, Mg, Na, P e os microminerais Co Cr, Cu, Fe Mn, Zn, sendo os dois últimos citados como minerais “ultra-raços”, ou seja, elementos essenciais ao organismo em concentrações de nanogramas. O café crú ainda possui um microelemento provavelmente essencial, o Ni e também apresenta em sua composição elementos como o Al, o Ba e outros (Campos, 1978; Cunha & Cunha, 1998; Oliveira & Marchini, 1998).

O teor médio de minerais no grão cru é de 4% dos quais 40% são representados pelo potássio. Outros elementos como o cálcio e o magnésio estão em pequenas quantidades. O teor médio constatado por Mendonça (2004) ao avaliar 16 cultivares de café arábica foi de 5,29%, 5,72%, 5,11% e 5,42% para Acauã, Canário, Catuaí Vermelho e Palma I, respectivamente. Segundo o autor, esses valores superiores ao sugerido pelos autores acima citados são atribuídos à origem dessas cultivares pelo cruzamento com *Coffea canephora* que se caracteriza pela resistência à ferrugem.

2.5.6 Teor de extrato etéreo

O café é rico em óleos, contendo de 12 a 18% no arábica e de 9 a 14% no robusta. A maior parte desses óleos é constituída por ácido palmítico (34,5%) e linoléico (40,3%). O perfil de ácidos graxos dos lipídios do café é similar ao dos óleos vegetais comestíveis (Turatti, 2001; Vidal, 2001). Assim, a manutenção nos níveis dessa variável se torna importante no sentido de se evitar alterações por ocasião de manejos inadequados dos frutos e grãos podendo ocasionar rancificações que possivelmente poderiam prejudicar o sabor e o aroma da bebida. Lindley (1998), afirma que após a degradação microbiológica, a oxidação de compostos que provocam rancidez se torna a segunda maior causa de deterioração dos alimentos, pois a oxidação dos lipídios do café provoca modificações no sabor e odor da bebida promovendo perda de qualidade do produto. Durante o armazenamento do café torrado, ocorre liberação de diversos compostos, e o aparecimento de sabores indesejáveis em consequência da oxidação dos lipídios (Pádua et al., 2002).

2.5.7 Componentes da parede celular

2.5.7.1 FDN, FDA, Celulose, Hemicelulose e Lignina

Alguns trabalhos visam a correlacionar componentes da parede celular com a qualidade da bebida de café, indicando comprometimentos da membrana celular pelo manejo inadequado dos frutos nas fases pré e pós-colheita, podendo levar à degeneração das membranas e da parede celular com a subsequente perda do controle da permeabilidade e a deterioração mais rápida do grão, pois de acordo com Pinto et al. (1999), os polissacarídeos e outras grandes moléculas possuem efeitos na qualidade do café, sendo importantes na retenção de compostos voláteis e na viscosidade do café, ou seja, dão corpo ao mesmo.

Segundo Silva (1998), a fibra em detergente neutro (FDN) é constituída basicamente de celulose, hemicelulose e lignina e a fibra em detergente ácido

(FDA) constituída de celulose e lignina somente, sendo a celulose o composto orgânico encontrado com maior frequência na natureza e um dos principais constituintes da parede celular dos vegetais superiores, constituindo o seu elemento de estrutura mais importante (Bobbio & Bobbio, 2003), a hemicelulose um conjunto de polissacarídeos heterogêneos com composição variando grandemente de uma espécie de planta para outra sendo sua principal característica representar polissacarídeos insolúveis naturalmente, sendo solúvel em ácido ou álcali e associada com lignina (Van Soest, 1994).

A função biológica das ligninas é proteger o tecido vegetal contra a oxidação e a ação de microrganismos. Estão presentes na madeira em muitas espécies vegetais com teores que variam de 15 a 36%, de acordo com a espécie vegetal, e não possuem a mesma estrutura química em todas elas. Portanto, a lignina não deve ser considerada como uma substância química única, mas, como uma classe de materiais correlatos, constituída de carbono, hidrogênio e oxigênio, o que faz dela uma importante fonte desses elementos (Glasser, 1989).

De acordo com a Encyclopedia of Food Science (1993), o teor de lignina em grão de café cru está em torno de 3%.

A degradação dos polissacarídeos pécticos, além de ser uma das principais causas do amadurecimento dos frutos, está relacionada à desintegração da parede celular, provocada pela ação de injúrias mecânicas, fisiológicas e microbianas (Pinto et al., 1999). Esses autores concluíram que para os padrões de bebida, a FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose e pectina total não mostraram efeito significativo; a pectina solúvel e protopectina variaram, porém, sem uma tendência definida em relação aos padrões de bebida, e somente a porcentagem de solubilidade mostrou uma tendência de variação, com valores mais elevados em café de bebida inferior e mais baixo nas bebidas estritamente mole e mole, podendo ser indicativo de qualidade e integridade de parede celular. Resultados semelhantes foram observados por Pinto (2002) que

não detectou diferenças significativas entre os teores de FDN e FDA em bebidas de diferentes padrões.

2.5.7.2 Pectina total e pectina solúvel

As substâncias pécnicas são os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos e hortaliças. Quando os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio, que é insolúvel e também designado como protopectina, predominante em frutas imaturas.

Com o amadurecimento, há liberação de cálcio e solubilização de protopectina das paredes celulares, por ação enzimática. Há então modificação da textura, que se torna gradualmente macia. Essas transformações ocorrem não só durante o amadurecimento, como também no armazenamento de frutos e algumas hortaliças. As pectinas em frutos encontram-se sob diferentes formas, caracterizadas por diferentes solubilidades. A protopectina é uma forma insolúvel em água e que, por hidrólise parcial, produz ácidos pectínicos ou ácidos pécnicos também chamados de pectinas solúveis (Chitarra & Chitarra, 1990).

De acordo com Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997), a porcentagem de pectina solúvel em grão de café cru é de aproximadamente 2% em base seca.

Como as hemiceluloses, as pectinas constituem um grupo heterogêneo de polissacarídeos, caracteristicamente contendo açúcares ácidos, como ácido galacturônico, e açúcares neutros, tais como ramnose, galactose e arabinose. Na parede celular as pectinas também são moléculas muito grandes e complexas, compostas de tipos diferentes de polissacarídeos pécnicos (Taiz & Zeiger, 2004).

Pimenta et al. (2004) não encontraram diferenças significativas entre teores de pectina total em cafés ensacados por diferentes tempos antes da

secagem. Os teores de pectina solúvel não apresentaram correlação com degradação por parte dos processos fermentativos ocorridos, apesar de terem sido detectadas diferenças.

2.5.8 Pectinametilsterase

A degradação de polissacarídeos pectínicos é uma das principais causas do processo de amaciamento dos frutos. Estão envolvidos na modificação da textura de frutas dois principais processos enzimáticos, cuja ação é devida a poligalacturonase (PG) e a pectinametilsterase (PME) (Anthon et al., 2002). A PME promove a desmetilação de resíduos de ácido metilgalacturônico (Seymour et al., 1987).

A degradação de pectina geralmente é acompanhada por aumento na atividade de hidrolases da parede celular, tais como poligalacturonase (PG) e pectinametilsterase (PME) (Pimenta et al., 2000b), porém, alguns autores têm relatado que a PME tem pouca influência no amolecimento do fruto, servindo apenas como uma precursora da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última, pela desmetilação das pectinas (Bicalho et al., 2000).

Com relação ao café, são poucos os estudos que apresentam atividade da enzima pectinametilsterase. Com o aumento no tempo de ensacamento, Pimenta (2001), encontrou diminuição nos valores da atividade da PME, podendo atribuir essa ocorrência a continuação do processo de amadurecimento dos frutos, pois conforme constatado por Pimenta (1995) os valores da atividade de PME decresceram com o aumento no estágio de maturação do café.

2.5.9 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio vem sendo constantemente utilizados como eficientes marcadores de qualidade por apresentarem maior sensibilidade na detecção de degradações ocorridas nas

membranas celulares dos grãos por ocasião de manejos inadequados nas fases de pré e pós-colheita. Essa observação foi constatada por Goulart et al. (2007), que estudando a relação entre os aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos secos de café classificados como bebida mole, dura e rio, encontraram maior lixiviação de potássio e aumento da condutividade elétrica nos cafés de menores qualidades, indicando, provavelmente, que as membranas e paredes celulares sejam as responsáveis direta e indiretamente pelas transformações no grão, quando este se deteriora. Segundo os autores, estes resultados comprovam que cafés de menor qualidade apresentam células desestruturadas, onde os diferentes graus de degradação celular descaracterizam o tecido endospermico pela desorganização dos corpos lipídicos dentro das células, ocasionando reações que culminam num processo de deterioração da qualidade da bebida. Ao estudar os diferentes estádios de maturação, Pimenta (1995), observou que os índices de lixiviação de potássio em frutos colhidos nos estádios de maturação verde, verde-cana, cereja e passa/seco foram na ordem de 59,19; 33,95; 24,37 e 38,15 ppm/g de amostra, atribuindo que cafés de melhor qualidade como cereja, apresentam menos grãos defeituosos e, portanto, menores valores de lixiviação de íons potássio.

O princípio básico da técnica de condutividade elétrica é a medição da quantidade de eletrólitos liberados pela semente na água de embebição. Essa quantidade é diretamente proporcional ao grau de desorganização da membrana plasmática e de sua permeabilidade (Vieira, 1994), sendo destaque como um dos testes mais rápidos e promissores na avaliação da qualidade de sementes de diversas espécies (Costa & Carvalho, 2006).

A condutividade elétrica e a lixiviação de K são testes rápidos e de técnicas relativamente fáceis, podendo segundo Favarin et al. (2004), auxiliar o cafeicultor na separação de lotes, enquanto não se dispõe dos resultados da análise sensorial (padrão), de natureza subjetiva, expressa pelo aroma e sabor,

efetuada por profissional do ramo, porém Malta et al. (2007), atentam para a presença de grãos defeituosos influenciando de maneira significativa as determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos, levando a interpretações inadequadas quanto à qualidade do café analisado ao estudar a influência do tamanho dos grãos e dos tipos de defeitos na determinação desses parâmetros e observaram que com relação ao tamanho dos grãos de café sem a retirada de defeitos, verificou-se que as menores peneiras apresentaram maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, o que não foi observado quando se retiraram os defeitos dessas amostras. Em relação aos defeitos verificou-se a seguinte ordem crescente de condutividade elétrica: grãos normais, verdes, brocados e ardidos semelhantes aos pretos.

2.5.10 Carboidratos

2.5.10.1 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis medidos por refratometria são utilizados como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas (Oliveira et al., 1999). Estão diretamente relacionados com o corpo da bebida e são constituintes desejáveis em quantidades elevadas nos cafés.

É desejável a presença de um maior teor de sólidos solúveis, tanto pelo ponto de vista do rendimento industrial, quanto para assegurar o corpo da bebida do café (Lopes, 2000), podendo apresentar variações em função do processamento (Vilela, 2002), diferentes cultivares submetidas ao mesmo processamento (Mendonça et al., 2005) e em função dos diferentes estádios de maturação (Pimenta, 1995).

No café robusta os valores variam entre 26,07% e 30,6% e no café arábica, entre 23,85% e 27,31% Moraes et al. (1973/74).

2.5.10.2 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares presentes nos grãos de café estão associados aos aminoácidos, proteínas e são precursores de vários compostos voláteis e não voláteis. Durante o processo de torração, a sacarose é degradada através da reação de Maillard, ocorrendo o escurecimento e a degradação de Strecker, originando glicose e frutose. Obtêm-se como produtos os açúcares caramelizados, substâncias importantes responsáveis pela cor, viscosidade e o atributo corpo (Pereira, 1997; Pinto et al., 1999; Barrios, 2001).

Maiores valores de açúcares podem indicar a presença de maior quantidade de frutos nos estádios cereja e seco/passa, representando um potencial de melhor qualidade para o café (Pimenta, 1995), porém a presença de defeitos nestas frações podem comprometer a qualidade da bebida como observado por Pereira (1997), que adicionando defeitos verde, ardido e preto em cafés estritamente mole observou diminuição no teor de açúcares totais e açúcares não redutores.

A participação dos açúcares do café nos processos metabólicos anaeróbios sua transformação em ácidos ficou evidenciada por Pimenta (2001) num estudo onde o autor avaliou os teores de açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores em cafés submetidos a diferentes tempos de ensacamento, observando a diminuição nos teores de açúcares totais e açúcares redutores, a partir do terceiro e açúcares não redutores a partir do sexto dia.

Santos (2005), encontrou um teor de 0,46% de açúcares redutores no café cereja descascado, 0,39% e 0,18% na fração bóia e cereja desmucilado, respectivamente, após secagem em terreiro, confirmando que o teor de açúcares é influenciado pela presença de mucilagem nesta técnica de pré-processamento.

2.5.11 pH

O pH do café tem sido correlacionado com a acidez perceptível (Sivetz, 1979), sendo indicativo de eventuais transformações dos frutos como fermentações indesejáveis que ocorrem na pré ou pós-colheita, originando defeitos (Siqueira & Abreu, 2006). Os autores encontraram o valor médio de 5,88 em grãos crus da cultivar Rubi processados de forma natural valores abaixo dos encontrados por Mendonça (2005) ao avaliar diferentes cultivares de cafés provenientes de São Sebastião do Paraíso, com de pH valores na faixa de 6,39 a 6,62.

2.5.12 Acidez titulável total

O teor de acidez titulável em grãos de café pode variar de acordo com os níveis de fermentações que ocorrem nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação dos mesmos, podendo também servir como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade de bebida do café (Pimenta, 2001), sendo os defeitos responsáveis pela elevação da acidez do café, principalmente os pretos e ardidos (Coelho, 2000).

Os açúcares presentes na mucilagem, quando na presença de microrganismos ou sob anaerobiose, são fermentados produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico. A partir dos dois últimos, já foram observados prejuízos na qualidade da bebida do café (Chalfoun, 1996).

O maior teor de acidez é percebido no estágio de maturação cereja, pois neste estágio ocorre maior teor de açúcar na mucilagem, fato constatado por Pereira (1997) e Coelho (2000) que observaram declínio nos valores de acidez ao adicionar grãos verdes em cafés arábica de bebida estritamente mole e Pimenta & Vilela (2001), que observaram menores valores de acidez em grãos oriundos de colheita antecipada.

2.5.13 Teor de cafeína

A cafeína é um dos componentes do café que sempre recebeu maior atenção, por causa de suas propriedades fisiológicas e farmacológicas, principalmente em relação ao seu efeito na redução do sono e às suas propriedades estimulantes (Graham, 1978). É conhecido possuir sabor amargo característico e alta estabilidade térmica o que promove sua elevada retenção após a torrefação, porém não existe ainda uma clara definição de sua participação sensorial na bebida do café (Dart & Nursten, 1985).

Sua função fisiológica, assim como de outros alcalóides em plantas, ainda não está totalmente esclarecida, diversos estudos indicam possuir ação alelopática, anti-herbívora, armazenadora de nitrogênio ou possível envolvimento com a resistência de doenças (Mazzafera et al., 1996).

As sementes de café foram as primeiras fontes para extração de cafeína, e seus teores variam de acordo com a espécie em questão. Segundo Carvalho et al., (1983), o *Coffea arabica* L. contém, em média, 1,2% deste alcalóide, ao passo que o café robusta apresenta um teor médio de 2%, podendo apresentar valores na faixa de 0,6 a 1,5% em grãos de café provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação Tango (1971) e diferentes cultivares Aguiar (2001) e Mendonça (2004).

O efeito inibidor da cafeína sobre o crescimento micelial e sobre a síntese de ocratoxina A por *Aspergillus ochraceus*, além da inibição total do desenvolvimento de *Aspergillus parasiticus*, produtor de aflatoxina, foi encontrado por Chalfoun et al. (2007), o que pode explicar os níveis muito baixos de micotoxinas encontrados no café.

2.5.14 Compostos fenólicos totais e ácido clorogênico

Os compostos fenólicos de fontes vegetais podem se divididos em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides, sendo que ambos são metabólitos

secundários presentes em frutas e vegetais. Os vegetais superiores sintetizam e acumulam grande variedade desses compostos, cujo papel no metabolismo da planta não está totalmente elucidado (Julkunen-Tiitto, 1985), porém estudos mais recentes sugerem diversas funções de defesa para as plantas, não somente contra agentes do meio ambiente (luz, temperatura e umidade), mas também para fatores internos incluindo diferenças genéticas, nutrientes, hormônios, contribuindo para a sua síntese (Burns et al., 2001).

Muitos destes compostos apresentam efeitos biológicos, como ações antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e vasodilatadoras, com destaque para trigonelina, os ácidos clorogênicos e a cafeína sendo facilmente solubilizados em água quente e, portanto, estando presentes na bebida do café, em teores dependentes de suas estabilidades aos processos degradativos que ocorrem durante a torrefação (Nogueira & Trugo, 2003). Esses mesmos autores avaliando teores de ácido clorogênico em cafés descafeinados e solúvel concluíram que o processo de descafeinização não foi fator relevante para diminuição dos teores dos ácidos clorogênicos, porém, concluíram que os teores em amostras de café solúvel são fortemente dependentes da formulação dos "blends" que segundo os autores, geralmente envolvem a mistura de diferentes variedades de café, até mesmo a combinação de espécies de arábica e robusta, bem como as condições de processamento. Em amostras obtidas a partir de grãos fortemente torrados encontraram menores quantidades de ácidos clorogênicos, devido sua labilidade ao tratamento térmico.

Maiores teores de ácidos clorogênicos após o processamento do café pode ser benéfica, tendo em vista sua atividade anti-oxidante (Stadler et al., 1994). Apesar da sensação de amargor e adstringência na bebida do café parecer estar associada principalmente à presença dos ácidos dicafeoilquínicos (Clifford & Ohiokpeha, 1983).

Os compostos fenólicos voláteis, de maneira geral, apresentam características sensoriais bem variadas, sendo responsáveis pelo odor de matéria-queimada, de especiarias, de cravo, de fumo e também pela sensação de amargor e adstringência encontradas na bebida do café (Dart & Nursten, 1985). Em função da sua concentração há indícios de que cafés de pior qualidade possuam maior concentração de polifenóis (Pimenta, 1995; Pereira, 1997).

Os teores de compostos fenólicos totais podem variar em consequência do número de defeitos como verificado por Pereira (1997), quando constatou a elevação na concentração de polifenóis com a inclusão de diferentes defeitos em cafés de bebida estritamente mole e Mendonça et al. (2007) que encontraram menor valor médio em amostras sem defeitos quando comparado com o teor em amostras com defeitos.

2.5.15 Polifenoloxidase

A polifenoloxidase é uma enzima cúprica de elevada importância na determinação dos atributos de qualidade de vários frutos e vegetais e a única conhecida que cataliza a oxidação aeróbica de compostos fenólicos, sendo estes compostos um dos que mais influenciam na qualidade, principalmente sabor e aroma do café, e de muitos produtos vegetais (Amorim & Silva, 1968).

Frutas e vegetais contendo polifenóis em sua composição química, quando expostas ao ar sofrem escurecimento, causado pela ação da polifenoloxidase sobre os fenóis existentes, que são oxidados a ortoquinonas, que se polimerizam facilmente formando compostos escuros, as melanoidinas. Essas reações são mais facilmente observadas em vegetais de cores claras como banana, batatas e maçãs (Bobbio & Bobbio, 2003).

No caso do café, segundo Carvalho et al. (1994), cafés de melhor qualidade de bebida possuem elevada atividade enzimática de polifenoloxidase. Estes autores verificaram que as variações da atividade enzimática da

polifenoloxidase permitem separar as classes de bebida, constatando assim um aumento significativo na atividade da polifenoloxidase à medida que o café se apresenta com melhor qualidade. Chagas et al. (2007), observaram melhor qualidade dos grãos na produção de cafés especiais de alguns municípios da região Sul de Minas Gerais através da maior atividade da polifenoloxidase, indicando menor ocorrência de fator injúria nas diversas fases desde a colheita até o produto próprio para consumo, sendo o café classificado como melhor bebida.

Os diferentes estádios de maturação apresentam atividades distintas para a atividade dessa enzima. Ao se comparar sua atividade em grãos de café oriundos de frutos colhidos nos estádios de maturação verde, verde cana e cereja, Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) observaram menores atividades nos frutos verdes. Resultados semelhantes também foram observados por Pimenta (1995), que encontrou valores médios de 54,37 u/min/g de amostra em cafés verdes, sendo classificados como não aceitáveis (bebida riada e rio); 63,90 u/min/g de amostra, para cafés verde cana; 66,29 u/min/g de amostra para cafés passa/seco, classificados como fino (bebida mole e apenas mole) e 68,54 u/min/g de amostra, para cafés cerejas, classificados como extra-fino (bebida estritamente mole).

2.6 Classificação do café

A determinação da qualidade do café brasileiro compreende duas fases distintas: a classificação por tipos ou defeitos e a classificação pela bebida. Além desses dois aspectos principais o café pode também ser classificado por: peneira, cor, torração e descrição. A qualidade do café refere-se ao conjunto de características organolépticas do grão ou da bebida que lhe imprimem valor comercial (Malavolta, 2000).

A valorização da qualidade do café é uma antiga preocupação, levando os setores ligados à atividade cafeeira no Brasil a elaborar normas de classificação do café em 1917 (Chagas & Costa 1996), sendo essa classificação atualmente determinada através da COB - Classificação Oficial Brasileira - Dec. LEI nº 27.173 de 14/9/1949.

2.6.1 Classificação por tipo

A classificação por tipo é feita segundo a Tabela Oficial Brasileira de Classificação do Instituto Brasileiro do Café (1977) tomando-se uma amostra de 300 gramas de café beneficiado, acondicionada em latas apropriadas, identificadas e representando fielmente o lote analisado, independente do número de sacas, que receberá classificação nos tipos de 2 a 8 (Segges, 2001). Essa classificação é baseada no número de defeitos e segundo Coelho (2000), a presença de frutos verdes, além de constituir por si só um tipo de defeito (grão verde), pode dar origem a defeitos piores como os grãos pretos verdes, oriundos de uma secagem de forma inadequada como observado por Santos (2005), encontrando maior número de defeitos na fração bóia que foi secada no terreiro em relação à secagem mista.

2.6.2 Classificação pela bebida

Para conhecer a qualidade da bebida do café, realiza-se a prova da xícara, pela qual o provador avalia as características de sabor e aroma. A classificação da bebida tem dois objetivos fundamentais: conhecer a qualidade do café a ser comercializado e definir as ligas ou blends que valorizem determinados lotes de café. É influenciada pela presença de grãos verdes, verdes-pretos, pretos ou ardidados, ou ainda pela ocorrência de fermentações nos grãos, durante a fase de colheita ou preparo (Bártholo, 1997).

O sabor característico do café deve-se à presença e aos teores de vários constituintes químicos voláteis, destacando-se, entre eles, os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, etc., e também à ação de enzimas sobre alguns destes constituintes, o que irá gerar, como produtos de reações, compostos que interferirão no sabor na “prova de xícara”. A presença de muitos destes compostos está relacionada ao processo fermentativo conduzido nos grãos (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A subjetividade da prova de xícara é bastante discutida, visto ser limitada pela aptidão do provador. Estudos estatísticos têm colocado em dúvida a precisão com que esses provadores classificam o café com relação à qualidade da bebida, (Cortez, 1988). Para Chagas (1994) e Pimenta et al. (1997), de um modo geral, tem-se observado que o teste sensorial baseado na prova de xícara considera a bebida dura como valorização máxima do café, o que dificulta as avaliações em trabalhos de pesquisa.

Souza (1996) relata que as classificações tradicionais quanto à qualidade do café, pelos testes sensoriais (prova de xícara) e classificação por tipo, têm-se mostrado insatisfatórias à redefinição dos padrões de qualidade e a estratégia de diferenciação entre as empresas de torrefação, para segmentar o mercado e buscar abastecê-lo com produtos de qualidades peculiares.

De acordo com Teixeira (1995), quando se utilizam pessoas como instrumentos de medida, torna-se necessário controlar cada uma das condições e métodos de avaliação para reduzir erros. Esta dificuldade persiste até o momento quando diferentes critérios são julgados visando selecionar cafés especiais havendo necessidade de maior refinamento, visando a detectar nuances que diferenciem e enquadrem estes cafés.

Vários estudos visando a correlacionar a composição química dos grãos de café com a qualidade da bebida já foram realizados (Amorim, 1978; Carvalho et al., 1989; Prete, 1992; Chagas, 1994; Carvalho et al., 1994; Pimenta, 1995;

Pereira, 1997; Pimenta, 2000b; Pimenta, 2001; Malta et al., 2005; França & Jesus, 2007).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.T. da E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica**. 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

ALVES, E.; CASTRO, H. A. de. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1993. p.329.

AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. Piracicaba, 1978. 136p Tese em Bioquímica - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

AMORIN, H.V.; AMORIN, V.L. Coffee enzyme and coffee quality. In: ORY, R.L.; ANGELO, A.J. St. (Ed.). **Enzymes in food and beverage processing**. Washington: American Chemical Society, 1977. p.27-56.

AMORIN, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. **Nature**, New York, v.219, n.5152, p.381-382, July 1968.

ANDRADE, E.; PEREIRA, R.; VILELA, T. **Composição química do café sob diferentes processamentos**. 2007. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=391>>. Acesso em: 16 jan. 2008.

ANDROCIOLI FILHO, A.; CARNEIRO FILHO, F.; LIMA, F.B.; SCHOLZ, M.B. dos S.; FERREIRA, D.; BONATO, L.C.; CARVALHO, M.V. R de. Influência da espessura de camada e do tempo de movimentação do café no terreiro na duração da secagem e na qualidade do produto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p.203-204.

ANTHON, G.E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N.; BARRETT, D.M. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.6153-6159, 2002.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4thed. Washington, 2001.

ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Relation entre la actividad de la polifenoloxidadase (PFO) y las pruebas de catacion como medidas de la bebida de café. **Cenicafé**, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, abr./jun. 1975.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ. **Exportação de café**. 2007. Disponível em: <http://www.abic.com.br/cafe_composicao.html>. Acesso em: 20 jan. 2008.

BARRIOS, B.E.B. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto Rio Grande – Sul de Minas Gerais**. 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BÁRTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20, 1977.

BICALHO, U.O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; COELHO, A.H.R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.136-146, 2000.

BOBBIO, A.F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3.ed. São Paulo : Varela, 2003. 238p.

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Caracterização dos gradientes de temperatura e umidade do café nos sentidos radial e longitudinal em secadores rotativos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro, BA: EMBRAPA/CAFÉ. 2003. p.162.

BORÉM, F.M. **Pós colheita do café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 103p. (Especialização Latu Sensu).

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R.; CHAGAS, S.J.R.; OLIVEIRA, E.C.; SILVA, P. Características químicas e físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) secado em diferentes pavimentações e espessuras de camadas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5, 2007, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: 2007. EMBRAPA/CAFÉ. CD Rom.

BRANDO, C.H.J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despolpado ou lavado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p. 342-346.

BURNS, J.; GARDNER, P.T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G.G.; LEAN, M.E.J.; CROZIER, A. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p. 5797-5808, 2001.

CAMARGO, A.P.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 18., 1992, Araxá, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1992. p.70-74.

CARVALHO, A.; SONDAHL, M.R.; SLOMAN, C. Teor de cafeína em seleções de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas, MG. **Anais. . .** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p.111-113.

CAMPOS, M.A.P. Estudo químico-fisiológico dos elementos minerais: macro e microelementos. In: CHAVES, N. (Ed.) **Nutrição básica e aplicada**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978. cap. 9, p.33-155.

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

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

CARVALHO, V.D. de.; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. de R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p.25-26.

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73p. (Especialização Latu Sensu).

CHAGAS, S.J.R.; COSTA. **Análise da qualidade da bebida do café pelo método químico e pela “prova de xícara”**. Lavras: EPAMIG, 1996. (EPAMIG Circular Técnica, 68).

CHAGAS, S.J.R.; MALTA, M.R.; BORÉM, F.M.; REINATO, C.H. Formas de processamento e secagem visando a melhoria da qualidade do café produzido em pequenas propriedades agrícolas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumo Expandido...** Águas de Lindóia, SP: EMBPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

CHALFOUN, S.M. **O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais** – relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996. 171p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M.C.; ANGÉLICO, C.L.; MACIEL, W.P. Coffee chemical composition effect on the fungi development and mycotoxins synthesis. In: INTERNATIONAL IUPAC SYMPOSIUM ON MYCOTOXINS AND PHYCOTOXINS, 12. 2007, Istambul. **Resumos...** Istambul: International Union of Pure and Applied Chemistry. 2007. p.1015.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CLIFFORD, M.N.; OHIOKPEHAI, O. Coffee astringency. **Analytical Proceedings**, v.20, n.2, p.83-86, 1983.

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, MG.

CORREA, P.C.; AFONSO JÚNIOR, P.C.; PINTO, F. de A. de C.; OLIVEIRA, T.T. de. Efeito da temperatura de secagem na cor e dos grãos de café processados por “via seca” e “via úmida”. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.23, n.5, p.22-27, 2002. Especial Café.

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

CO

CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.27-31, 1994.

CORTEZ, J.G. **Melhoramento da qualidade do café brasileiro**: influência de sistemas de produção e processamento sobre algumas características da bebida. 1996. 48 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

COSTA, P. de S. C.; CARVALHO, M. L. M de. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, jan./fev. 2006.

CUNHA, D.F.; CUNHA, S.F.C. Microminerais. In: OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. (Ed.). **Ciências nutricionais**. São Paulo: Savier, 1998. cap. 9, p.142-143.

DART, S.K.; NURSTEN, H.E. **Coffee chemistry**. London: Elsevier Applied Science, 1985. v.1, 250p.

ENCYCLOPEDIA OF FOOD SCIENCE, TECHNOLOGY AND NUTRITION - ACADEMIC, 1993. **Composição química café**. Disponível em: <http://www.abic.com.br/cafe_composicao.html>. Acesso em: 08 nov. 2007.

FAVARIN, J. L.; VILLELA, A. L. G.; MORAES, M. H. D.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; NETO, D.D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p. 187-192. 2004.

FAVARIN, J.L.; VILELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; DOURADO-NETO, D. Infecções microbianas e qualidade potencial da bebida de café obtidas de frutos cerejas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro: CBP&D/CAFÉ-EMBRAPA/CAFÉ. 2003. p.174-175.

FERNANDES, S.M.; PINTO, N.A.V.D.; THÉ, P.M.P.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. de. Teores de polifenóis, ácido clorogênico, cafeína e proteína em café torrado. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.3, p.197-199, set./dez. 2001.

FERREIRA, V.L. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 86p. (Instrução Técnica, 19).

FRANÇA, A.C.; JESUS, A.M.S. Qualidade físico-química de duas cultivares de café em quatro estádios de maturação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: CBP&D/CAFÉ – EMBRAPA/CAFÉ. CD Rom.

FRANK, H.A.; LUM, N.A.; DELA CRUZ, A.S. Bactéria responsible for mucilage layer decomposition in Kona coffee cherries. **Applied Microbiology**, New York, v.13, p.201-207, 1965.

FREIRE, A.C.F.; MIGUEL, A.C. Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estádios de maturação em Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEÍRAS, 12., 1985, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p.210-14.

GLASSER, W.G. **Lignin**: properties and materials. Washington: American Chemical Society, 1989.

GRAHAM, D.M. Caffeine: its identity, dietary sources, intake and biological effects. **Nutrition Reviews** v.36, p.97-102, 1978.

GOULART, P.F.P.; ALVES, D.J.; CASTRO, E.M. de; FRIES, D.D.; MAGALHÃES, M.M.; MELO, H.C.de. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.662-666, maio/jun. 2007.

GOUVEIA, N.M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.:** observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade de Campinas. Instituto de Biologia, Campinas.

MEGAAGRO – O AGRONEGÓCIO NA INTERNET. **Classificação do café**. 2007.
Disponível em: <http://www.megaagro.com.br/cafe/art_class_cafe.asp>. Acesso em: 05 nov. 2007.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee**: the chemistry of quality. 2.ed. San Diego: Academic, 1996. 253p.

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

JONES, K.L.; JONES, S.E. Fermentations involved in the production of cocoa, coffee and tea. **Prog. Ind. Microbiology**, v.19. p.411-456, 1984. extenso

JULKUNEN-TIITTO, R. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 33, n.2, p.213-217, 1985.

KUMAR, D. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. **A review. Kenya Coffee**, Nairobi, v.44, n.519, p.9-47, 1979.

LINDLEY, M.G. The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. **Trends in Food Science e Technology**, v.9, p.336-340, 1998.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos de café crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOPES, R.P. **Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem**. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MACRAE, R. Nitrogenous Components. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R (Ed.). **Coffee: Chemistry**. London: Elsevier Applied Science, 1985. p. 83-152.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil**: agronomia, agricultura e comercialização. São Paulo: Ceres, 2000. 464p.

MALTA, M.R.; PEREIRA, R.G.F.A.; CHAGAS, S.J.R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. In: V SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: CBP&D/CAFÉ – EMBRAPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

MASOUD, W.; CESAR, L.B.; JESPERSEN, L.; JAKOBSEN, M. Yeast involved in fermentation of *Coffea arabica* in East Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. **Yeast**, v.21, p.549– 556, 2004.

MATIELLO, J.B. Qualidade e produtividade, conceitos-exigências dos consumidores. Cafés: especiais, cereja, despulpados e comum de terreiro. In: CICLO DE DEBATES SOBRE CAFÉ, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FIEMG, 1993. 12p.

MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO; VITÓRIA, A.P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.8, n.1, p.67-74, 1996.

MENDONÇA, L. M.V.L.; PEREIRA, R. G. F.A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.239-243, abr./jun. 2005.

MENDONÇA, L.M.V.L.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, A.N.G.; BORÉM, F.M.; MARQUES, E.R. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.413-419, mar./abr. 2007.

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

MORAES, R. de M.; ANGELUCCI, E.; SHIROSE, I.; MEDINA, J.C. Determinação de sólidos solúveis em cafés arabica e canephora. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p. 199-221, 1973/74.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L.C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.296-299, maio/ago. 2003.

OLIVEIRA, G.A. de.; VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A.; BORÉM, F.M. Qualidade dos cafés cereja, bóia e mistura submetidos a diferentes tipos de secagem. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA: CBP&D/CAFÉ- EMBRAPA/CAFÉ. 2003. p.182.

OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Savier, 1998.

OLIVEIRA, M.E.B.de; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A.de A.C.; SILVA, M. das G.G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.326-332, Sept./Dec. 1999.

OLIVEIRA, S.D.; FRANCA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A.; BORGES, M.L.A. The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. **Food Chemistry**, n.90, p.287-291, 2005.

PÁDUA, F.R.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; LOPES, L.M.V.; MELO, W.C.; MORAIS, A.R de. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento, do café torrado e moído. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.5, p.15-21, 2002. Especial Café,

PEREIRA, L.F.P.; GALVÃO, R. M.; KOBAYASHI, A.K. Produção de etileno e expressão do gene de ACC-oxidase durante a maturação de frutos de *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.17, n.3, p.283-289, July/Sept. 2005.

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

PEZZOPANE, J.R.M.; JÚNIOR, M.J.P.; THOMAZIELLO, R.A.; CAMARGO, M.B.P. de. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, SP, v.62, n.3.499-505p. 2003.

PIMENTA, C.J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

PIMENTA, C.J.; CHAGAS, S.J.R.; COSTA, L. Pectinas e enzimas pectinolíticas em café (*Coffea arabica* L.) colhido em quatro estádios de maturação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.1079-1083, 2000a.

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

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

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.2, p.3-10, 2001. Especial Café.

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R.; JÚNIOR, C.C. Componentes de parede celular de grãos de frutos de CAFÉ (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n.2, p.203-209, 2004.

PINTO, N.A.V.D. **Avaliação química e sensorial de diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado**. 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PINTO, N.A.V.D.; SANTANA, M.S.; ALVES, R.L; PARISI, B.C.; CARVALHO, V.D.de. Caracterização eletroforética e quantificação das frações protéicas do café cru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÊ, 1999 p.129-130.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

SAKIYAMA, C.C.H.; PAULA, E.M.; PEREIRA, P.C.; HARA, A.; SILVA, D.O. Quantificação e caracterização da microbiota da superfície de frutos de café (*Coffea arabica* L.) em Viçosa, MG durante a safra de 2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Poços de Caldas, MG: CBP&D/CAFÉ – EMBRAPA/CAFÉ, 2000. v.1. 179-182p.

SANTOS, M.A. **Influência do preparo por via úmida e tipos de secagem sobre a composição física, físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.)**. 2005. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SEGGES, J.H. **Focalizando o café e a qualidade**. Seropédica, RJ: Universidade Rural, 2001. 130p.

SEYMOUR, G. B.; HARDING, S. E.; TAYLOR, A. J.; HOBSON, G. E.; TUCKER, G. A. Polyuronide solubilisation during ripening of normal and mutant tomato fruit. **Phytochemistry**, Kidlington, v.26, n.3, p.1871-1875, 1987.

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

SIQUEIRA, H.H. de. **Análises físico-químicas e sensoriais de café de diferentes tipos de processamentos durante a torração**. 2003. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**. Westport, p. 527-575, 1979.

SONDAHL, M.R.; SHARP, W.R. Research in *Coffea* spp. and applications of tissue culture methods. In: PADDOCK, E.F.; RAGHAVAN, V. (Ed.). **Plant cell and Tissue culture: principles and applications**. Columbus: Ohio State University, 1979. p.527-584.

SOUZA, S.M.C.de. **O café (*Coffea arabica* L.) na região do sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996. 171p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, S.M.C.de. Produção de café de qualidade II – Colheita, preparo e qualidade do café. Lavras: EPAMIG, 2000. 4p. (Circular Técnica, 118).

STADLER, R.H.; TURESKY, R.J.; MULLER, O.; MARKOVIC, J.; LEONGMORGENTHALER, P.M. The inhibitory effects of coffee on radical-mediated oxidation and mutagenicity. **Mutation Research**, v.308, n.2, p.177-190, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TANGO, J.S. Utilização industrial do café e dos seus subprodutos. **Boletim do ITAL**, Campinas, v. 28, p. 48-73, 1971.

TANIWAKI, M.H.; IAMANAKA, B.T.; VICENTINI, M.C. Fungos produtores de ocratoxina e ocratoxina A em cafés brasileiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA-Café/MINASPLAN, 2000. p. 720-722.

TEIXEIRA, E. **Apostila de análise físico-sensorial**. Florianópolis: Ed: UFSC. 1995. 105p.

TURATTI, J. M. Extração e caracterização de óleo de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p.1533-1539.

UKERS, W. H. The chemistry of the coffee bean. In: UKERS, W.H. (Ed.). **All about coffee**. 2.ed. New York: Inter-American, 1976. cap. 24, p.293.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VIDAL, H. M. **Composição lipídica e a qualidade do café (Coffea arábica L.) durante armazenamento**. 2001. 93f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VILELA, E.R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas – pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1998. p.219-274.

VILELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural durante o processo de secagem.** 2002. 60p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAPÍTULO 2

PRINCIPAIS GÊNEROS E SEÇÕES FÚNGICAS ASSOCIADOS A FRUTOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDOS A CINCO TEMPOS ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM

RESUMO

ANGÉLICO, Caroline Lima. Principais gêneros e seções fúngicas associados a frutos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. In: _____. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem**. 2008. Cap. 2, p. 43-75. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*, Brasil.

Frutos de café da cultivar Acaíá foram coletados no município de Perdões - MG e separados manualmente após a derricha no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos), sendo posteriormente acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento variando em 0, 1, 2, 3 e 4 dias. Após cada período, foram retiradas amostras de frutos para a realização de análises microbiológicas, objetivando determinar os principais gêneros e seções fúngicas encontrados associados a esses frutos, bem como observar o comportamento desses microrganismos sobre os processos fermentativos e verificar a influência do ensacamento sobre a ocorrência de fungos toxigênicos. Os resultados demonstraram que o ensacamento promoveu variação na diversidade e na intensidade da microbiota fúngica nos diferentes estádios de maturação, além de proporcionar um maior desenvolvimento de uma levedura no estádio de maturação cereja que inibiu os fungos toxigênicos. No estádio passa/seco, o aumento no tempo de ensacamento favoreceu a ocorrência de *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus niger var niger*. A classificação da bebida pela prova de xícara correlacionou com a quantidade de frutos infestados por leveduras. Todos os *Aspergillus ochraceus* produziram ocratoxina A. *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus flavus* não produziram micotoxinas. No teste in vitro, a levedura não promoveu alterações sobre o desenvolvimento de *Aspergillus niger var niger*, porém reduziu o crescimento micelial dos *Aspergillus ochraceus*.

Palavras-chave: café, estádio de maturação, microbiota fúngica, fermentação, ocratoxina A, sucessão de microrganismos.

* Comitê de Orientação: Dr. Carlos José Pimenta – UFLA (Orientador); Dra. Sára Maria Chalfoun – EPAMIG; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

ABSTRACT

ANGÉLICO, Caroline Lima. Main genera and sections fungi associated to cherries coffee in different ripening phases and submitted to five bagging periods before drying. In: _____. **Coffee quality (*Coffea arabica* L.) in different ripening phases and submitted to five bagging periods before drying.** 2008. Cap. 2, p. 43-75. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil*.

Coffee fruits of cultivar Acaiá were collected in the Perdões city in Minas Gerais State and manually separated after stripping method in four ripening phases (green/green cane, cherry, overripe/dry and fruit mix). After separation, they were put in polyethylene bags and submitted to five bagging periods varying from 0, 1, 2, 3 and 4 days. After each period, samples to microbiological studies were taken aiming to determine the main fungi genera and sections associated to these fruits and also observe the behavior of these microorganisms on the fermentative process and verify the influence of bagging on the occurrence of toxigenic fungi. The results of microbiological analysis showed that, bagging provided a variation on the diversity and on the intensity of the fungi microbiota in the different ripening phases and favoured a larger development of a yeast in cherry ripening phase that inhibited the toxigenic fungi. In overripe/dry phase the increase of bagging time favoured the occurrence of *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus niger var niger*. The analysis of cup test and the amount of fruits infested by yeast were consistent. All *Aspergillus ochraceus* produce ochratoxin A. *Aspergillus niger var niger* and *Aspergillus flavus* didn't produce micotoxins. In vitro test the yeast didn't promote changes on the development of *Aspergillus niger var niger* however it promoted a reduction on the mycelial growth of *Aspergillus ochraceus*.

Key words: coffee, ripening phase, fungi microbiota, fermentation, ochratoxin A, succession of microorganisms.

* Guidance Committee: Dr. Carlos José Pimenta – UFLA (Adviser); Dra. Sára Maria Chalfoun -EPMIG; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

1 INTRODUÇÃO

Um café de boa qualidade é obtido através de um programa de Boas Práticas Culturais e de Preparo, oferecendo manejo adequado na pré e pós-colheita dos frutos, evitando dessa forma o comprometimento dos grãos quanto à qualidade e segurança.

Tendo em vista a sua composição com alto teor de açúcar o fruto de café com alta umidade se constitui em um meio de cultura propício ao desenvolvimento de microrganismos. Quando cafés maduros são amontoados na presença de umidade observa-se uma sucessão de fermentações favorecidas pelas condições de anaerobiose (Scholz et al., 2000).

O desenvolvimento de processos fermentativos nos frutos após a colheita é uma situação não desejável, porém alguns entraves que ocorrem após a derriça, podem ocasionar sua ocorrência. O ensacamento dos frutos logo após a derriça, por causa de dificuldades de transporte imediato para o terreiro, a ocorrência de chuvas durante a colheita ou até mesmo a falta de espaço no terreiro, por ocasião do seu mau dimensionamento, são alguns exemplos desses entraves.

Apesar de ser bastante combatida, a prática de ensacamento não apresenta muitos dados científicos com relação ao seu real efeito sobre a qualidade do café e sobre a sua microbiota, necessitando assim de maiores informações sobre tais processos fermentativos, assim como também se faz necessário o estudo do comportamento dos diferentes estádios de maturação por ocasião desse procedimento.

Diante desse fato, neste trabalho objetivou-se:

- avaliar os principais gêneros e seções fúngicas encontrados associados a frutos de café colhidos nos estádios de maturação verde/verde cana, cereja, passa/seco e fração mistura previamente ensacados antes da secagem por até quatro dias;

- estudar a sucessão e observar o comportamento desses microrganismos sobre os processos fermentativos por ocasião do ensacamento;
- verificar a influência do ensacamento sobre a incidência de fungos toxigênicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do ensaio e metodologia de coleta das amostras

Os ensaios microbiológicos do presente trabalho foram desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Centro Tecnológico do Sul de Minas - EPAMIG/CTSM, localizado no campus da UFLA.

O presente estudo foi realizado em amostras de café provenientes de duas colheitas consecutivas nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. A lavoura de café onde foram coletados os frutos está localizada na Fazenda Estância da Lagoa, no município de Perdões - MG. Frutos de café da cultivar Acaíá foram coletados e separados manualmente após a derriça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). No primeiro ano, a fração mistura foi constituída por cerca de 8% de frutos verde/verde cana, 81% de frutos cereja e 11% de frutos passa/seco. No segundo ano, a derriça dos frutos procedeu-se mais cedo e a composição foi de 21% de frutos verde/verde cana, 72% de frutos cereja e 7% de frutos passa/seco. Para cada estágio, foram separados 120 litros de frutos, resultando em três repetições compostas por 40 litros cada. Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem em terreiro (T0, T1, T2, T3 e T4 correspondendo a 0, 1, 2, 3 e 4 dias). A temperatura na massa no período da tarde foi em média de 27°C no estágio verde/verde cana, 30°C na fração mistura, 33°C no estágio cereja e 28°C no estágio passa/seco.

Após cada período, foram retiradas amostras compostas, contendo quantidade suficiente de frutos para a realização dos estudos microbiológicos. O restante foi secado de forma convencional, em terreiro de cimento com vários

revolvimentos ao dia, para posteriormente serem providenciadas as análises físicas, químicas, físico-químicas e qualitativas.

2.2 Plaqueamento dos frutos

Amostras dos frutos de café foram retiradas no fundo, no meio e na superfície do saco de polietileno trançado e, posteriormente, homogeneizadas formando uma amostra composta. Este procedimento foi realizado nas três repetições em todos os estádios de maturação.

O plaqueamento para a obtenção dos principais gêneros fúngicos ocorridos nos frutos de café do presente estudo, foi através do método de Blotter Test (Tempe, 1963) com desinfestação para a observação somente da microbiota presente no interior dos frutos, evitando assim, que eventuais contaminações por ocasião do manuseio pudessem interferir nos resultados.

Para o plaqueamento foram utilizadas placas de Petri de 12,5cm de diâmetro contendo 2 folhas de papel germinal previamente esterilizados. O papel germinal foi umedecido com cerca de 10mL de água destilada e esterilizada.

A desinfestação dos frutos foi realizada com álcool 70% por 1 minuto, seguido de hipoclorito de sódio 5% por 30 segundos e posterior lavagem por três vezes com água destilada e esterilizada. Após o procedimento de desinfestação, as placas de Petri contendo as amostras, foram incubadas em estufa do tipo Biochemistry Oxygen Demand (BOD) à temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, durante 10 dias. Passado o período de incubação foi realizada a contagem dos principais gêneros fúngicos provenientes das amostras com o auxílio de um microscópio estereoscópio marca Phoenix CP 608.

O experimento foi realizado em 4 repetições sendo cada placa de Petri constituída por 25 frutos, num total de 100 frutos avaliados por repetição, sendo, portanto, os dados apresentados em porcentagem de infestação.

2.3 Identificação de fungos das Seções Circumdati, Nigri e Flavi e determinação do potencial toxigênico de *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus flavus* obtidos dos frutos de café (*Coffea arabica* L.)

Diante da ocorrência de microrganismos fúngicos pertencentes às Seções Circumdati, Nigri e Flavi, Seções estas que incluem espécies potencialmente produtoras de micotoxinas, surgiu a necessidade de se identificar os isolados e também verificar se os mesmos eram produtores de micotoxinas.

Os isolados foram obtidos aleatoriamente das frações cereja, mistura e passa/seco. Foram selecionadas 12 colônias de *Aspergillus* da Seção Circumdati, 4 colônias de *Aspergillus* da Seção Nigri e 2 colônias de *Aspergillus* da Seção Flavi. Posteriormente, foi providenciada a determinação do potencial ocratoxigênico dos fungos das Seções Circumdati e Nigri através da técnica de Plug Agar segundo descrito por Filtenborg & Frisvad (1980), sendo os isolados fúngicos inoculados em meio de cultura Yeast Extract Sucrose (YES) e incubados por 7 dias em Biochemistry Oxygen Demand (BOD) a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. Em seguida, discos de 10mm de diâmetro, contendo o micélio de cada fungo foram colocados distantes 1,5cm do outro em placas de Cromatografia de Camada Delgada (CCD) tendo como fase móvel Tolueno, Acetato de Etila e Ácido Fórmico 90% (50:40:10) para a observação da fluorescência a 366nm através do cromatovisor Camag.

A determinação do potencial aflatoxigênico pelos fungos da Seção Flavi, foi através da utilização do meio de cultura à base de leite de coco (CAM) conforme descrito por Lin & Dianese (1976).

A identificação quanto à espécie dos isolados procedeu-se conforme Chalfoun & Batista (2003), Klich (2002) e Batista (2000), sendo os fungos isolados em meio de cultura CYA e incubados a 25°C e 37°C por um período de 7 dias.

2.4 Competição entre *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus ochraceus* com a levedura

Foi verificado, que, no estágio de maturação cereja a presença de leveduras inibiu o desenvolvimento dos fungos filamentosos, dentre eles, os potencialmente toxigênicos com o aumento no tempo de ensacamento. Diante dessa constatação foi realizado o teste *in vitro* visando a avaliar o comportamento desses microrganismos em condições controladas.

Neste ensaio foram utilizadas três colônias de *Aspergillus ochraceus* previamente identificadas e três colônias de *Aspergillus niger var niger* obtidas por meio do plaqueamento pelo método Blotter Test (Tempe, 1963). A colônia de levedura foi obtida de frutos cerejas através de diluição conforme metodologia descrita por Pitt & Hocking (1989).

As leveduras apresentam estruturas relativamente simples, porém de identificação mais complexa que a de outros fungos, sendo baseada em diferenças morfológicas e propriedades bioquímicas (Heritage, et al., 1996), por isso, durante a realização do ensaio no presente estudo, não foi possível a sua identificação, que será providenciada para estudos futuros.

O experimento foi realizado em triplicata em placas de Petri de 9cm de diâmetro, contendo meio de cultura MEA. Com duas semanas de antecedência a inoculação dos fungos, a levedura foi inoculada em um dos lados da placa através de espalhamento com alça de Drigalsky, pelo fato de haver maior lentidão no seu desenvolvimento à 25°C, em relação aos fungos testados. Após esse período, com o auxílio de palitos de madeira, foram inoculados os fungos no lado oposto ao da levedura. Posteriormente, as placas foram incubadas em BOD à temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, durante 7 dias visando a observar o comportamento de ambos frente a um mesmo ambiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Plaqueamento dos frutos

Os principais gêneros fúngicos encontrados nos frutos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento estão inseridos nas Tabelas 1 e 2.

Silva et al. (2000) isolaram a microbiota presente em cafés cerejas de 15 localidades de Minas Gerais nas fases de pré e pós-colheita. Das 624 cepas identificadas, 43,8% eram bactérias e 56,2% fungos, sendo 16,1% de leveduras e 40,1% de fungos filamentosos.

Observa-se que nos dois anos de estudo, o estágio de maturação verde/verde cana apresentou uma menor diversidade de gêneros fúngicos em relação às outras frações ocorrendo somente presença dos gêneros *Fusarium* e *Colletotrichum*. Tal fato pode ser justificado pela composição química dos frutos verdes ser adversa ao desenvolvimento da maioria dos microrganismos pela presença de pouca mucilagem, porém estes dois gêneros apresentaram comportamento diferenciado diante dessas condições.

Segundo Souza (1996), os frutos verdes são resistentes ao ataque de microrganismos tanto na planta quanto nas fases de colheita e armazenamento, mas conferem características indesejáveis à bebida, transmitindo-lhe a característica de adstringência em consequência do elevado teor de fenólicos apresentado e prejudicando também o tipo e a bebida.

Ao contrário, do estágio de maturação verde/verde cana, foi observado no estágio de maturação cereja, maior diversidade de microrganismos fúngicos e um grande número de frutos infestados por leveduras. Essa constatação pode ser consequência da constituição da mucilagem, que de acordo com Carvalho (1997), se encontra totalmente formada no fruto no seu ponto ideal de maturação

que é o estágio cereja e que serve como um bom substrato para a multiplicação dos fungos filamentosos e das leveduras.

No estágio de maturação passa/seco foi observada a presença de grande número de frutos colonizados por *Cladosporium sp.* que é um fungo, relacionado com melhores padrões de bebida, sendo considerado inclusive como agente bioprotetor do café. Apesar da ocorrência de infestação por fungos nos estádios anteriores, sua presença seria eficiente para a preservação da qualidade, pois foi observado que principalmente no estágio verde/verde cana, a maioria dos frutos apresentou infestação por *Fusarium* e *Colletotrichum* somente no pedúnculo. A semelhança do estágio de maturação cereja, nesta fração também houve grande diversidade de gêneros e seções.

A fração mistura, pela sua constituição, apresentou valores intermediários de frutos infestados por fungos e leveduras.

TABELA 1 Valores médios (%) dos principais gêneros e seções fúngicas associados a frutos de café em diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006

Estádio de Maturação	Gênero/Seção*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Verde/verde cana									
T0	67	32	-	-	-	-	-	-	-
T1	50	35	-	-	-	-	-	-	-
T2	52	38	-	-	-	-	-	-	-
T3	68	47	-	-	-	-	-	-	-
T4	69	53	-	-	-	-	-	-	-
Cereja									
T0	6	1	2	5	-	2	3	2	44
T1	17	5	2	4	2	2	3	-	63
T2	2	5	-	1	-	-	-	-	96
T3	7	6	-	4	-	-	1	-	89
T4	12	10	-	1	-	-	-	-	79
Passa/Seco									
T0	18	42	-	8	4	40	-	-	36
T1	26	53	-	-	8	47	-	-	39
T2	52	64	14	4	4	44	-	-	33
T3	32	74	15	4	1	52	-	-	27
T4	50	74	7	3	3	47	4	-	22
Mistura									
T0	27	5	1	-	-	2	1	-	42
T1	20	13	-	4	2	3	-	-	50
T2	11	6	-	2	1	-	-	-	34
T3	39	17	-	4	9	-	-	-	40
T4	44	16	1	4	5	2	1	-	28

*1 - *Fusarium sp.*; 2 - *Colletotrichum sp.*; 3 - Seção *Circumdati*; 4 - *Rhizopus sp.*; 5 - *Penicillium sp.*; 6 - *Cladosporium sp.*; 7 - Seção *Nigri*; 8 - Seção *Flavi*; 9 - Leveduras.

TABELA 2 Valores médios (%) dos principais gêneros e seções fúngicas associados a frutos de café em diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007

Estádio de Maturação	Gênero/Seção*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Verde/verde cana									
T0	77	37	-	-	-	-	-	-	-
T1	61	39	-	-	-	-	-	-	-
T2	58	33	-	-	-	-	-	-	-
T3	72	43	-	-	-	-	-	-	-
T4	82	58	-	-	-	-	-	-	-
Cereja									
T0	9	-	1	3	1	1	-	-	36
T1	13	-	-	3	-	2	-	-	81
T2	10	3	-	2	-	-	-	-	85
T3	4	5	-	-	-	-	1	-	90
T4	7	4	-	1	-	-	-	-	82
Passa/Seco									
T0	29	34	-	2	2	58	-	-	30
T1	26	43	-	-	2	49	-	-	27
T2	32	44	-	2	3	44	-	-	21
T3	37	56	10	6	7	57	2	-	22
T4	39	62	12	1	6	41	2	-	22
Mistura									
T0	21	6	1	2	-	1	1	-	35
T1	25	3	-	1	2	1	-	-	29
T2	19	7	1	2	2	-	-	-	30
T3	37	11	-	5	3	2	1	-	22
T4	41	17	1	2	5	-	-	-	24

*1 - *Fusarium sp.*; 2 - *Colletotrichum sp.*; 3 - Seção *Circumdati*; 4 - *Rhizopus sp.*; 5 - *Penicillium sp.*; 6 - *Cladosporium sp.*; 7 - Seção *Nigri*; 8 - Seção *Flavi*; 9 - Leveduras.

3.1.1 Gênero *Fusarium*

O gênero *Fusarium* apresentou maiores valores e com tendência de acréscimo à medida que se aumentou o tempo de ensacamento dos frutos no estágio de maturação verde/verde cana em relação às outras frações. Esse aumento no número de frutos infestados se baseia na suposição de que o processo de maturação continua depois que os frutos são colhidos, com isso pode haver maior formação de substratos importantes para o desenvolvimento fúngico.

Sua presença foi visualizada nas demais frações estudadas com menores valores no estágio cereja. Foi observado que apesar da maioria dos frutos em todos os estádios apresentar infestação por esse fungo, sua presença se deu muitas vezes na parte inferior do fruto, junto ao pedúnculo, indicando que possivelmente seja necessária a ocorrência de injúrias para sua colonização. Bitancourt (1957) observou que há necessidade de uma ruptura ou injúria na película dos frutos para que os microrganismos possam entrar no grão de café. Carrión & Bonet (2004) encontraram *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Beauveria* associados à broca-do-café e frutos de *Coffea arabica*. A interação mutualística entre a broca e o fungo *Fusarium solani* implica na presença de patógeno para os frutos de café (Carrión & Bonet, 2004).

De acordo com Batista et al. (2003), algumas espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são contaminantes toxigênicos do café. Em experimento realizado por Chalfon et al. (1999), foi observada alta incidência de *Fusarium roseum*, *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus* em contaminação interna dos grãos beneficiados de café. Os autores ressaltaram a importância da identificação dos metabólitos produzidos por esses fungos, além dos problemas de manejo nas fases de pré e pós-colheita, que permitem a invasão dos tecidos internos dos grãos de café. Martins et al. (2001), concluíram que a desinfestação reduziu significativamente a porcentagem de

Fusarium sp., *Cladosporium cladosporioides* e *Aspergillus ochraceus* nos grãos de café obtidos de frutos armazenados em coco, de grãos recém beneficiados e grãos armazenados. Dessa forma, deve-se dar bastante atenção aos cuidados no manejo no sentido de se evitar danos nos frutos e grãos contribuindo assim para um maior número de infestações por *Fusarium*.

Apesar do conhecimento sobre a toxicidade dos metabólitos produzidos pelo gênero *Fusarium*, o café não parece ser bom substrato para a produção dos mesmos, sendo na literatura encontrado diversos relatos sobre a ocorrência de fumonisinas em cereais principalmente milho.

3.1.2 Gênero *Colletotrichum*

O gênero *Colletotrichum* é freqüentemente relatado em várias espécies de plantas cultivadas no mundo inteiro, causando doenças e/ou de forma saprófita (Lopez, 2001). Danos ocasionados pela presença na cultura do café (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais está aumentando com o passar dos anos (Orozco Miranda, 2003). Podem promover a queda prematura dos frutos ou mantê-los mumificados na planta (Chen, 2002). Assim a sua presença em todos os estádios de maturação e na fração mistura preocupa no sentido econômico, pois é capaz de afetar diretamente a produção. Assim como o *Fusarium*, esse gênero também apresentou valores crescentes com o aumento no tempo de ensacamento na fração verde/verde cana.

3.1.3 Gênero *Rhizopus*

A ocorrência de *Rhizopus spp.* que é um fungo considerado saprófita, se apresentou em pequena quantidade nos estádios cereja, passa/seco e mistura de frutos. Sua presença não oferece riscos, visto ser um fungo não produtor de toxinas, muito encontrado em produtos armazenados.

Apesar de considerados saprófitas os fungos deste gênero são citados como um dos responsáveis pela redução na germinação de sementes de amendoim, causando danos na pré-emergência (Moraes & Mariotto, 1985).

Em café, apesar da freqüente ocorrência, não há relatos de danos causados por esse microrganismo na cultura. Seus efeitos benéficos são bastante evidenciados e utilizados, pois este gênero é responsável pela produção de uma grande variedade de enzimas e ácidos. Estudos recentes avaliam a capacidade de degradação de cafeína por esse gênero (Tagliari, 2003).

3.1.4 Gênero *Cladosporium*

No presente estudo, a alta incidência do gênero *Cladosporium* em todos os tempos de ensacamento no estágio de maturação passa/seco, indica que a secagem dos frutos na planta favorece a migração desse gênero para o interior da casca e, ainda, a presença de apenas algumas colônias no estágio de maturação cereja e na fração mistura indicam que a desinfestação pode ter sido capaz de remover os esporos dos frutos nesses estádios.

Martins et al. (2001) relatam que a alta ocorrência de *Cladosporium cladosporioides* em amostras sem desinfecção prévia demonstra a característica deste fungo de ser colonizador das partes externas de frutos e grãos de café. Segundo os autores, o crescimento externo deste fungo funciona como uma barreira à entrada de outros fungos prejudiciais à qualidade do café, sendo, portanto, referência à associação de *C. cladosporioides* a cafés de boa qualidade de bebida, justificando sua maior ocorrência em frutos seco.

Chalfoun et al. (2007) destaca a importância da utilização de fungicidas seletivos, visando a preservação desse microrganismo, considerado agente antagonista de fungos deletérios à qualidade do café, já que sua ocorrência em frutos de cafeeiro é freqüente e coincide com o período de controle de doenças na cultura.

3.1.5 Fungos toxigênicos do gênero *Penicillium* e Seções *Circumdati*, *Nigri* e *Flavi*

Vários microrganismos têm sido detectados ocorrendo associados a frutos e grãos de café desde a fase de cultivo até o processamento, na maioria das vezes relacionado com pior qualidade da bebida, envolvendo ainda aspectos de segurança do produto, por tratar-se, alguns desses microrganismos, de fungos toxigênicos (Freitas, 2000).

Nos estádios de maturação cereja, passa/seco e na fração mistura observou-se a ocorrência de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. No gênero *Aspergillus* foram encontrados frutos colonizados por microrganismos pertencentes às Seções *Circumdati*, *Nigri* e *Flavi*. A presença desses microrganismos não é desejável já que são potenciais produtores de micotoxinas, que são definidas como metabólitos secundários de fungos filamentosos sendo tóxicas ao homem e animais mesmo em pequenas concentrações (Pitt, 2000).

Inseridos no gênero *Penicillium* e nas Seções *Nigri* e *Circumdati* estão algumas espécies produtoras da micotoxina mais importante para o café, a ocratoxina A (OTA), cuja presença tem sido atribuída principalmente ao fungo *Aspergillus ochraceus* e espécies relacionadas, *Aspergillus carbonarius* e raramente por *Aspergillus niger* (Chalfoun et al., 2003). Embora o café não pareça ser um substrato ideal para a produção desta toxina, a presença destes fungos é um fator de risco considerando que em condições favoráveis de umidade e temperatura poderá ocorrer produção de ocratoxina A (Taniwaki, et al., 2000).

A presença de duas colônias pertencentes à Seção *Flavi* se deu somente no estádio de maturação cereja no primeiro ano e no tempo zero. Esse fato pode ser devido à composição química do café conter cafeína e compostos fenólicos.

Chalfoun et al. (2007), encontrou efeito inibidor total da cafeína sobre o desenvolvimento de *Aspergillus parasiticus*, produtor de aflatoxinas.

Pode-se perceber também que a ocorrência de microrganismos toxigênicos pertencentes ao gênero *Penicillium* e a Seção *Circumdati* a exemplo da Seção *Flavi*, se deu somente até o primeiro dia de ensacamento no estágio de maturação cereja pelo surgimento de leveduras que inibiram o desenvolvimento desses fungos (Figura 1).



FIGURA 1 Leveduras envolvendo os frutos no estágio de maturação cereja (A). Detalhe do envolvimento das leveduras nos frutos (B). Levedura em microscópio ótico (C).

Essa observação fica ainda mais evidente com a constatação de que os números médios de frutos infestados pelos gêneros *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Rhizopus* e com a Seção *Circumdati* foram menores em relação ao estágio passa/seco e fração mistura com exceção da Seção *Nigri* que apresentou maiores valores. Ainda nesse estágio foi observado uma maior diversidade de Gêneros e Seções.

No estágio passa/seco ocorreu um número maior de frutos infestados com o gênero *Penicillium*, que não sofreu alterações em função dos diferentes tempos de ensacamento, fungos da Seção *Circumdati* ocorreram a partir do

segundo dia de ensacamento no primeiro ano e a partir do terceiro dia no segundo ano, apresentando número maior de frutos infestados em relação às outras frações e a Seção Nigri ocorreu no último tempo no primeiro ano e nos dois últimos no segundo ano. A maior ocorrência desses gêneros nesse estágio indicam que possuem potencial para se destacarem melhor em condições de atividade de água mais baixa. Observou-se também que aliado ao aumento de frutos infestados por esses fungos, houve redução no número de frutos infestados por leveduras, ao contrário do ocorrido no estágio de maturação cereja.

3.1.6 Leveduras

Vários são os açúcares que podem ser utilizados no processo metabólico das leveduras, sendo o etanol e o gás carbônico os principais produtos finais da atividade fermentativa. A utilização dos carboidratos pelas mesmas ocorre por meio de anaerobiose e por processos respiratório ou oxidativo (Beux & Soccol, 2004).

Em consequência da ausência de mucilagem, o estágio de maturação verde/verde cana apresentou ausência de leveduras. No estágio de maturação cereja, houve redução no número de frutos infestados a partir do terceiro dia de ensacamento no ano 1 e a partir do quarto dia no ano 2. Essa redução pode estar relacionada com a possível degradação da mucilagem pelas leveduras com o avanço no tempo de ensacamento. No estágio de maturação passa/seco houve redução no número de frutos infestados à medida que se aumentou o tempo de ensacamento nos dois anos.

3.1.7 Sucessão de microrganismos

Diante dos resultados, observa-se que a sucessão da microbiota fúngica no presente estudo foi *Fusarium sp.*, *Coletotrichum sp.*, Leveduras, *Cladosporium sp.*, *Penicillium sp.*, Seção Circumdati, Seção Nigri e Seção Flavi.

Observou-se que nenhum estádio esteve isento de microrganismos, sendo todos considerados prejudiciais, exceto *Cladosporium sp.*

3.2 Identificação de fungos das Seções Circumdati, Nigri e Flavi e determinação do potencial toxigênico de *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus flavus* obtidos dos frutos de café (*Coffea arabica* L.)

No estádio de maturação passa/seco, a maior observação de frutos infestados por fungos das Seções Circumdati e Nigri a partir do tempo 2 de ensacamento, pode ser atribuído ao ensacamento, pois neste estádio foi constatado menor infestação por leveduras. A baixa atividade de água nesse estádio, também pode ter contribuído para um maior desenvolvimento destas Seções, pois estes microrganismos toleram esse tipo de situação. Já no estádio de maturação cereja, a presença dessas Seções e também da Seção Flavi, somente até o primeiro dia, pode ser atribuído ao fato de que o aparecimento de leveduras possa ter contribuído para a inibição do desenvolvimento desses microrganismos. A fração mistura não apresentou relação definida de microrganismos potencialmente toxigênicos com o tempo de ensacamento. Dessa forma, pode-se concluir que o ensacamento por períodos superiores a um dia não é aconselhável, pois pode agravar o problema de fungos toxigênicos.

Todos os isolados da Seção Circumdati foram identificados como *Aspergillus ochraceus* por apresentarem escleródios de coloração púrpura, uma das características utilizadas para sua identificação. De acordo com Batista (2000), as primeiras características observadas para se diferenciar espécies de

Aspergillus da Seção *Circumdati* são a produção e a cor dos escleródios e o crescimento a 37°C e, ainda, segundo o autor, escleródios de coloração púrpura a rosa produzidos pelas espécies de *Aspergillus ochraceus* e conídios pequenos e próximos de lisos são as maiores características para distinguirem estas espécies das demais. No presente estudo, constatou-se que quanto maior a intensidade de fluorescência produzida pelos isolados, maior foi a produção de escleródios pelo mesmo em meio de cultura YES após 15 dias de incubação.

Todas as espécies de *Aspergillus ochraceus* foram consideradas ocratoxigênicas, pois apresentaram fluorescência em menor ou maior intensidade quando comparadas ao padrão de ocratoxina A (Tabela 7). Chalfoun & Batista (2006) encontraram na Seção *Circumdati*, 90% de isolados produtores de OTA, principalmente *Aspergillus ochraceus* ao estudar a presença de OTA em amostras de café obtidas de diferentes frações e formas de processamento.

TABELA 3 Intensidade da fluorescência da ocratoxina A produzida por diferentes isolados de *Aspergillus ochraceus* em relação ao padrão de OTA

Intensidade da Fluorescência	<i>Aspergillus ochraceus</i>												Padrão
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	+	++	+	+	++	+++	++	++	+	+	+	+	+++

Os isolados da Seção *Nigri* foram identificados como *Aspergillus niger var niger* e não apresentaram fluorescência, sendo considerados não produtores de ocratoxina A. Batista (2000), avaliando 28 isolados de fungos da Seção *Nigri*, sendo 18 *Aspergillus niger var awamori*, 7 *Aspergillus niger var niger* e 3 *Aspergillus foetidus* também não encontrou ocratoxina A em nenhum dos isolados.

Os dois isolados da Seção *Flavi* identificados como *Aspergillus flavus* não apresentaram fluorescência característica da produção de aflatoxinas em meio de cultura à base de leite de coco por até 5 dias de incubação, sendo

consideradas não produtoras dessa micotoxina. A aflatoxina e a esterigmatocistina são menos freqüentemente mencionadas no café (Naidu, 1996).

3.3 Classificação da bebida pela prova de xícara e sua relação com a infestação dos frutos pelas leveduras

Com base nos resultados observados quanto à porcentagem de infestação dos frutos por leveduras surgiu a idéia de comparar os resultados com a classificação da bebida pela prova de xícara.

Nas Tabelas 4 a 7 estão inseridas as classificações quanto à prova de xícara por três provadores e a ocorrência de frutos infestados com leveduras.

Observando a Tabela 4, pode-se notar que a classificação pelos três provadores não variou em função dos tempos de ensacamento, esse acontecimento foi em consequência da composição química do estádio verde/verde cana não ser favorável para a ocorrência de processos fermentativos.

TABELA 4 Classificação da bebida pela prova de xícara realizada por três provadores em cafés de estádio de maturação verde/verde cana submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem

Ensacamento (dias)	2005/2006			2006/2007		
	P1*	P2	P3	P1	P2	P3
0	dura verde	verde	verde	dura verde	verde	verde
1	dura verde	verde	verde	dura verde	verde	verde
2	dura verde	dura verde	dura verde	dura verde	dura verde	dura verde
3	dura verde	dura verde	verde	dura verde	verde	verde
4	dura verde	verde	dura verde	dura verde	dura verde	dura verde

*P1 – provador 1; provador 2; provador 3.

TABELA 5 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos do estádio de maturação cereja submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Ensacamento (dias)	2005/2006			% leveduras	2006/2007			% leveduras
	P1	P2	P3		P1	P2	P3	
0	dura	dura	dura	44	dura	dura	dura	36
1	dura ferm	dura	dura	83	dura ferm	rio	rio	81
2	dura ferm	dura	dura	96	dura ferm	dura ferm	dura ferm	85
3	dura ferm acent	dura	dura	89	dura ferm	dura	dura	90
4	dura ferm acent	Ferm	dura ferm	79	dura ferm	dura ferm	dura ferm	82

*P1 – provador 1; provador 2; provador 3.

Pela Tabela 5, verifica-se que no primeiro ano a partir do primeiro dia de ensacamento foi percebido por um dos provadores o gosto de fermentação na bebida. No segundo ano, essa percepção foi evidenciada por todos os provadores no terceiro dia. Observa-se que no primeiro dia de ensacamento, o número de frutos infestados por leveduras dobra em relação ao tempo zero.

À medida que aumentou o tempo de ensacamento, houve pequena redução no número de frutos infestados por leveduras, provavelmente pela degradação da mucilagem. Apesar dessa redução, a bebida foi classificada como pior com o aumento do período. Dessa forma, pode-se deduzir que houve formação de ácidos indesejáveis pelas leveduras e os outros microrganismos.

Esses ácidos são responsáveis em proporcionar ao café aromas e sabores indesejáveis e principalmente a característica conhecida como “fermentado” pelos provadores (Carvalho, 1997).

TABELA 6 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos do estágio de maturação passa/seco submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem

Ensacamento (dias)	2005/2006			% leveduras	2006/2007			% leveduras
	P1*	P2	P3		P1	P2	P3	
0	dura	dura	dura	36	dura	dura	dura	30
1	dura	dura	dura	39	dura	dura	dura	27
2	dura	dura/ rio	dura/ rio	33	dura	dura/ rio	dura/ rio	31
3	dura	dura	dura	27	dura	dura	dura	22
4	dura/ riada	rio	rio	30	dura	dura	dura	22

*P1 – provador 1; provador 2; provador 3.

Em relação ao estágio de maturação passa/seco, observa-se na Tabela 6, que não houve muita variação no número de frutos infestados pelas leveduras e na classificação pela prova de xícara com o aumento no tempo de ensacamento em relação ao tempo zero nos dois anos. Apenas no primeiro ano houve uma pior classificação no tempo 4.

TABELA 7 Comparação da classificação da bebida pela prova de xícara por três provadores e a relação com a % de leveduras nos frutos da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem

Ensacamento (dias)	2005/2006			% leveduras	2006/2007			% leveduras
	P1	P2	P3		P1	P2	P3	
0	dura	dura riada	dura	42	dura	dura	dura	35
1	dura ferm	dura	dura	50	dura	dura	dura	29
2	dura ferm	dura	dura	34	dura	dura	dura	30
3	dura ferm	dura ferm	dura ferm	40	dura	dura verde	dura verde	22
4	dura riada ferm	dura ferm	dura ferm	28	dura ferm	dura	dura	24

*P1 – provador 1; provador 2; provador 3.

Na Tabela 7, pode ser observado que fração mistura, no primeiro ano, o provador 1 detectou gosto de fermentação na bebida já no primeiro dia de ensacamento, enquanto os outros provadores perceberam alterações somente no terceiro dia. No segundo ano, somente o provador 1 detectou fermentação no último dia. Assim pode-se atribuir essa não percepção à antecipação da colheita, com a fração mistura contendo um teor mais elevado de frutos verdes.

3.4 Competição entre *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus niger* var *niger* com a levedura

A observação quanto a possível inibição do crescimento micelial dos fungos testados pela levedura foi realizada diariamente. No período de sete dias de incubação, as colônias fúngicas dos isolados de *Aspergillus* da Seção Nigri entraram em contato com a levedura. Não foi observado halo de inibição e nem redução no crescimento micelial nos três isolados, pela levedura, apenas uma ligeira diminuição na densidade de esporos foi observada quando esses microrganismos entraram em contato com a mesma (Figura 2A), sendo que posteriormente a esse período, o fungo se sobressaiu em relação a levedura, tomando toda a placa. O diâmetro de 8cm das colônias colocadas no mesmo ambiente que a levedura foi o mesmo que o das colônias testemunhas após 7 dias de incubação (Figura 2B).

Já os três isolados de *Aspergillus ochraceus* possivelmente sofreram redução no diâmetro micelial pela presença da levedura. As testemunhas apresentaram diâmetro médio de 5,3cm aos sete dias de incubação (Figura 3A), enquanto as colônias fúngicas inseridas no mesmo ambiente que a levedura, desenvolveram cerca de 2,1cm de diâmetro no mesmo período (Figura 3B). Dessa forma, pode-se supor que houve formação de algum metabólito pela levedura que foi liberado no meio e que foi capaz de inibir o desenvolvimento micelial das colônias de *Aspergillus ochraceus*. Masoud & Kaltoft (2006), encontraram um efeito inibitório de leveduras das espécies *Pichia anomala*, *Pichia kluyveri* e *Hanseniaspora uvarum*, predominantes durante o processamento do café sobre o crescimento de *Aspergillus ochraceus* nos meios de cultura MEA e CA. Em seu estudo, os autores observaram inibição mais intensa no crescimento do fungo no meio de cultura MEA, além do retardamento na germinação dos esporos em meio de cultura Levedura Glucose Peptona.

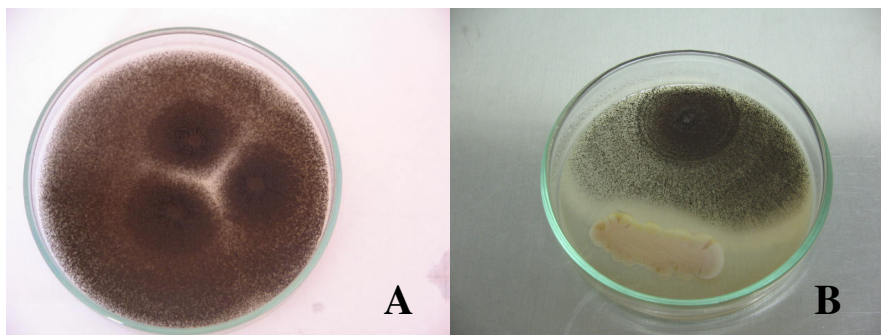


FIGURA 2 (A) Colônia de *Aspergillus niger var niger* em meio de cultura MEA com 7 dias. (B) Colônia de *Aspergillus niger var niger* e a levedura em meio de cultura MEA com 7 dias.

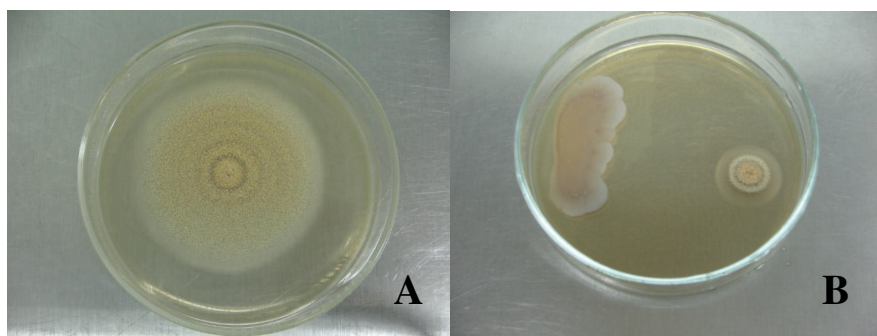


FIGURA 3 (A) Colônia de *Aspergillus ochraceus* em meio de cultura MEA com 7 dias. (B) Colônia de *Aspergillus ochraceus* e a levedura em meio de cultura MEA com 7 dias.

Diante dos resultados obtidos, à confirmação do seu real efeito sobre os fungos contaminantes do café.

4 CONCLUSÕES

O efeito do ensacamento sobre a microbiota fúngica associada aos frutos variou quanto à diversidade e intensidade de acordo com os diferentes estádios de maturação.

O ensacamento proporcionou um maior desenvolvimento de uma levedura no estágio de maturação cereja que inibiu os fungos toxigênicos *Aspergillus ochraceus* e promoveu características negativas na bebida.

O ensacamento aliado à baixa atividade de água contribuiu para o aumento de frutos infestados por *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger var niger* e pelo gênero *Penicillium*.

No teste “in vitro” a levedura apresentou potencial positivo na inibição do desenvolvimento micelial de *Aspergillus ochraceus*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, L.R. **Identificação, potencial toxigênico e produção de micotoxinas de fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 188p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M.; PRADO, G.; SCHWAN, R.F.; WHEALS, A.E. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 85, n. 3, p. 293-300, Aug. 2003.
- BEUX, M.R.; SOCCOL, C. R. Microbiota isolada durante as fases de pré e pós colheita dos grãos de café associada a qualidade e sanidade da bebida. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, p. 155-172, 2004.
- BITANCOURT, A.A. O tratamento das cerejas de café para melhorar a bebida. **O Biológico**, v.23, p.1-11, 1957.
- CARRIÓN, G.; BONET, A. Mycobiota associated with the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) and its galleries in fruit. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, p.492-499, 2004.
- CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura Empresarial: produtividade e qualidade do café**. Lavras:UFLA/FAEPE,1997. 73p.
- CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. **Fungos associados a frutos e grãos do café: Aspergillus e Penicillium**. Brasília: EMBRAPA, 2003. 69p.
- CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. Incidência de ocratoxina A em diferentes frações de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 28-35, abr./jun. 2006.
- CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J.R.; PEREIRA, M.C. Determinação da microbiota associada externa e internamente a grãos beneficiados de café. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 25, n. 4, p. 369-372, 1999.

- CHALFOUN, S.M.; CUNHA, R.L. da.; CARVALHO, V.L. de.; NOGUEIRA, D.A. Seletividade de fungicidas cúpricos e sistêmicos sobre o fungo *Cladosporium cladosporioides* em cafeeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.1, 85-87p. jan./mar. 2007.
- CHEN, Z. **Morphocultural and pathogenic comparisons between *Colletotrichum kahawae* and *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from coffee berries**. 2002. 163f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica) - Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- FILTENBORG, O.; FRISVAD, J.C. A simple screening-method for toxigenic moulds in pure cultures, **Lebensmittel wissenschaft and Technologie**, v. 13, p.128-130, 1980.
- FREITAS, R.F. **Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiado de diversos municípios da região Sul de Minas Gerais**. 2000. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- KLICH, M.A. **Identification of common *Aspergillus* species**. Utrecht, Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures. 116p, 2002.
- LIN, M.T.; DIANESE, J.C.A. Cocconut Agar Médium Rapid Detection of Aflatoxin Production by *Aspergillus spp.* **Phytopathology**, v. 66, p.1466-1469, 1976.
- LOPEZ, A.M.Q. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.9, p.291-338, 2001.
- MARTINS, A.N.; SILVEIRA, A.P. de.; SILVA, R.J.N. Avaliação da microbiota presente em café armazenado e recém beneficiado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória, ES. **Resumos...** Brasília: CBP&D-CAFÉ/EMBRAPA-CAFÉ. 2001. p.59.
- MASOUD, W.; CESAR, L.B.; JESPERSEN, L.; JAKOBSEN, M. Yeast involved in fermentation of *Coffea arabica* in East Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. **Yeast**, v.21, p.549– 556, 2004.

MASOUD, W.; KALTOFT, S.H. The effects of yeasts involved in the fermentation of *Coffea arabica* in East Africa o growth and ochratoxin A (OTA) production by *Aspergillus ochraceus*. **International Journal of Food Microbiology**, v.106, 229-234p. 2006.

NAIDU, R. Mycotoxins in coffee. **Indian Coffee**, v.60, n.8, p.9-11, 1996.

OROZCO MIRANDA, E.F. **Caracterização morfológica, molecular, bioquímica e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados ao cafeeiro em Minas Gerais e Comparação com *Colletotrichum kahawae*.** 2003. 147p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PITT, J. I. Toxigenic fungi: which are important. **Medical Mycology**, Oxford, v. 38, p. 17-22, 2000. Supplement.

PITT, J. J.; HOCKING, A. D. Methods for isolation, enumeration and identification. In: _____. **Fungi and food spoilage**. 2.ed. Gaithersburg: Aspen, 1989. p. 21-57.

SCHOLZ, M.B.S dos; ANDROCIOLI FILHO, A.; CARNEIRO FILHO, F. Ocorrência de fermentação durante a secagem em terreiro convencional. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA-Café/MINASPLAN, 2000. v.1.695-698p.

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

SOUZA, S.M.C.de. **O café (*Coffea arabica* L.) na região do sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos.** 1996. 171p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TAGLIARI, C.V.; SANSON, R. K.; ZANETTE, A.; FRANCO, T. T.; SOCCOL, C. R. Degradação de cafeína por *Rhizopus delemar* em biorreator de colunas usando casca de café como substrato. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.34, p.102-104, nov. 2003.

TEMPE, J. The blotter method for seed health testing. **Copenhagen**, v. 28. n.1, p.133-151, Jan. 1963.

CAPÍTULO 3

**ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E
CLASSIFICAÇÃO POR TIPO E PELA BEBIDA EM CAFÉS DE
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDOS A
CINCO TEMPOS DE ENSACAMENTO ANTES DA SECAGEM**

RESUMO

ANGÉLICO, Caroline Lima. Análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara) em cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem. In: _____ **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.** 2008. Cap. 3, p. 77-142. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação quanto ao tipo e bebida pela prova de xícara foram realizadas em frutos de café da cultivar Acaia coletados no município de Perdões - MG e separados manualmente após a derriça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento variando em 0, 1, 2, 3 e 4 dias. Após cada período, as amostras foram secas no terreiro de cimento para posterior beneficiamento e realização das análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação quanto ao tipo e bebida pela prova de xícara. Os resultados apontaram que os parâmetros condutividade elétrica, lixiviação de potássio, sólidos solúveis totais, açúcares totais, açúcares não redutores e atividade da polifenoloxidase se apresentaram como importantes marcadores de qualidade. A classificação da bebida pela prova de xícara apresentou indícios de subjetividade. Pelos resultados obtidos conclui-se que o ensacamento dos frutos antes da secagem promoveu perda de qualidade dos grãos a partir do primeiro dia.

Palavras-chave: café, estágio de maturação, ensacamento, composição química, marcadores de qualidade.

* Comitê de Orientação: Dr. Carlos José Pimenta – UFLA (Orientador); Dra. Sára Maria Chalfoun - EPAMIG; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

ABSTRACT

ANGÉLICO, Caroline Lima. Physical, chemical, physico-chemical and type classification and beverage by cup test in coffees in different ripening phases and submitted to five bagging periods before drying. In: _____. **Coffee quality (*Coffea arabica* L.) in different ripening phases and submitted to five bagging periods before drying**. 2008. Chap. 3, p.77-142. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil*.

Physical, chemical, physico-chemical analysis and type classification and beverage by cup test were made in coffee fruits of cultivar Acaia, collected in Perdões city in Minas Gerais State and manually separated after stripping method in four ripening phases (green/green cane, cherry, overripe/dry and fruit mix). After separation, they were put in polyethylene bags and submitted to five bagging periods varying from 0, 1, 2, 3 and 4 days. After each period the fruits were dried in yard to posterior physical, chemical and physical-chemical analysis and type classification and cup test. The results showed that electrical conductivity, leaching of K, soluble solids, total sugars, non redutors sugars and polifenoloxidasis activity how importants quality markers. The cup test showed indícios of subjetivity. Through the obtained results it was concluded that the bagging of fruits before drying promoted loss of quality of beans a partir of first day.

Key words: coffee, ripening phase, bagging, chemical composition, quality markers.

* Guidance Committee: Dr. Carlos José Pimenta – UFLA (Adviser); Dra. Sára Maria Chalfoun - EPAMIG; Dr. Sílvio Júlio de Rezende Chagas – EPAMIG.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do café é obtida através de diversos parâmetros de natureza física e química dos grãos, além do atributo sensorial e da segurança do produto final. Diversos fatores como condições climáticas, variedades, tratamentos culturais, tipos de processamento, bem como cuidados nas fases de pré e pós-colheita, podem comprometer a qualidade e a segurança da bebida do café.

Dentre os manejos na pós-colheita, uma das recomendações técnicas mais difundidas é a de que o transporte dos frutos da lavoura para os terreiros de secagem deve ser realizado o mais rapidamente possível, evitando, dessa forma, que fiquem amontoados na área de produção, para minimizar o problema de fermentação, que, segundo alguns autores, acontece de maneira mais intensa quanto maior for a umidade dos frutos.

Devido à sua composição com alto teor de açúcar, o fruto úmido de café constitui um meio de cultura propício ao desenvolvimento dos microrganismos. Quando cafés maduros são amontoados na presença de umidade observa-se uma sucessão de fermentações favorecidas pelas condições de anaerobiose (Sholz et al., 2000) envolvendo uma fase alcoólica inicial, quase simultânea à fase acética, seguida, se forem dadas condições, de uma fermentação propiônica e butírica, responsáveis pelo aparecimento de gostos estranhos na bebida (Camargo et al., 1992).

A possibilidade de ocorrência de alguns entraves após a derrida, tais como chuvas durante a colheita; problemas de transporte para o local de secagem; o mau dimensionamento do terreiro, não comportando toda a produção de frutos colhidos e a não disponibilidade de secadores mecânicos pela maioria dos produtores, faz com que os frutos permaneçam ensacados à espera da esparramação para secagem por até alguns dias.

Assim, várias informações sobre os malefícios promovidos pelas fermentações que ocorrem nos frutos de café são apresentadas na literatura, com poucos trabalhos apresentando resultados concretos a respeito do que realmente os entraves acima mencionados possam vir a acarretar com a permanência dos frutos ensacados antes da secagem e também pela suposição de que diferentes estádios de maturação apresentam comportamentos diferenciados frente ao ensacamento, serviram de apoio para a realização do estudo em questão que apresentou os seguintes objetivos:

- verificar a composição física, química, físico-química e a classificação quanto ao tipo e bebida, pela prova de xícara em cafés dos estádios de maturação verde/verde cana, cereja, passa/seco e fração mistura previamente ensacados por diferentes tempos antes da secagem;
- selecionar os melhores marcadores da qualidade do café.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento

O presente estudo foi realizado em amostras de café provenientes de duas colheitas consecutivas nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. A lavoura de café onde foram coletadas as amostras está localizada na Fazenda Estância da Lagoa, no município de Perdões - MG. Frutos de café da cultivar Acaia foram coletados e separados manualmente após a derriça no pano em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). No primeiro ano, a fração mistura foi constituída por cerca de 8% de frutos verde/verde cana, 81% de frutos cereja e 11% de frutos passa/seco. No segundo ano, a derriça dos frutos procedeu-se mais cedo e a composição foi de 20% de frutos verde/verde cana, 67% de frutos cereja e 13% de frutos passa/seco. Para cada estágio, foram separados 120 litros de frutos, sendo cada repetição composta por 40 litros. Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de espera antes da secagem em terreiro (T0, T1, T2, T3 e T4 correspondendo a 0, 1, 2, 3 e 4 dias). No primeiro ano, os frutos tomaram chuva nos tempos 2, 3 e 4. A temperatura na massa no período da tarde foi em média de 27°C no estágio verde/verde cana, 30°C na fração mistura, 33°C no estágio cereja e 28°C no estágio passa/seco. Após cada período, os frutos foram secados de forma convencional em terreiro de cimento com vários revolvimentos ao dia visando uma secagem uniforme até os grãos atingirem em torno de 12% de umidade. Posteriormente, foram beneficiados e encaminhados para a realização das análises físicas e químicas no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides Carvalho pertencente a EPAMIG-CTSM e no Laboratório de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos - UFLA.

2.2 Metodologia utilizada nas análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara)

2.2.1 Umidade

O teor de umidade dos grãos foi determinado pela perda de peso em estufa ventilada a 105°C, por cerca de 24h até atingir peso constante (Brasil, 1992).

2.2.2 Peso de 100 grãos

Determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se balança analítica marca Marte com três casas decimais.

2.2.3 pH

O pH das amostras foi medido utilizando-se peagâmetro marca DIGIMED-DMPH-2.

2.2.4 Acidez titulável total

A partir do filtrado obtido pela agitação de 2 gramas de amostra em 50mL de água, a acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1N de acordo com técnica descrita pela (AOAC, 1990).

2.2.5 Extrato etéreo

O extrato etéreo foi obtido por extração com éter etílico, por 5 horas, em aparelho tipo Soxhlet, da Tecnal, segundo normas da (AOAC, 1990).

2.2.6 Proteína bruta

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Micro-Kjeldahl compreendendo as etapas de digestão com H₂SO₄, destilação com solução de

NaOH 50% e, finalmente, a titulação com solução de HCl 0,02 N, conforme procedimento da (AOAC, 1990). Foi utilizado o fator de conversão para proteína bruta equivalente a 6,25.

2.2.7 Cinza

Foi determinada pelo método gravimétrico com aquecimento a 550°C através de mufla, e, posteriormente utilizando balança analítica segundo (AOAC, 1990).

2.2.8 Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Determinada pelo método de Van Soest (1965), descrito por Silva (1998).

2.2.9 Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Determinada pelo método de Van Soest (1967), descrito por Silva (1998).

2.2.10 Celulose

A Celulose foi avaliada e determinada pela diferença entre FDA e Lignina, proposto por Silva (1998).

2.2.11 Hemicelulose

A Hemicelulose foi avaliada e determinada pela diferença entre FDN e FDA, proposto por Silva (1998).

2.2.12 Lignina

A Lignina foi avaliada e determinada a partir da FDA pelo método de Van Soest (1967), descrito por Silva (1998).

2.2.13 Pectina total e pectina solúvel

Foram determinadas através do método colorimétrico descrito por Bitter & Muir (1962).

2.2.14 Pectinametilesterase

O extrato enzimático da pectinametilesterase foi obtido segundo o processo de extração descrito por Buecher & Furmanski (1978) e a atividade da enzima foi determinada pelo método descrito por Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969).

2.2.15 Condutividade Elétrica

Determinada segundo Prete (1992). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

2.2.16 Lixiviação de Potássio

Realizada em fotômetro de chama Digimed DM-61 após 5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992). Os resultados foram expressos em ppm/g de amostra.

2.2.17 Teor de Cafeína

Determinada de acordo com o método colorimétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.2.18 Índice de coloração

Determinado pelo método descrito por Singleton (1966) com adaptações para café.

2.2.19 Compostos fenólicos totais

Foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963), utilizando como extrator o metanol 50% (U/V) e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

2.2.20 Ácido Clorogênico

Determinado por método fotométrico, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.2.21 Polifenoloxidase

O extrato enzimático da polifenoloxidase foi obtido segundo o processo de extração descrito por Draetta & Lima (1976) e a atividade da enzima foi determinada pelo método descrito por Ponting & Joslyng (1948).

2.2.22 Sólidos solúveis totais

Foram determinados através de refratômetro portátil Atago – Palette modelo PR-100 (0-32%), conforme normas da AOAC (1990).

2.2.23 Açúcares totais, redutores e não redutores

Foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1992), e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

2.2.24 Classificação por tipo

A classificação por tipo foi realizada pela soma do número de defeitos encontrados em 300g de amostras de café beneficiado, onde cada defeito recebeu sua equivalência, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 (Brasil, 2003).

2.2.25 Classificação pela bebida (Prova de xícara)

Foi realizada por provadores especializados do Café Bom Dia em Varginha-MG e Cooperativa Agrícola Alto do Rio Grande Ltda. em Lavras-MG.

2.2.26 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) num fatorial de 5 x 4 x 3 (5 tempos de ensacamento x 4 estádios de maturação x 3 repetições), exceto para as variáveis Cinzas, FDA, Lignina, Condutividade Elétrica e Lixiviação de K, pois pela não significância dos blocos, para estas variáveis foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Após a obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância. Para comparação das médias entre os diferentes estádios de maturação, foi utilizado o teste Scott-Knott ao nível de 1% e 5% de probabilidade e para observar a influência do ensacamento nos diferentes tempos, foi utilizado o teste de Regressão. Ambos os testes foram realizados utilizando-se o programa SISVAR, segundo a metodologia proposta por (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias referentes as análises de Umidade, peso de 100 grãos, pH, Acidez Titulável Total e Extrato Etéreo obtidas nos grãos de café do presente estudo estão apresentadas na Tabela 1. Para estes parâmetros não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes tempos de ensacamento, nem interação entre estágio de maturação e tempo de ensacamento, sendo detectadas diferenças entre os valores médios dos diferentes estádios.

TABELA 1 Valores* de umidade (%), peso de 100 grãos (g), pH, Acidez Titulável Total (mL NaOH 0,1N/100g) e Extrato Etéreo (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádios de maturação	Parâmetros Avaliados				
	Umidade (%)	Peso de 100 grãos (g)	pH	Acidez Titulável Total (mL NaOH 0,1N/100g de amostra)	Extrato Etéreo (%)
Verde/Verde Cana	10,61 A	13,83 C	5,85 A	263,75 C	13,72 A
Cereja	11,00 A	15,33 A	5,70 B	367,50 A	13,02 B
Passa/Seco	9,55 B	12,65 D	5,69 B	331,67 B	13,29 B
Mistura	10,47 A	14,52 B	5,68 B	321,67 B	13,13 B
CV (%)	12,52	5,47	1,57	11,49	5,66

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

3.1 Umidade

Verificou-se não haver diferença significativa entre os estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura. Os valores médios nestes estádios diferiram do estágio passa/seco, que apresentou menor teor de umidade (Tabela 1 e Tabela 1A). Dessa forma, como essa fração já se apresentava com

teor de umidade inferior às demais, seria necessário que o período de secagem da mesma fosse menor.

Com o teor de umidade acima de 13%, os grãos correm risco de sofrerem deteriorações, principalmente por microrganismos, e abaixo de 11%, o café permanece mais tempo ocupando mão-de-obra, espaço no terreiro, além da perda de peso e quebra de grãos no beneficiamento (Vilela & Pereira, 1998).

Em todos os estádios foram observados valores de umidade iguais ou inferiores ao intervalo proposto pelo IBC (1977), que é de 11 a 13%. Estes valores podem ser atribuídos ao fato de ter ocorrido um tempo maior que o necessário para a secagem dos frutos no terreiro. Assim, o monitoramento da secagem deve ser bastante rigoroso a fim de se evitar possíveis danos aos grãos e conseqüente perda de qualidade.

3.2 Peso de 100 grãos

Com relação a este parâmetro foi constatado haver diferenças significativas entre os diferentes estádios de maturação sendo que a maior média obtida foi no estádio cereja, seguido da parcela mistura e estádios verde/verde cana e passa/seco (Tabela 1 e Tabela 2A).

Pimenta et al. (2000), comparando diferentes estádios de maturação observou maior peso dos grãos de cafés colhidos no estádio cereja, seguido dos estádios verde cana, passa/seco e verde.

De acordo com Vilela (2002), os frutos de café na fase cereja apresentam um maior peso seguido dos frutos com estádio de maturação verde cana e seco/passa, sendo o menor peso apresentado pelos grãos colhidos verdes.

Dessa forma, o estádio de maturação cereja pode-se tornar um fator decisivo para o rendimento de produção, além de exercer influência na qualidade final do produto.

No presente trabalho, o fato de ter ocorrido maior peso de 100 grãos na parcela verde/verde cana em relação à parcela passa/seco possivelmente foi por haver cerca de 40% de frutos verde cana nesta fração.

3.3 pH

Com base no teste de médias para o parâmetro pH, pode-se observar que houve diferença significativa somente entre os estádios de maturação (Tabela 1 e Tabela 3A). O estágio verde/verde cana apresentou valor médio superior aos demais estádios, indicando apresentar menor acidez.

De acordo com Mendonça et al., 2005, o pH do café tem sido estudado como forma de avaliação da acidez perceptível considerada um importante atributo sensorial.

Os resultados do presente trabalho estão abaixo dos encontrados por Mendonça et al., 2005, que avaliaram diferentes cultivares de cafés provenientes de São Sebastião do Paraíso e encontraram valores na faixa de 6,39 a 6,62 e dos resultados obtidos por Siqueira & Abreu (2006), que ao estudar em diferentes processamentos de café encontraram valores de 5,88, 5,77 e 5,73, respectivamente para processamento natural, despulpado e descascado.

3.4 Acidez titulável total

O maior teor encontrado para acidez titulável total foi no estágio de maturação cereja, seguido das frações mistura e passa/seco, que não diferiram entre si, e finalmente, o menor valor foi obtido na parcela verde/verde cana (Tabela 1 e Tabela 4A). Pimenta (1995), descreve que menores valores de acidez titulável em grãos oriundos de frutos verdes se devem à ausência de mucilagem, não ocasionando fermentações nos açúcares dessa camada, originando ácidos que poderiam ser difundidos para o interior da semente. O mesmo autor, estudando grãos de café em diferentes estádios de maturação encontrou valor

médio de 247,86 mL NaOH 0,1N/100g de café para o estágio de maturação verde, 254,29 mL NaOH 0,1N/100g, para verde cana, 260,71 mL NaOH 0,1N/100g na fração cereja e 255,00 mL NaOH 0,1N/100g na parcela passa/seco.

As médias observadas no presente estudo foram bem superiores às encontradas na literatura e se mostraram acima da faixa de 212,2 mL NaOH/100g a 284,5 mL NaOH/100g de amostra, proposta por Carvalho et al. (1994). De acordo com Leite (1991) e Pimenta (1995), a intensidade da acidez da bebida varia predominantemente em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos.

3.5 Extrato Etéreo

De acordo com o observado na Tabela 1 e Tabela 5A, houve maior valor médio no teor de extrato etéreo na parcela verde/verde cana. Nas frações cereja, passa/seco e mistura, os valores não diferiram estatisticamente entre si.

Bassoli (1992), relatou que a influência do extrato etéreo na qualidade da bebida tem sido investigada ao afirmar que esses compostos podem sofrer hidrólises e oxidações em consequência de manejo inadequado antes e durante a colheita, a secagem e o armazenamento, alterando os aspectos físicos e sensoriais do café. Assim, pode-se inferir que em frutos com estágios de maturação mais avançados, a composição química talvez seja mais favorável a maior ocorrência de tais reações, o que pode ter contribuído para a ocorrência dos menores teores. No presente estudo, os valores de extrato etéreo estão na faixa proposta por este autor que é de 10 a 18%.

3.6 Proteína bruta

Para a variável proteína foram observadas diferenças significativas entre os estádios de maturação estudados (Tabela 2 e Tabela 6A). Diferenças também foram detectadas entre os tempos de ensacamento (Figura 1), porém a interação entre os mesmos não foi significativa. Isso demonstra que independentemente do estádio de maturação estudado, o teor de proteína aumentou a partir do tempo 3.

TABELA 2 Valores* de Proteína (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Proteína (%)
Verde/verde cana	14,02 A
Cereja	12,49 B
Passa/seco	11,81 C
Mistura	11,69 C
CV (%) = 4,2	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Dentre os estádios de maturação, observa-se que o maior teor médio foi encontrado no estádio verde/verde cana. Os valores médios do estádio passa/seco e da fração mistura não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores. A parcela cereja apresentou valor médio intermediário. Tais resultados estão de acordo com a faixa proposta por Bassoli (1992), que é de 9 a 16%.

O teor de proteína do café cru pode variar com a idade e variedade da planta, e também com o estádio de maturação dos frutos (Pimenta, 1995). O autor, avaliando frutos em diferentes estádios de maturação, observou que os grãos oriundos de frutos verdes apresentaram os maiores valores e atribuiu o fato, à presença de maiores teores de alguns aminoácidos que podem ser precursores de um sabor e aroma característicos deste estádio de maturação.

Observa-se na Figura 1, que não houve variação definida nos níveis de proteína nos três primeiros tempos, porém entre os tempos 3 e 4 houve um aumento. Os valores contradizem Pimenta (2001), que ao estudar tempo de ensacamento dos frutos por até 7 dias, encontrou valores decrescentes dessa variável, com o aumento do período de ensacamento atribuindo o fato a que processos fermentativos poderiam acarretar perda de proteínas possivelmente por degradações. O aumento nos níveis de proteína no presente estudo, não promoveu a extrapolação da faixa estabelecida de variação proposta por Illy e Viani (1996), que é de 8,7 a 16% para café arábica.

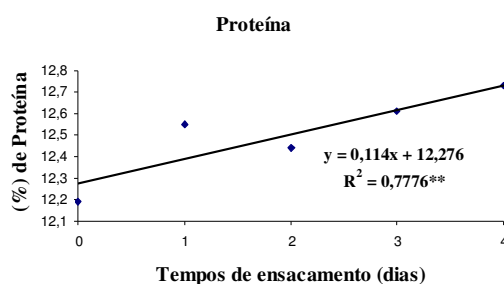


FIGURA 1 Teores de proteína (%) em grãos de café submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.7 Cinzas

Para a variável cinza foram observadas diferenças significativas entre os grãos nos diferentes estádios de maturação e diferentes tempos de ensacamento (Tabela 3 e Tabela 7A), bem como a interação entre esses tratamentos. Porém, ao avaliar os diferentes tempos de ensacamento, os dados não se ajustaram muito bem aos modelos linear e quadrático (Figura 2), optando-se, portanto, a

aplicação do teste de médias. No estágio verde/verde cana o ensacamento não foi significativo para essa variável.

Drews (1963) e Ukers (1976), estudando diferentes variedades de café encontraram teores de 3,5 a 4,5% de minerais. No presente estudo os valores se encontram na faixa citada pelos autores.

TABELA 3 Valores de Cinzas (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos** de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	3,80 b A	3,51 a B	3,28 b C	3,56 a B
1	3,75 b A	3,25 b B	3,28 b B	3,23 b B
2	3,73 b A	3,52 a B	3,47 a B	3,25 b C
3	4,00 a A	3,53 a B	3,52 a B	3,40 a B
4	3,60 b A	3,62 a A	3,27 b B	3,42 a B

CV (%) = 5,27

* Médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

** Médias com a mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

O amadurecimento é o resultado de mudanças complexas que ocorrem no fruto. As principais mudanças que podem ser observadas são: aumento de taxa respiratória, aumento na produção de etileno, aumento na concentração de açúcares, solubilização das substâncias pécicas, degradação de pigmentos, aumento na concentração de fenólicos e ácidos, produção de voláteis, variações nos teores de enzimas, vitaminas, minerais e mudanças na permeabilidade dos tecidos (Chitarra & Chitarra, 1984).

Os maiores valores médios da fração cinza foram encontrados nos grãos oriundos do estágio de maturação verde/verde cana e foram superiores estatisticamente aos demais quando se avaliou os estádios de maturação nos diferentes tempos de ensacamento. Essa ocorrência é possivelmente devido a

uma maior composição mineral nos grãos neste estágio de maturação e que segundo Pimenta (1995), decrescem com o amadurecimento. O autor encontrou teores 4,69% no estágio verde, seguido de 4,07% no estágio passa/seco e 3,65% e 3,61% para o estágio verde cana e cereja respectivamente.

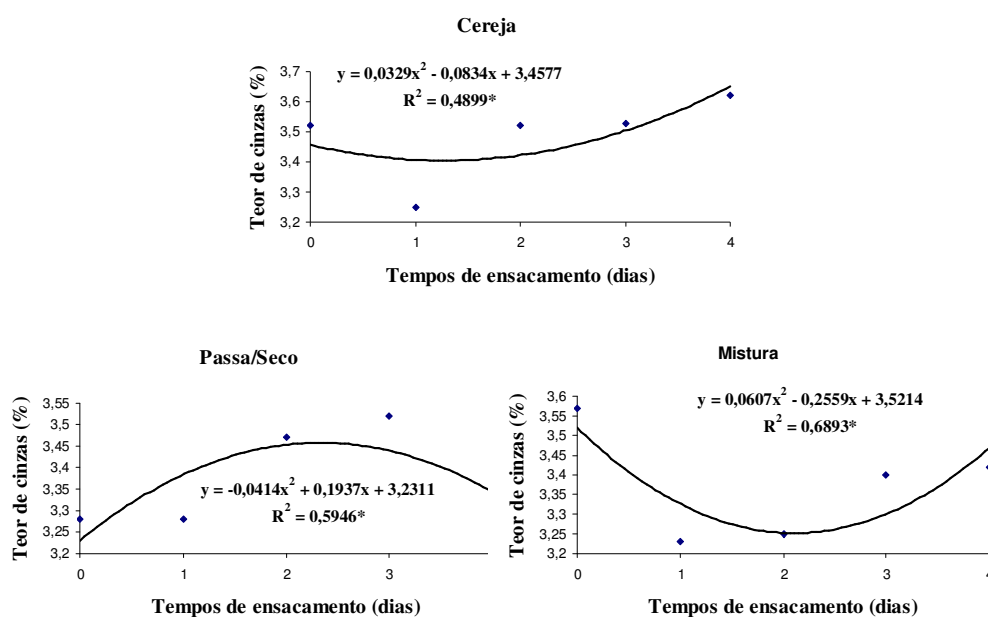


FIGURA 2 Teores de cinzas (%) em grãos de café nos diferentes estádios de maturação e fração mistura, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.8 Componentes da Parede Celular

3.8.1 Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Somente os tempos de ensacamento não foram capazes de influenciar os teores médios de FDN, porém diferenças significativas nos valores médios desse parâmetro entre os diferentes estádios de maturação, bem como a interação entre

os estádios nos vários tempos de ensacamento foram detectadas (Tabela 4 e Tabela 8A).

TABELA 4 Valores* de FDN (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	53,87 B	54,50 B	57,73 A	56,05 A
1	53,40 B	52,80 B	58,38 A	55,48 B
2	52,27 B	56,23 A	56,70 A	56,27 A
3	52,91 B	54,93 B	54,05 B	57,67 A
4	54,21 B	54,03 B	56,67 A	57,52 A
CV (%) = 3,84				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Observa-se que em todos os tempos de ensacamento estudados, o teor médio de FDN, foi menor no estágio de maturação verde/verde cana e cereja em relação aos demais. Nas parcelas passa/seco e mistura, os valores médios foram superiores na maioria dos tempos de ensacamento. A FDN é constituída basicamente de celulose, hemicelulose e lignina (Silva, 1998), portanto quanto maior o estágio de maturação, maior o teor de lignina (Tabela 10), o que justifica os menores valores na fração verde/verde cana e cereja e maiores valores no estágio passa/seco e na fração mistura, já que esta última possui frutos passa/seco na sua constituição.

Os valores médios estão abaixo da faixa encontrada por Pimenta (2001), que ao avaliar ensacamento de frutos de café por até 7 dias, achou valores de 59,85% a 60,87%, sem tendência definida de variação entre os tempos.

3.8.2 Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Para essa fração, constituída basicamente por celulose e lignina, não foram encontradas diferenças significativas para nenhum dos tratamentos avaliados, indicando que os diferentes estádios de maturação (Tabela 5 e Tabela 9A), os diferentes tempos de ensacamento (Tabela 6 e Tabela 9A) e a interação entre eles, não alteraram essa variável.

TABELA 5 Valores* de FDA (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	FDA (%)
Verde/verde cana	25,80 A
Cereja	25,99 A
Passa/seco	26,05 A
Mistura	25,82 A

CV (%) = 2,75

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

TABELA 6 Influência do ensacamento sobre os valores* de FDA (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	FDA (%)
0	25,89 A
1	25,91 A
2	25,88 A
3	25,98 A
4	25,92 A

CV (%) = 2,75

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

3.8.3 Celulose

Os teores médios de celulose diferiram apenas entre os estádios de maturação e encontram-se inseridos na Tabela 7 e Tabela 10A, podendo-se observar que o maior teor desse parâmetro foi encontrado na fração verde/verde cana.

TABELA 7 Valores* de celulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Celulose (%)
Verde/Verde cana	21,2 A
Cereja	20,1 B
Passa/Seco	20,3 B
Mistura	20,1 B
CV (%) = 3,03	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

A diminuição na firmeza de frutos durante o amadurecimento tem sido atribuída a modificações e à degradação dos componentes da parede celular tais como celulose, hemiceluloses e pectinas, o que, de certa forma, justifica os resultados obtidos no presente estudo. Esses mesmos autores avaliando o teor de celulose em polpa de pequi colhido em diferentes estádios de maturação observaram diminuição no teor de celulose com o avanço do estágio de amadurecimento. Trabalhos relacionados aos componentes da parede celular em grãos de café são muito escassos. Pimenta (2004), avaliando o efeito da amontoa em frutos de café até 7 dias, não encontrou variação definida nos valores de celulose até 5 dias de espera dos frutos para secagem, com diminuição no sexto e sétimo dia de repouso.

3.8.4 Hemicelulose

Para a fração hemicelulose, os valores médios encontrados, não diferiram estatisticamente entre os estádios de maturação (Tabela 8 e Tabela 11A) e entre os diferentes períodos de ensacamento (Tabela 9 e Tabela 11A). Esses resultados indicam que o aumento no estágio de maturação não promoveu alterações nos teores médios dessa variável e o não comprometimento da integridade dessa fibra em virtude dos processos fermentativos ocorridos nos frutos.

TABELA 8 Valores* de hemicelulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Hemicelulose (%)
Verde/Verde cana	30,33 A
Cereja	29,27 A
Passa/Seco	30,33 A
Mistura	30,00 A
CV (%) = 8,79	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

TABELA 9 Influência do ensacamento sobre os valores* de hemicelulose (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Hemicelulose (%)
0	29,00 A
1	30,13 A
2	30,00 A
3	30,53 A
4	30,25 A
CV (%) = 8,79	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

3.8.5 Lignina

Os teores de lignina encontrados nos grãos de café de diferentes estádios de maturação estão representados nas Tabelas 10 e 12A. Diante dos resultados, pode-se observar que houve diferença significativa somente entre os estádios de maturação estudados.

TABELA 10 Valores* de lignina (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	Lignina (%)
Verde/Verde cana	4,60 B
Cereja	5,72 A
Passa/Seco	5,71 A
Mistura	5,70 A
CV (%) = 6,77	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os estádios de maturação cereja e passa/seco e a fração mistura diferiram do estádio verde/verde cana, que apresentou valor para lignina inferior aos demais. Segundo Bobbio & Bobbio (2001), com o envelhecimento do vegetal, a pectina é enzimaticamente degradada com perda de rigidez do material estrutural, em parte compensada pela formação da lignina que torna o tecido vegetal duro. Os valores encontrados estão acima do proposto por Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997) que é de cerca de 2% de lignina em café verde e abaixo dos encontrados por Pimenta (2001) que verificou teores na faixa de 7,13% a 7,8% em cafés amontoados por até 7 dias.

3.8.6 Pectina Total

Os valores relacionados aos teores médios de pectina total estão inseridos nas Tabelas 11 e 13A. Para esse parâmetro os valores encontrados não promoveram diferenças significativas nos tempos de ensacamento, porém diferenças foram detectadas entre os estádios de maturação e na interação entre estágio de maturação e tempo de ensacamento.

TABELA 11 Valores* de pectina total (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	2,46 A	2,51 A	2,15 B	2,63 A
1	2,94 A	2,19 B	2,22 B	2,39 B
2	2,53 A	2,33 A	2,11 A	2,45 A
3	2,80 A	2,20 B	2,11 B	2,67 A
4	2,83 A	1,99 B	2,21 B	2,65 A
CV (%) = 11,82				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Na maioria dos resultados observados, nota-se que os estádios de maturação não apresentaram variações definidas entre si nos diferentes tempos de ensacamento.

Os valores médios para pectina total no estágio verde/verde cana e na fração mistura não diferiram entre si e foram superiores aos estádios cereja e passa/seco na maioria dos tempos de ensacamento. No estágio passa/seco observou-se os menores valores, exceto no tempo 2. O estágio cereja também se comportou de forma similar, pois nos tempos 3 e 4, apresentou valores inferiores as parcelas verde/verde cana e mistura. Tal observação pode ser considerada em

consequência da ocorrência natural, pois à medida que os frutos amadurecem, o teor de pectina total tende a diminuir.

A degradação de pectina geralmente é acompanhada por aumento na atividade de hidrolases da parede celular, tais como poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (Pimenta et al., 2000).

3.8.7 Pectina Solúvel

Os teores médios de pectina solúvel inseridos na Tabela 12 e Tabela 14A indicam que no estudo em questão houve diferenças entre os grãos de cafés de diferentes estádios de maturação e interação entre estádios de maturação e tempo de fermentação.

TABELA 12 Valores* de pectina solúvel (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	1,10 A	1,08 A	1,12 A	1,02 A
1	1,08 A	1,05 A	1,08 A	1,09 A
2	1,01 B	1,09 B	1,21 A	1,17 A
3	1,02 A	1,08 A	1,12 A	1,12 A
4	1,08 A	1,03 B	1,01 B	1,12 A

CV (%) = 6,72

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os teores de pectina solúvel não apresentaram variações definidas entre os estádios de maturação. No tempo zero e em um dia de ensacamento os valores para pectina solúvel em todos os estádios se apresentaram iguais. No estágio verde/verde cana, ocorreu variação somente no tempo 2 e no estágio cereja, nos tempos 2 e 4. A parcela passa/seco apresentou menor valor em relação aos outros estádios somente no tempo 4. A fração mistura apresentou

valores semelhantes ou superiores aos demais estádios. Neste estudo os valores de pectina solúvel nos grãos de café não sofreram influência dos processos fermentativos em decorrência do aumento no tempo de ensacamento. Decréscimo no teor de protopectina e pectina total é observado durante o amadurecimento, paralelamente ao aumento das pectinas solúveis na polpa da banana (Vilas Boas, 1995).

Segundo Hadfield & Bennett, (1998), as substâncias pécticas constituem-se na classe de polissacarídeos da parede celular que sofrem a mais marcante modificação durante o amadurecimento com o aumento, solubilização e despolimerização associados ao amolecimento dos frutos, o que não foi evidenciado no presente estudo.

Pimenta (2001), estudando diferentes tempos de amontoa dos frutos não encontrou relação definida para o teor de pectina solúvel nos grãos, justificando que alterações mais expressivas no teor de pectinas solúveis possam ter ocorrido na mucilagem dos frutos, e dessa forma, não afetando seus teores nos grãos.

Os valores médios encontrados foram inferiores ao estimado por Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997), que atribui teor de 2% de pectina solúvel em grão de café verde.

3.9 Pectinametilesterase

Várias enzimas têm participação na degradação de substâncias pécticas, dentre elas, as mais importantes e mais estudadas são as pectinametilesterases (PME) e as poligalacturonases (PG) (Fonseca et al., 1974).

Na Tabela 13 e Tabela 15A, está demonstrado que os valores médios para a atividade da PME diferiram estatisticamente entre os estádios de maturação, mas não sofreram influência pela ação do ensacamento, como demonstrado por Pimenta et al. (2004). Os autores encontraram diferenças significativas, entre os diferentes tempos de ensacamento, porém, sem uma

tendência definida de variação da atividade dessa enzima em função do aumento no tempo de espera dos frutos para secagem, mostrando a não influência de processos fermentativos em relação ao aumento ou diminuição da atividade dessa enzima nos grãos.

Os maiores valores para a atividade da enzima PME foram encontrados nas frações verde/verde cana e mistura, seguido do estágio cereja e passa/seco.

A degradação da pectina geralmente é acompanhada por aumento na atividade de hidrolases da parede celular, tais como poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (Pimenta et al., 2000), o que justifica o estágio verde/verde cana e a parcela mistura apresentarem os maiores valores médios para a atividade dessa enzima, pois nestas frações também foram encontrados maiores teores de pectina total, assim como o estágio de maturação cereja apresentar valores médios intermediários e o estágio de maturação passa/seco demonstrar os menores valores.

TABELA 13 Valores* da atividade da enzima Pectinametilesterase (PME) (nmol/min/Kg) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Estádio de maturação	PME (nmol/min/Kg)
Verde/Verde cana	5,80 A
Cereja	5,20 B
Passa/Seco	4,40 C
Mistura	5,60 A
CV (%) = 9,30	

* Médias com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os teores médios de pectinas e atividade das enzimas pectinolíticas em grãos de café, nos seus diferentes estádios de maturação foram constatados por Pimenta & Vilela (2001), que observaram, para café colhido nos estádios verde,

verde-cana, cereja e passa/seco, valores de atividade da PME na ordem de 13,20, 7,39, 6,67 e 5,39nmol/min/kg de amostra respectivamente.

3.10 Condutividade Elétrica

TABELA 14 Valores* de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	334,78 A	156,04 D	197,90 B	173,64 C
1	379,42 A	161,04 D	195,05 B	186,24 C
2	393,22 A	158,84 C	194,92 B	195,86 B
3	395,93 A	169,55 C	194,67 B	200,83 B
4	398,49 A	176,04 C	190,97 B	194,56 B

CV (%) = 1,70

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Diversos estudos colocam a Condutividade Elétrica como um importante parâmetro no que diz respeito à qualidade dos grãos (Prete, 1992; Chagas et al., 2007; Borém et al., 2007; França & Jesus, 2007), relacionando esta análise com a integridade das membranas celulares em virtude do aumento ou diminuição de íons no soluto. O teste de regressão mostrou que o aumento no tempo de ensacamento promoveu aumento de condutividade elétrica nos estádios cereja e passa/seco e na fração mistura (Figura 3). No estádio de maturação passa/seco, o ensacamento não promoveu alterações nos teores dessa variável. A interação entre estádio de maturação e tempo de ensacamento também foi evidenciada (Tabelas 14 e 16A).

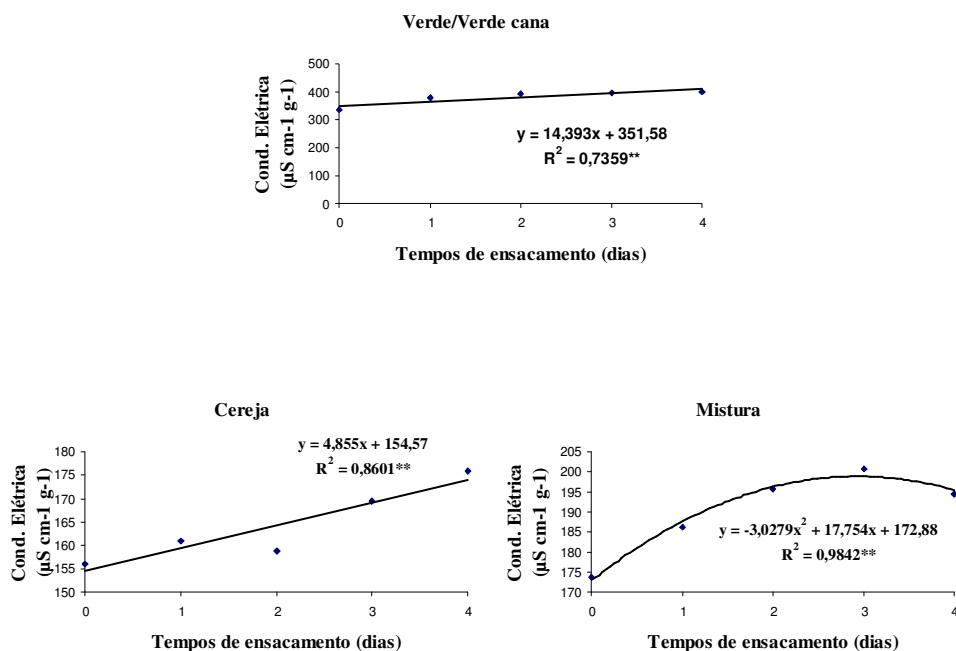


FIGURA 3 Teores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em grãos de café originados dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Nos estádios verde/verde cana e cereja, o ensacamento promoveu aumento linear nos valores de condutividade elétrica à medida que se aumentou o tempo de ensacamento, porém no estádio cereja, esse aumento foi mais acentuado a partir do tempo 3. A fração mistura também se comportou de forma semelhante, apesar de haver diminuição no teor médio do tempo 4, o que pode ser atribuído à sua constituição. Dessa forma, fica evidenciado que o processo de ensacamento foi prejudicial à integridade dos grãos.

Entre as frações estudadas observou-se que os maiores valores foram atribuídos ao estágio verde/verde cana e os menores ao estágio cereja em todos os tempos de ensacamento.

Durante o crescimento da célula, a membrana primária se mantém relativamente fina e elástica, tornando-se mais grossa e rígida somente após o crescimento ter sido completado, dessa forma, durante seu amadurecimento, são adicionadas novas camadas de celulose à membrana primária, com formação da membrana secundária que se torna menos flexível. Assim, pode-se adotar a suposição de que grãos oriundos de frutos em estágio inicial de maturação tendem a possuir valores mais altos de condutividade elétrica em razão da estruturação das membranas celulares não estar totalmente completa, acarretando maior quantidade de íons no soluto, como observado no estágio de maturação verde/verde cana. Outra suposição seria a maior ocorrência de defeitos nesse estágio.

Os menores valores no estágio de maturação cereja podem indicar membranas celulares mais bem estruturadas por ocasião do ponto ótimo de maturidade fisiológica.

No estágio passa/seco, os valores médios intermediários, porém altos em relação ao estágio cereja indicam que as perdas de água pelos frutos ainda na planta, podem ser interpretadas como um processo capaz de promover desestruturações nas membranas celulares.

3.11 Lixiviação de Potássio

TABELA 15 Valores* de Lixiviação de K (ppm/g) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	120,53 A	40,51 D	49,95 B	44,36 C
1	120,58 A	38,97 D	49,29 C	48,80 B
2	126,52 A	39,88 D	49,75 C	52,68 B
3	127,98 A	44,30 D	49,49 C	54,21 B
4	129,52 A	49,27 C	49,28 C	54,58 B
CV (%) = 1,40				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Da mesma forma que a condutividade elétrica, a lixiviação de K sofreu influência do ensacamento nos estádios verde/verde cana, cereja e fração mistura (Figura 4) e apresentou diferenças significativas entre os estádios de maturação, bem como interação entre tempos de fermentação e estádios de maturação (Tabelas 15 e 17A).

O potássio é o íon presente em maior quantidade no café, assim, quanto maior o nível de injúrias no grão, maiores serão as perdas de conteúdo celular para a solução, maiores serão os valores de potássio lixiviados presentes no exudato, e conseqüentemente, maiores os valores de condutividade elétrica (Borém et al., 2007). Diante de muitos trabalhos que correlacionam valores de potássio lixiviado com valores de condutividade elétrica, neste estudo também ficou constatada essa correlação.

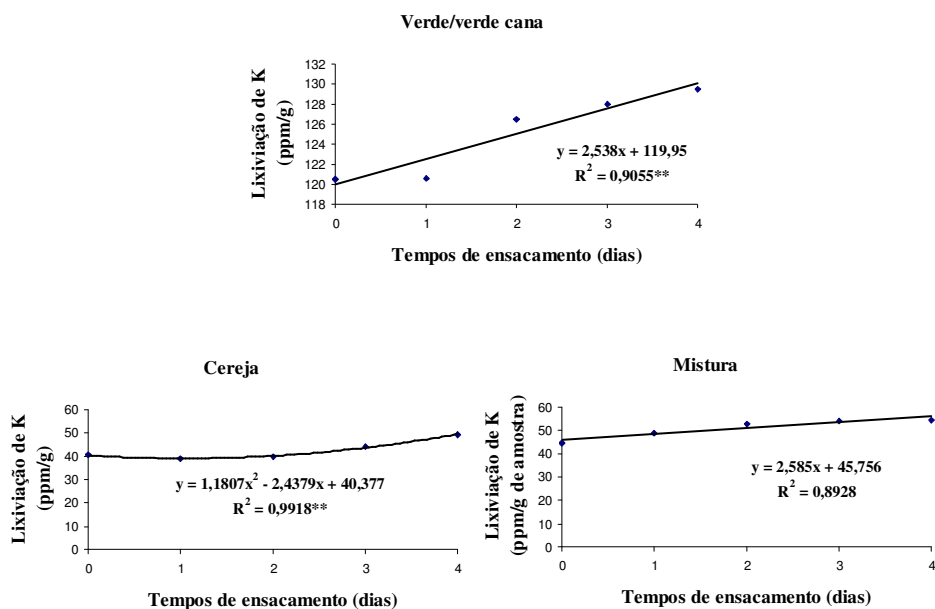


FIGURA 4 Teores de lixiviação de K (ppm/g) em grãos de café originados dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

No estádio verde/verde cana o ensacamento promoveu aumento linear nos teores médios de lixiviação de K. Já no estádio cereja e na fração mistura, um maior aumento de íons potássio lixiviados ocorreu a partir do tempo 3 e do tempo 1, respectivamente. Dessa forma, a maior lixiviação de íons K com o aumento no tempo de ensacamento foi indício de perda de qualidade dos grãos.

Pimenta (2001), também encontrou valores crescentes a partir do segundo dia com elevação à medida que se elevou o tempo de ensacamento.

Entre os estádios, como na análise de condutividade elétrica (Tabela 15) foram observados maiores teores no verde/verde cana, seguido de passa/seco, mistura e cereja.

3.12 Cafeína

Os valores médios observados para a variável cafeína, demonstraram haver diferenças significativas no seu teor entre os diferentes estádios de maturação avaliados e entre os diferentes tempos de ensacamento dos frutos, assim como também a interação entre esses tratamentos (Tabela 16 e Tabela 18A).

Com o teste de regressão, foi possível observar que a fração mistura e o estádio de maturação verde/verde cana não sofreram influência do ensacamento. Para o estádio passa/seco, esse teste não promoveu boa visualização das diferenças ocorridas, pois os dados não foram bem ajustados aos modelos linear e quadrático, sendo somente satisfatório no estádio cereja (Figura 5). Dessa forma, o teste de médias se apresentou mais eficiente para a discussão dos resultados.

TABELA 16 Valores de cafeína (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos* de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação**			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	1,34 a A	1,14 a B	1,15 b B	1,14 a A
1	1,35 a A	1,13 a B	1,36 a A	1,10 a B
2	1,34 a A	1,14 a B	1,19 b B	1,12 a B
3	1,35 a A	1,03 b B	1,10 b B	1,10 a B
4	1,33 a A	1,01 b C	1,10 b B	1,14 a B
CV (%) = 7,73				

* Médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

** Médias com a mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

O ensacamento não foi capaz de afetar os teores médios de cafeína no estádio verde/verde cana que permaneceram inalterados no decorrer do período.

No estágio de maturação cereja foram observadas reduções a partir do terceiro dia e no estágio passa/seco já no segundo dia de ensacamento foram evidenciadas reduções nos teores médios de cafeína.

Entre os estádios de maturação no decorrer do período de ensacamento, pode-se observar que o estágio verde/verde cana apresentou valores superiores aos demais na maioria dos tempos de ensacamento. O estágio cereja apresentou menor valor médio no quarto dia de ensacamento em relação aos demais.

Dessa forma, fica evidenciado no presente trabalho que os processos fermentativos ocorridos em virtude do ensacamento dos frutos, promoveram redução nos teores médios de cafeína nos estádios de maturação cereja e passa/seco e na fração mistura.

Pimenta (2001), também encontrou evidências de decréscimo no teor de cafeína em cafés mantidos ensacados por até 7 dias e atribuiu o fato a uma provável degradação por microrganismos, durante os processos fermentativos a que os frutos se encontraram sujeitos.

Vitória & Mazzafera (1998), estudando a degradação de cafeína em folhas e frutos de *Coffea arabica* e *Coffea dewevrei*, ao comparar tecidos jovens, folhas velhas e frutos maduros, observaram menor capacidade de degradação desse alcalóide pelos dois últimos, através das radioatividades detectadas nos metabólitos formados na via de degradação da cafeína.

Estudos enzimáticos conduzidos por Mazzafera et al. (1994), sugerem que o nível entre biossíntese e biodegradação pode determinar o conteúdo de cafeína em tecidos de café. Segundo o autor, isso pode explicar porque o conteúdo de cafeína é alto em frutos imaturos e folhas novas de *Coffea arabica* e baixo em frutos imaturos e folhas de *Coffea dewevrei*, justificando assim o maior teor desse alcalóide no estágio verde/verde cana.

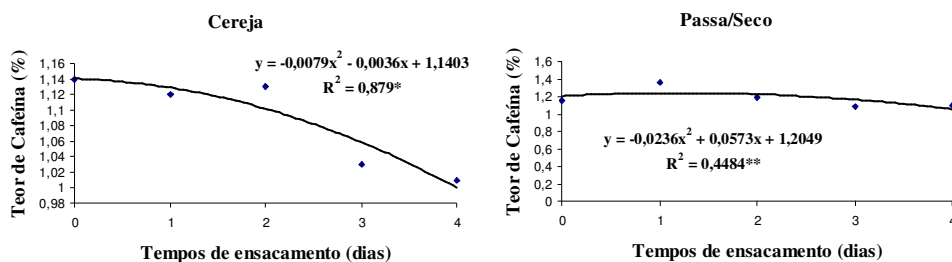


FIGURA 5 Teores de cafeína (%) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.13 Índice de Coloração

Lopes (1988) cita que na classificação do café a cor pode levar a rejeição do produto por permitir revelar os cuidados na colheita, secagem e armazenamento.

Na Tabela 17 e Tabela 19A, estão inseridos os valores médios da variável índice de coloração nos grãos de diferentes estádios de maturação provenientes de ensacamento por até quatro dias antes da secagem em terreiro.

De acordo com os resultados, podem ser observadas diferenças significativas entre os estádios de maturação e entre os tempos de ensacamento. A interação entre esses dois parâmetros também apresentou significância a 5%.

TABELA 17 Valores de Índice de coloração (μ) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	2,17 A	1,42 B	1,41 B	1,46 B
1	1,96 A	1,12 C	1,52 B	1,44 B
2	2,13 A	1,16 B	1,55 B	1,24 B
3	2,00 A	0,85 D	1,60 B	1,17 C
4	2,10 A	1,02 B	1,09 B	1,29 B
CV (%) = 17,56				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Com o teste de regressão não foram apresentadas diferenças significativas para escurecimento no estágio de maturação verde/verde cana cujos valores médios não sofreram influência do ensacamento, permanecendo inalterados durante todo o período. A fração mistura também não sofreu alterações com o aumento no período de ensacamento por até 4 dias, ao contrário do que foi observado por Pimenta (2001), que encontrou valores decrescentes para essa variável a partir do segundo dia e menor valor no último período ao estudar o ensacamento dos frutos por até sete dias. Portanto, à medida que se aumentou o tempo de ensacamento, não ocorreram alterações no índice dessa variável nesses estádios, sendo evidenciadas diferenças somente nos estádios de maturação passa/seco e cereja.

A influência do ensacamento promoveu menor valor de escurecimento nos grãos provenientes de frutos da parcela cereja a partir do primeiro dia de ensacamento e na parcela passa/seco no último período, indicando piora na qualidade (Figura 6), como foi observado por Carvalho et al. (1994). Os autores encontraram maiores valores em cafés classificados como estritamente mole e menores valores em cafés classificados como bebida rio.

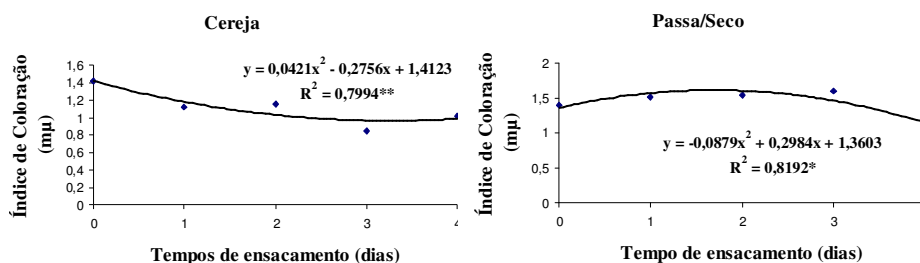


FIGURA 6 Valores de Índice de Coloração (mµ) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Entre os estádios, percebe-se que os maiores valores ocorreram no estádio de maturação verde/verde cana, sendo também, seus valores superiores aos demais estádios em todos os tempos de ensacamento. Tal fato pode ser atribuído provavelmente à presença de maior número de defeitos pretos, não correspondendo, nesse caso, a uma fração com melhor qualidade já que a não influência de processos fermentativos nesta fração é comprovada devido a sua composição química.

Durante o tempo de ensacamento, mesmo ocorrendo oscilações, os decréscimos nos valores médios na parcela cereja, em relação aos outros estádios, indicam que esse estádio foi o que mais sofreu alterações por ocasião dos processos fermentativos. Tais resultados ficaram evidenciados nos tempos de ensacamento 1 e 3.

3.14 Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos são responsáveis pela adstringência dos frutos e interferem no sabor do café. Observando as Tabela 18 e 20A e a Figura 6 foi constatado que houve diferenças significativas entre os estádios de maturação, entre os diferentes tempos de ensacamento e interação entre os mesmos.

De acordo com o teste de Regressão, as parcelas verde/ verde cana e passa/seco não apresentaram alterações nos teores de compostos fenólicos por influência do ensacamento, sendo os níveis dessa variável afetados somente no estádio cereja e fração mistura (Figura 7).

Para a fração cereja observou-se decréscimo nos teores já no primeiro dia de ensacamento, com uma maior diminuição no terceiro dia. Na parcela mistura pode-se observar também diminuição nos níveis desses compostos a partir do segundo dia. Tal fato pode ser atribuído a possíveis degradações ocorridas em razão de processos fermentativos ocasionados pelo ensacamento.

TABELA 18 Valores de compostos fenólicos (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	7,08 A	6,00 A	6,10 B	6,87 A
1	7,17 A	5,80 B	6,12 B	6,95 A
2	7,21 A	5,75 B	6,11 B	5,93 B
3	6,99 A	5,45 C	5,96 B	6,20 C
4	7,10 A	5,47 C	5,93 B	5,64 D
CV (%) = 2,98				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Entre os diferentes estádios estudados, os maiores teores observados para esses compostos ocorreram na parcela verde/verde cana que foram

superiores aos teores das parcelas cereja e passa/seco a partir do primeiro dia de ensacamento permanecendo até o último dia e também superiores aos teores encontrados na parcela mistura a partir do segundo dia.

Os resultados estão coerentes, pois nos frutos, à medida que amadurece, parte do amido se torna açúcar e a adstringência diminui, pois, embora ainda haja tanino, está na forma insolúvel. Pimenta (1995) encontrou maiores teores de compostos fenólicos em grãos de estágio de maturação verde, seguido do verde cana, cereja e passa/seco. O autor afirma que teores de fenólicos totais diminuem à medida que se intensifica o processo de maturação dos frutos e se mantém constante no decorrer da secagem dos frutos na planta, inferindo que, no caso do café, um maior percentual de frutos cerejas nas misturas ou índices baixos de frutos verdes proporcionariam bebidas menos adstringentes e, conseqüentemente, de melhor qualidade.

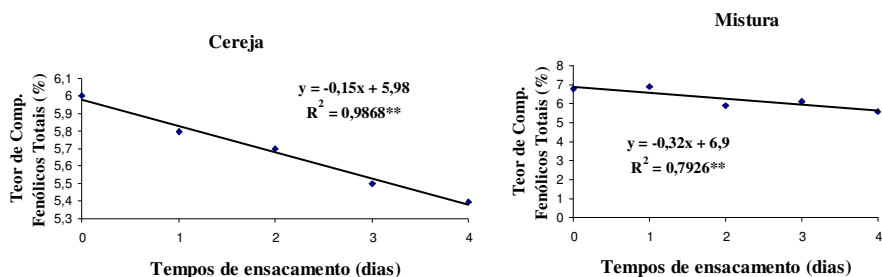


FIGURA 7 Teores de compostos fenólicos totais (%) em grãos de café originados do estágio de maturação cereja e da fração mistura e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.14.1 Ácido Clorogênico

Os teores médios de ácido clorogênico exibidos nas Tabela 19 e 21A indicam a ocorrência de diferenças significativas nos estádios de maturação com influência do ensacamento e também a interação entre os estádios de maturação estudados nos diferentes tempos de ensacamento.

O café in natura contém de 6-12 % de ácidos clorogênicos (Farah et al., 2005). Os valores encontrados no presente trabalho estão um pouco abaixo da faixa indicada por estes autores e acima dos encontrados por Siqueira & Abreu (2006), que foi de 3,81 % em café natural, 2,77 % em café despolpado e 4,94 % em café cereja descascado.

TABELA 19 Valores de ácido clorogênico (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	6,25 A	5,75 B	5,70 B	6,17 A
1	6,62 A	5,73 B	5,92 B	6,31 A
2	6,58 A	5,52 C	6,12 B	5,63 C
3	6,63 A	5,62 C	5,90 B	5,43 C
4	6,37 A	5,33 B	5,65 B	5,67 B

CV (%) = 5,27

* Médias com a mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott

De acordo com o teste de regressão (Figura 8), pode-se observar que a fração mistura foi a única que sofreu influência nos teores da variável ácido clorogênico em decorrência dos processos fermentativos ocorridos com redução nos valores médios a partir do segundo dia de ensacamento, mantendo-se inferior até o final do período em relação ao tempo 0, porém sofrendo oscilações. Assim, esse fato pode não ser evidência de degradação dos ácidos

clorogênicos em razão dos processos fermentativos e sim a constituição não homogênea dos grãos no momento da análise. Pimenta (2001), avaliando épocas de colheita, encontrou maiores teores de ácido clorogênico nas duas primeiras épocas estudadas, e concluiu que os maiores valores poderiam ser atribuídos à grande quantidade de frutos verdes na primeira e segunda época de colheita.

Essa não degradação pode ser considerada benéfica, pois durante a torra do café, esses ácidos formam compostos bioativos denominados quinídeos que estão relacionados à capacidade de suprimir a depressão.

O ácido clorogênico é o mais abundante polifenol no café e provavelmente em razão desse fato, o estágio de maturação verde/verde cana apresentou os maiores teores médios desse composto fenólico em relação aos outros estádios em todos os períodos de ensacamento, como observado nos teores médios de compostos fenólicos totais.

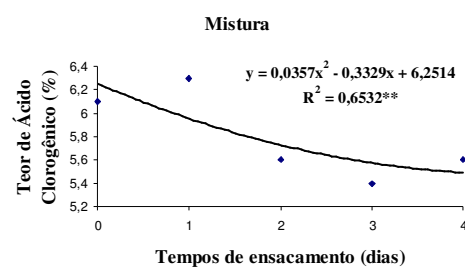


FIGURA 8 Teores de ácido clorogênico (%) em grãos de café oriundos da fração mistura submetida a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.15 Polifenoloxidase (PFO)

Os valores médios observados, para a avaliação da atividade da enzima PFO diferiram estatisticamente entre os diferentes estádios de maturação estudados (Tabelas 20 e 22A), entre os diferentes tempos de ensacamento somente no estádio frações verde/verde cana e na fração mistura (Figura 9) e promoveram interação significativa entre os tratamentos avaliados.

TABELA 20 Valores de Polifenoloxidase (PFO) (u/min/g de amostra) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	61.25 B	63,00 A	62.40 A	63.43 A
1	59.48 C	63.65 A	61.33 B	61.72 B
2	62.00 B	63.89 A	61.29 B	62.41 B
3	61.21 B	64.14 A	61.95 B	60.53 B
4	60.83 B	64.23 A	61.88 B	61.24 B

CV (%) = 1,54

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

O teste de regressão apresentou diferenças significativas somente para a fração mistura.

Nos estádios de maturação cereja e passa/seco, os valores médios não sofreram alterações por ocasião do aumento no tempo de ensacamento, sendo assim, para estes estádios, os processos fermentativos promovidos por até quatro dias não foram capazes de alterar a atividade da PFO.

Como as parcelas cereja e passa/seco, que são mais propensas a fermentações não sofreram alterações em virtude do ensacamento, pode-se supor que a diminuição nos teores médios no terceiro e quarto dia de ensacamento na

parcela mistura seja devido a não homogeneidade dos grãos com a presença de um número maior de grãos verdes/verde cana, assim como no tempo 1.

Ao observar as médias para essa variável, nos diferentes estádios de maturação, nota-se que a atividade dessa enzima no tempo 0, foi igual estatisticamente entre as frações cereja e passa/seco e fração mistura, sendo os valores dessas frações superiores aos valores da parcela verde/verde cana. Porém, a partir do segundo dia de ensacamento e durante todo o período restante, os valores da parcela cereja foram superiores aos demais que não diferiram estatisticamente. Vários trabalhos correlacionam uma maior atividade da enzima polifenoloxidase com melhores padrões de bebidas, dessa forma, cafés com maior número de frutos cerejas proporcionariam bebida com melhor qualidade final.

As enzimas polifenoloxidases atuam nos polifenóis, diminuindo sua ação antioxidante sobre aldeídos e facilitando a sua oxidação, resultando na produção de quinonas, que inibem a ação das polifenoloxidases. Diante desse fato, pode-se estabelecer uma correlação entre baixa atividade da PFO e cafés de baixa qualidade (Amorim & Silva, 1968), justificando os menores teores observados na fração verde/verde cana.

Uma tabela de classificação proposta por Carvalho et al. (1994), sugere relacionar valores de atividade da PFO com padrões de bebida. Os autores atribuíram valores superiores a 67,66 u/min/g de amostra como cafés de bebida estritamente mole, valores na faixa de 62,99 a 67,66 u/min/g de amostra como bebida mole e apenas mole, 55,99 a 62,99 u/min/g de amostra como bebida classificada como dura e padrões de bebida rio e riada com valores inferiores a 55,99 u/min/g de amostra.

Dessa forma, de acordo com a tabela proposta pelos autores, a classificação da bebida nos estádios de maturação verde/verde cana e passa/seco em todos os tempos de ensacamento seria classificada como “Dura”. Para a

parcela mistura no tempo 0, a classificação seria bebida “Mole” e à partir do primeiro dia de ensacamento, até o tempo 4, seria classificada como bebida “Dura”, indicando assim, perda da qualidade em consequência das fermentações sofridas por essa fração. Já para a fração cereja, os valores médios obtidos classificam a bebida como padrão “Mole” em todos os tempos de ensacamento, porém geralmente pode-se perceber que a classificação pela atividade da polifenoloxidase não correspondeu à classificação pela prova de xícara no presente estudo (Tabelas 26 e 27).

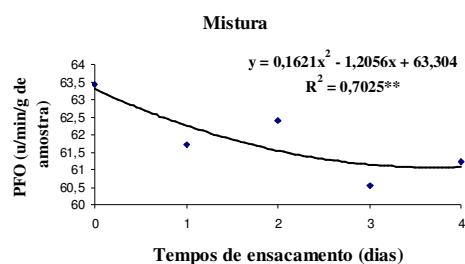


FIGURA 9 Valores médios de PFO (u/min/g de amostra) em grãos de café originados da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.16 Carboidratos

3.16.1 Sólidos solúveis totais

Os teores de Sólidos Solúveis em grãos de café do presente estudo não variaram estatisticamente entre os diferentes estádios de maturação, porém sofreram alterações pelo tempo de ensacamento dos frutos em todos os estádios de maturação estudados (Figura 10 e Tabela 23A).

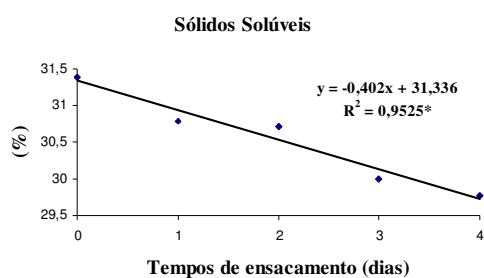


FIGURA 10 Teores de sólidos solúveis totais em grãos de café submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Nas frutas, esses sólidos são constituídos por açúcares e ácidos orgânicos. Uma maior quantidade de sólidos solúveis totais é desejada, tanto do ponto de vista do rendimento industrial como da contribuição para assegurar o corpo da bebida (Andrade et al., 2008).

Observa-se que o ensacamento foi capaz de promover diminuição linear nos teores dessa variável com o aumento no período em todos os estádios por causa da ocorrência dos processos fermentativos.

Os resultados observados estão em torno da faixa de variação aceitável para café arábica, que segundo Garruti et al. (1962) é de 24% a 31%.

3.16.2 Açúcares totais

TABELA 21 Valores* de açúcares totais (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	3,15 D	7,06 B	7,70 A	6,23 C
1	2,90 B	6,98 A	6,85 A	6,65 A
2	2,92 C	7,01 A	6,39 B	6,57 B
3	2,82 B	6,45 A	6,70 A	6,44 A
4	2,83 B	6,31 A	6,59 A	6,30 A

CV (%) = 6,56

*Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os açúcares totais são constituídos pela soma dos açúcares redutores como glicose e frutose com os açúcares não redutores representados principalmente pela sacarose.

Observando as Tabelas 21 e 24A, pode-se perceber que as diferenças significativas para açúcares totais ocorreram entre os estádios de maturação, entre os tempos de ensacamento e interação entre estes tratamentos, indicando que ocorreram degradações nos teores de açúcares totais por ocasião do ensacamento. Tais alterações nos teores destes componentes não foram evidenciadas nos grãos originados do estádio de maturação verde/verde cana, pois essa fração possui pouca mucilagem em sua constituição, o que não favorece processos fermentativos. Para a fração mistura, a hipótese é a de que em decorrência dos frutos verdes e verde cana fazerem parte de sua composição possivelmente contribuíram para a não alteração nos seus valores.

Diminuição significativa nos teores de açúcares totais foi visualizada pelo teste de regressão nos estádios de maturação cereja e passa/seco (Figura 11).

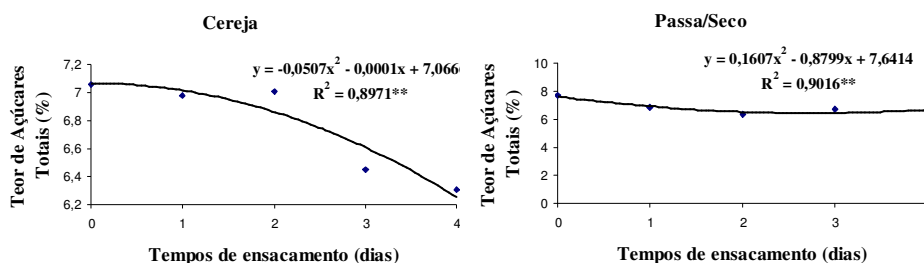


FIGURA 11 Valores médios de açúcares totais (%) em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

No estágio de maturação cereja ocorreu maior redução nos teores de açúcares totais a partir do terceiro dia. Neste estágio, a mucilagem se encontra totalmente formada, com a constituição de 85% de água e 15% de sólidos, sendo que 80% dos sólidos são substâncias pécnicas e 20% açúcares, o que contribui para uma maior ocorrência de processos fermentativos.

No estágio passa/seco ocorreram oscilações nos teores no decorrer do aumento do ensacamento, mas os valores a partir do primeiro dia foram sempre inferiores ao tempo 0. Assim, pode-se concluir que os processos fermentativos ocorridos foram prejudiciais, pois promoveram redução nos níveis dessa variável, envolvida diretamente na reação de Maillard que é responsável pela coloração do café torrado e produção de compostos voláteis ou fixos relacionados ao sabor e aroma (Carvalho, 1997).

Entre os estádios, o menor valor de açúcar total atribuído à parcela verde/verde cana em todos os tempos de ensacamento se deve a pequena presença de mucilagem nessa fração.

Entre os estádios cereja e passa/seco e fração mistura, nota-se que nos dois últimos tempos de ensacamento, os teores médios se igualaram

estatisticamente. Essa característica se deve à redução nos teores médios de açúcares totais da parcela cereja e passa/seco e manutenção no teor médio da fração mistura, já discutidos anteriormente.

França et al. (2007), encontrou maiores teores de açúcares totais no estágio de maturação cerejão (9,40%), seguido dos estádios cereja (6,40%), verde (6,51%) e verde cana (6,21%) ao avaliar a qualidade do café da cultivar Topázio.

Os teores de açúcares totais encontrados estão de acordo com a faixa de 5 a 10% proposta por Prete (1992), exceto para a parcela verde/verde cana que apresentou teor médio inferior.

3.16.3 Açúcares não redutores

Como demonstrado nas Tabelas 22 e 25A, os teores de açúcares não redutores sofreram alterações em virtude do ensacamento dos frutos e foram constatadas diferenças nos teores dessa variável dentro dos estádios, assim como a interação entre os estádios e os tempos de ensacamento.

TABELA 22 Valores de açúcares não redutores (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação*			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	2,54 C	6,47 B	6,74 A	5,72 B
1	2,54 C	6,18 A	5,84 B	5,83 B
2	2,39 C	5,96 A	5,41 B	5,75 A
3	2,32 B	5,60 A	5,85 A	5,58 A
4	2,25 B	5,37 A	5,68 A	5,69 A
CV (%) = 7,58				

*Médias com a mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Os resultados para açúcares não redutores foram semelhantes aos obtidos para açúcares totais (Tabela 21), talvez pelo fato de que a maior constituição desses últimos seja por sacarose.

De acordo com a análise de regressão, os estádios cereja e passa/seco apresentaram alterações nos valores médios por ocasião do ensacamento (Figura 12). O estádio verde/verde cana e a fração mistura não apresentaram alterações.

No estádio de maturação cereja ocorreu diminuição linear nos teores médios a partir do primeiro dia de ensacamento. Já no estádio passa/seco, observou-se que os valores obtidos a partir do primeiro dia de ensacamento, também foram inferiores ao tempo 0, porém a diminuição nos teores médios sofreram variações não definidas.

Entre os estádios de maturação nos diferentes tempos de ensacamento, observou-se que no tempo 0 o maior valor foi atribuído ao estádio passa/seco. Nos tempos 1 e 2, os valores médios para o estádio cereja foram superiores ou iguais as frações passa/seco e mistura. Nos períodos de ensacamento 3 e 4, os valores entre cereja, passa/seco e mistura se igualaram estatisticamente entre si, possivelmente, a exemplo dos açúcares totais por causa da redução nos teores médios desses açúcares nos estádios cereja e passa/seco e a não alteração nos teores médios da fração mistura, quando se analisou o efeito do ensacamento em cada estádio separadamente.

Como não poderia ser diferente, pela sua composição química, os valores médios da fração verde/verde cana em todos os tempos de ensacamento foram inferiores às demais frações.

Os valores encontrados estão abaixo de 7%, que é o teor proposto por Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997).

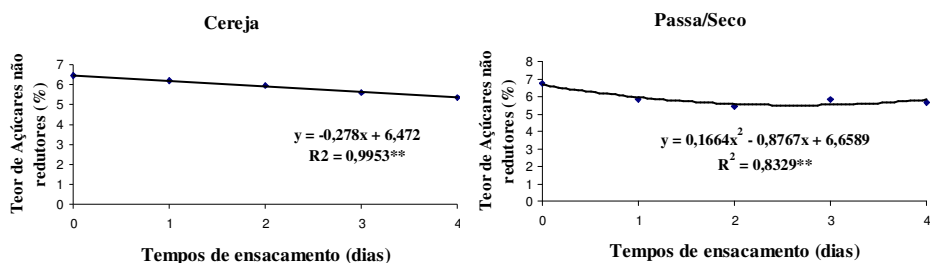


FIGURA 12 Valores médios de açúcares não redutores em grãos de café originados dos estádios de maturação cereja e passa/seco, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

3.16.4 Açúcares redutores

Através dos resultados inseridos na Tabela 23 e Tabela 26A nota-se que para os teores de açúcares redutores houve diferença significativa entre os estádios de maturação nos diferentes tempos de ensacamento.

No tempo 0, os valores ocorridos no estádio de maturação cereja e fração mistura foram superiores aos encontrados nos estádios verde/verde cana e passa/seco. O estádio de maturação cereja apresentou teores médios superiores às demais frações nos tempos de ensacamento 1 e 2. No tempo 3, somente a fração mistura apresentou teor inferior às demais e no último tempo de ensacamento, os valores médios se igualaram não apresentando diferenças significativas. Tais resultados podem evidenciar mais uma vez a natureza climática do café, ocasionando o aumento no teor de açúcares redutores no estádio verde/verde cana com o aumento no tempo de ensacamento, já que esta fração não é propensa à degradações pois, ainda não possui mucilagem. Os valores se encontram abaixo do teor de 1% proposto por Sivetz (1963), citado por Carvalho (1997).

TABELA 23 Valores* de açúcares redutores (%) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempos de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	0,42 B	0,52 A	0,46 B	0,56 A
1	0,40 C	0,65 A	0,53 B	0,52 B
2	0,42 C	0,61 A	0,43 C	0,53 B
3	0,52 A	0,53 A	0,53 A	0,47 B
4	0,50 A	0,51 A	0,50 A	0,54 A
CV (%) = 12,81%				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Ao avaliar tempo de ensacamento de frutos de café, Pimenta (2001), encontrou redução nos teores de açúcares redutores a partir do terceiro dia com maior redução no sétimo dia, ao contrário do observado no presente estudo onde as diferenças ocorreram somente entre os estádios nos diferentes tempos de fermentação.

Diante dos resultados, pode-se concluir que os dados oscilaram de maneira indefinida durante os tempos de ensacamento, e assim não foi bem evidenciado a influência dos processos fermentativos sobre os teores desses açúcares, pois no último tempo os valores se apresentaram estatisticamente semelhantes.

3.17 Classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara)

Os resultados expressos nas Tabelas 24 e 25 demonstram a classificação por tipo e nas Tabelas 26 e 27 está a classificação pela bebida (prova de xícara) nos cafés de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento do presente estudo.

TABELA 24 Classificação quanto ao tipo de acordo com três provadores (P) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006.

Ensa ceme nto (dias)	2005/2006											
	Verde/Verde Cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	8 ab.	8 ab.	8 ab.	5/6	5	5	6	7	7	7/8	6	6
1	8 ab.	8 ab.	8 ab.	6	5	5	7	6	6	7	6	6
2	8 ab.	8 ab.	8 ab.	6	6	6	6/7	6	6	7/8	6	6
3	8 ab.	8 ab.	8 ab.	5/6	6	6	7	6	6	6/7	6	6
4	8 ab.	8 ab.	8 ab.	5	5	5	6	6	6	7	6	6

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3
ab. - abaixo

TABELA 25 Classificação quanto ao tipo de acordo com três provadores (P) em grãos de café de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007.

Ensa cama ento (dias)	2006/2007											
	Verde/Verde Cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	7	6	6	7	6	6
2	8 ab	8	8	6	6	6	6	6	6	7	7	7
3	8 ab	8	8 ab	6	6	6	7	6	6	6	7	6
4	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	6	6	6	7	6	6

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3
ab. - abaixo

TABELA 26 Classificação pela prova de xícara de acordo com três provadores (P) em grãos de café nos diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2005/2006.

Ensa cama nto (dias)	Estádios de maturação											
	Verde/Verde Cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	DV	V	V	D	D	D	D	D	D	D	DR	D
1	DV	V	V	DF	D	D	D	D	D	DF	D	D
2	DV	DV	DV	DF	D	D	D	DR	DR	DF	D	D
3	DV	DV	V	DF A	D	D	D	D	D	DF	DF	DF
4	DV	V	DV	DF A	F	DF	DR	R	R	DR F	DF	DF

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3
D – dura; V – verde; DV – dura/verde; DF – dura fermentada; DFA – dura fermentada acentuada; R – rio; DR – dura/riada; DRF – dura riada fermentada

TABELA 27 Classificação pela prova de xícara de acordo com três provadores em grãos de café nos diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem. Ano Agrícola 2006/2007.

Ensa cane nto (dias)	Estádios de maturação											
	Verde/Verde Cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	DV	V	V	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	DV	V	V	DF	R	R	D	D	D	D	D	D
2	DV	DV	DV	DF	DF	DF	D	DR	DR	D	D	D
3	DV	V	V	DF	D	D	D	D	D	D	DV	DV
4	DV	DV	DV	DF	DF	DF	D	D	D	DF	D	D

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3

D – dura; V – verde; DV – dura/verde; DF – dura fermentada; R – rio; DR – dura/riada

O estágio de maturação verde/verde cana apresentou elevado número de grãos verdes em todos os tempos de ensacamento, o que contribuiu para um maior número de defeitos. Dessa forma, de acordo com a classificação por tipo foram considerados desclassificados para comercialização, pois obtiveram pontuação 8 ou abaixo de 8. Quanto à prova de xícara, em todos os períodos de ensacamento, a bebida apresentou sabor adstringente sendo a maioria das bebidas classificadas como Verde ou Dura Verde. Para este estágio, os resultados foram semelhantes entre os três classificadores nos dois anos de experimento.

No estágio de maturação cereja, a classificação por tipo no primeiro ano não variou muito em virtude dos processos fermentativos, sendo as amostras

classificadas como 5 e 6. No ano seguinte, só houve classificação 6. No primeiro ano, pela ocorrência de grãos com tipo 5, pode-se inferir que as condições climáticas durante o período de secagem foram mais favoráveis em relação ao segundo. O menor número de defeitos naturalmente ocorrido nesse estádio em relação aos outros, se manteve baixo após o ensacamento. Entretanto, a classificação pela bebida, apresentou oscilações com o decorrer do tempo de ensacamento.

A classificação quanto ao tipo no estádio de maturação passa/seco apresentou quantidade razoável de grãos brocados e verdes, o que contribuiu para a obtenção de alguns valores 7, o que desclassifica o café. No primeiro ano, os valores sofreram oscilações, sendo detectado pelo provador 1, classificação 7 nos tempos 1, 2 e 3 com posterior diminuição, levando a obtenção do tipo 6 no último dia. No segundo ano, as amostras foram classificadas de maneira mais homogênea, não apresentando as variações ocorridas no primeiro ano, provavelmente por causa da colheita ter sido realizada um pouco mais cedo, diminuindo o tempo de exposição dos frutos ao ataque de brocas.

No primeiro ano, o provador 1 detectou fermentação acentuada à partir do terceiro dia de ensacamento, enquanto os outros dois, somente no último dia perceberam gosto de fermentação na bebida.

No segundo ano, a classificação pelos provadores 2 e 3 apresentou maior sensibilidade quanto ao manejo nos frutos, detectando fermentações a partir do terceiro dia.

Diante dos resultados para o estádio de maturação cereja, pode-se observar um grande número de oscilações nos padrões das bebidas. A classificação como bebida Dura no tempo 0 de ensacamento e como Rio no tempo 2 do segundo ano, é colocada em dúvida, pois bebidas oriundas de frutos no estádio de maturação cereja, geralmente possuem padrões de bebidas mais suaves. Alguns autores colocam em dúvida a subjetividade desta classificação por

considerarem a bebida dura como padrão máximo de qualidade. Em relação à qualidade da bebida, é necessário considerar-se a subjetividade das análises, tendo-se em vista ser limitada pela aptidão do provador (Pimenta, 1995).

Chagas et al. (2007), estudando amostras secadas em dois tipos de terreiro e processadas de quatro maneiras diferentes, observou que para a maioria das amostras, os provadores atribuíram bebida dura. Os autores concluíram que a classificação pela prova de xícara, tem valorizado a bebida do café no máximo como dura, dificilmente nas análises aparecendo os outros tipos como mole, apenas mole e estritamente mole, e ainda afirmam que o maior prejudicado fica sendo o cafeicultor que comercializa seu produto sem realmente conhecer a qualidade.

Quanto à bebida, neste estágio, a exemplo do estágio cereja, também foi apresentado maior número de classificações de bebida como dura, porém houve maior ocorrência de padrões rio e riado, a partir do segundo dia de ensacamento. Essa ocorrência pode ser ocasionada não somente pelos defeitos como também a possíveis fermentações ocorridas na mucilagem, pois segundo Carvalho (1997), em frutos muito maduros e mesmo senescentes, ocorre fermentação da mucilagem dentro do grão, o que favorece seu desaparecimento.

Observa-se que na fração mistura o primeiro provador detectou fermentações já no primeiro dia de ensacamento nos dois anos de experimento. O provador 2, no primeiro ano detectou presença de fermentação a partir do tempo 3 de ensacamento e o provador 3, percebeu essa fermentação somente no último tempo. No segundo ano, os dois últimos provadores não sentiram na bebida presença de gostos relacionados a fermentações classificando-as na sua maioria como bebidas duras. Esse fato pode ser por causa da colheita dos frutos ter sido realizada mais cedo em relação ao primeiro ano, com um número um pouco maior de frutos verdes, o que pode ter contribuído com a diminuição dos

processos fermentativos nesta parcela, aliado também às diferenças nas condições climáticas durante o período.

Observando os resultados, nota-se realmente às vezes, classificações meio subjetivas, pois fica difícil assimilar a possibilidade de cafés que permaneceram menos tempo ensacados apresentarem piores padrões de bebidas em relação aos que permaneceram por mais tempo como no caso de grãos cereja classificados como rio no primeiro tempo de ensacamento do segundo ano, sendo que em todos os demais tempos, a classificação foi como dura, inclusive no ano 1. Com relação à classificação por tipo, foi observado um número um pouco maior de pontuações 7 no ano 2 em relação ao ano 1, podendo ser por causa do aumento no número de defeitos verdes em razão da colheita antecipada.

4 CONCLUSÕES

O estágio de maturação verde/verde cana foi o que menos sofreu variações por causa do ensacamento.

Os parâmetros condutividade elétrica, lixiviação de potássio, sólidos solúveis totais, açúcares totais, açúcares não redutores e atividade da polifenoloxidase se mostraram como os mais representativos marcadores de qualidade.

A classificação pela bebida (prova de xícara) apresentou indícios de subjetividade.

De acordo com as análises físicas, químicas, físico-químicas e pela classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara), o ensacamento promoveu perda de qualidade dos grãos a partir do primeiro dia.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. **Nature**, New York, v.219, n.5152, p.381-382, July 1968.

ANDRADE, E.; PEREIRA, R.; VILELA, T. Composição química do café sob diferentes processamentos. Disponível em <http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=391>, acesso em 16/01/2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 1117p.

BASSOLI, P.G. **Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiros: uma análise multivariada**. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, 1992. 110p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica).

BITTER, V.; MUIR, H.M. A modificação uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 143p.

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R.; CHAGAS, S.J.R.; OLIVEIRA, E.C.; SILVA, P. Características químicas e físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) secado em diferentes pavimentações e espessuras de camadas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007. Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia, SP:CBP&D/CAFÉ-EMBRAPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Brasília: CLAV/DNDV/SAND/MA, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº8 de 11 de junho de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p.22-29, 20 de agosto de 2003. Seção I.

BUECHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of food Science**, Chicago, v.43, n.1, p.264-266, Jan./Feb. 1978.

CAMARGO, A.P.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18. Araxá – MG. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: IBC. p.70-74.1992.

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73p

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

CHAGAS, S.J.R.; MALTA, M.R.; BORÉM, F.M.; REINATO, C.H. Formas de processamento e secagem visando a melhoria da qualidade do café produzido em pequenas propriedades agrícolas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SP: CBP&D/CAFÉ-EMBRAPA/CAFÉ. 2007. CD Rom.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Manejo pós-colheita e amadurecimento comercial de banana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.6, p.761-71, 1984.

DRAETTA, L.S.; LIMA, D.C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p.13-28, jun. 1976.

DREWS, R. **Green and roasted coffee tests.** Hamburg: Gordian-Max Rieck GmbH, 1963.

FARAH, A.; PAULIS, T.; TRUGO, L.C.; MARTIN, P.R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1505-1513, 2005.

FERREIRA, D.F. **Análises** estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. IN. REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar. p.255-258.

FONSECA, H. **Bioquímica de alimentos**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 249p.

FRANÇA, A.C.; JESUS, A.M.S. Qualidade físico-química de duas cultivares de café em quatro estádios de maturação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Águas de Lindóia, SP: CBP&D/CAFÉ-EMBRAPACAFÉ. 2007. CD Rom.

GARRUTI, R.S.; TEXEIRA, C.G.; TOLEDO, OZ; JORGE, J.P.N. Determinação de sólidos solúveis e qualidade de bebida em amostras de cafés dos portos brasileiros de exportação. **Bragantina**, v.21, p.78-82,1962.

GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, p.371-383, 1963.

HADFIELD, K.A.; BENNETT, A.B. Polygalacturonases: many genes in search of a function. **Plant Physiology**, Washington, v.117, p.337-343, 1998.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320- 327, May/June 1966.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. 2.ed. San Diego: Academic, 1996. 253p.

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

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

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

LOPES, R.P. **Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem**. 1988. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MAZZAFERA, P.; CROZIER, A.; SANDBERG, G. Studies on the metabolic control of caffeine turnover in developing endosperms and leaves of *Coffea Arabica* and *Coffea dewevrei*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n.7, p.1423-1428, 1994.

MAZZAFERA, P.; MAGALHÃES, A.C.N. Cafeína em folhas e sementes de *Coffea* e *Paracoffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.14, n.2, p.157-160, 1991.

MENDONÇA, L.M.V.L.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, A.N.G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.239-243, abr./jun. 2005.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry** Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.

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

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, MG.

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

PIMENTA, C.J.; CHAGAS, S.J.R.; COSTA, L. Pectinas e enzimas pectinolíticas em café (*Coffea arabica* L.) colhido em quatro estádios de maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.1079-183, 2000.

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.2, p.3-10, 2001. Especial Café.

PIMENTA, C.J.; VILELLA, E.R.; JÚNIOR, C.C. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera para secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, no.2, p.203-209, 2004.

PONTING, J.D.; JOSLING, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v.19, p.47-63, 1948.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Rockville, v.44, n.12, p.1717-1723, Dec. 1969.

SCHOLZ, M.B.S dos; ANDROCIOLI FILHO, A.; CARNEIRO FILHO, F. Ocorrência de fermentação durante a secagem em terreno convencional. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Poços de Caldas, MG: EMBRAPA-Café/MINASPLAN. 2000. v.1.695-698p.

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

SINGLETON, V.L. The total phenolic content of grape berries during the maturation of several varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.17, p.126-134, 1966.

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

UKERS, W.H. The Chemistry of the Coffee Bean. In: UKERS, W.H. (Ed.) **All About Coffee**. 2ed. New York: Inter-American Copyright Union, 1976. Cap. 24, p. 293.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de bananas ‘Prata’ (*Musa acuminata* X *Musa balbisiana* Grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILELA, E.R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas – pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1998. p.219-274.

VILELA, T.C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural durante o processo de secagem.** Lavras-MG: UFLA, 2002. 60p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos).

VITÓRIA, A.P.; MAZZAFERA, P. Caffeine degradation in leaves and fruits of *Coffea arabica* and *Coffea dewevrei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, dez.1998, p.1957-1961.

6 ANEXOS

TABELA 1A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Umidade.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	128,133333	128,13333	0,0000
Ensacamento	4	3,432167	0,858042	0,7317
Estádio	3	34,296000	11,432000	0,0003
Ensacamento x Estádio	12	9,306500	0,775542	0,9348
Erro	99	168,006667	1,697057	
Total	119	343,174667		
Média Geral	10,4066667			
CV (%) = 12,52				

TABELA 2A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Peso de 100 grãos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	5,036032	5,036032	0,0044
Ensacamento	4	1,633760	0,408440	0,6017
Estádio	3	115,611705	38,537235	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	11,029233	0,919103	0,1196
Erro	99	58,743661	0,593370	
Total	119	192,054392		
Média Geral	14,0886417			
CV (%) = 5,47				

TABELA 3A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável pH.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	3,165501	3,165501	0,0000
Ensacamento	4	0,023008	0,005752	0,5844
Estádio	3	0,577616	0,192539	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	0,060305	0,005025	0,8176
Erro	99	0,797783	0,008058	
Total	119	4,624213		
Média Geral	5,7337500			
CV (%) = 1,57				

TABELA 4A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Acidez Titulável Total.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	925324,218750	925324,218750	0,0000
Ensacamento	4	5385,416667	1346,354167	0,4178
Estádio	3	166618,489583	55539,496528	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	10510,416667	875,868056	0,8009
Erro	99	134910,156250	1362,728851	
Total	119	1242748,156250		
Média Geral	321,1458333			
CV (%) = 11,49				

TABELA 5A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Extrato Etéreo.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	9,747000	9,747000	0,0001
Ensacamento	4	3,118000	0,779500	0,2480
Estádio	3	8,675333	2,891778	0,0025
Ensacamento x Estádio	12	3,944667	0,328722	0,8536
Erro	99	56,109667	0,566764	
Total	119	81,594667		
Média Geral	13,2933333			
CV (%) = 5,66				

TABELA 6A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Proteína.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	57,408333	57,408333	0,0000
Ensacamento	4	4,059500	1,014875	0,0078
Estádio	3	102,953667	34,317889	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	4,127167	0,343931	0,2628
Erro	99	27,308333	0,275842	
Total	119	195,857000		
Média Geral	12,5050000			
CV (%) = 4,20				

TABELA 7A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Cinzas.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Fermentação	4	0,712500	0,178125	0,0007
Estádio	3	3,343333	1,114444	0,0000
Fermentação x Estádio	12	1,040833	0,086736	0,0056
Erro	100	3,403333	0,034033	
Total	119	8,500000		
Média Geral	3,500000			
CV (%) = 5,27				

TABELA 8A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável FDN.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	37.296750	37.296750	0.0049
Ensacamento	4	8.836333	2.209083	0.7434
Estádio	3	239.964917	79.988306	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	127.363000	10.613583	0.0106
Erro	99	446.714917	4.512272	
Total	119	860.175917		
Média Geral	55.2691667			
CV (%) = 3,84				

TABELA 9A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável FDA.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Ensacamento	4	0.142833	0.035708	0.9908
Estádio	3	1.394917	0.464972	0.4351
Ensacamento x Estádio	12	5.213833	0.434486	0.5915
Erro	100	50.648333	0.506483	
Total	119	57.399917		
Média Geral	25.9158333			
CV (%) = 2.75				

TABELA 10A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Celulose.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	2,268750	2,268750	0,0171
Ensacamento	4	0,243833	0,060958	0,9588
Estádio	3	21,482917	7,160972	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	4,524167	0,377014	0,4746
Erro	99	38,146250	0,385319	
Total	119	66,665917		
Média Geral	20,4808333			
CV (%) = 3,03				

TABELA 11A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Hemicelulose.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	100.650083	100.650083	0.0002
Ensacamento	4	32.874458	8.218615	0.3232
Estádio	3	22.272917	7.424306	0.3662
Ensacamento x Estádio	12	124.837708	10.403142	0.1380
Erro	99	688.025750	6.949755	
Total	119	968.660917		
Média Geral	29.9858333			
CV (%) = 8,79				

TABELA 12A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Lignina.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Ensacamento	4	0,100500	0,025125	0,9455
Estádio	3	27,671000	9,223667	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	0,608167	0,050681	0,9699
Erro	100	13,553333	0,135533	
Total	119	41,933000		
Média Geral	5,4350000			
CV (%) = 6,77				

TABELA 13A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Pectina Total.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	82.900563	82.900563	0.0000
Ensacamento	4	0.128745	0.032186	0.8130
Estádio	3	6.095087	2.031696	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	2.230922	0.185910	0.0136
Erro	99	8.100670	0.081825	
Total	119	99.455987		
Média Geral	2.4196667			
CV (%) = 11.82				

TABELA 14A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Pectina Solúvel.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	14.241630	14.241630	0.0000
Ensacamento	4	0.046388	0.011597	0.0772
Estádio	3	0.055592	0.018531	0.0189
Ensacamento x Estádio	12	0.208158	0.017347	0.0006
Erro	99	0.527778	0.005331	
Total	119	15.079547		
Média Geral	1.0868333			
CV (%) = 6.72				

TABELA 15A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável atividade de Pectinametilsterase (PME).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	1.397521	1.397521	0.0172
Ensacamento	4	1.822417	0.455604	0.1141
Estádio	3	34.267729	11.422576	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	4.290917	0.357576	0.1361
Erro	99	23.570396		
Total	119	65.348979		
Média Geral	5.244583			
CV (%) = 9.30				

TABELA 16A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Condutividade Elétrica.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Ensacamento	4	6041.170957	1510.292739	0.0000
Estádio	3	267080.851187	89026.950396	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	12185.908251	1015.492354	0.0000
Erro	99	148378.666074	1498.774405	
Total	119	531386.156475		
Média Geral	232.4011667			
CV (%) = 1,70				

TABELA 17A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Lixiviação de K.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Ensacamento	4	820.120922	205.030230	0.0000
Estádio	3	29961.847187	9987.282396	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	3233.898895	269.491575	0.0000
Erro	99	12823.339916	12823.339916	
Total	119	46890.526300		
Média Geral	61.3720000			

CV (%) = 0,70

TABELA 18A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Cafeína.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	0.086028	0.086028	0.0020
Ensacamento	4	0.183654	0.045914	0.0006
Estádio	3	1.019885	0.339962	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	0.392346	0.025195	0.0015
Erro	99	0.844709	0.008532	
Total	119	2.436623		
Média Geral	1.1952250			

CV (%) = 7.73

TABELA 19A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Escurecimento.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	1.012003	1.012003	0.0002
Ensacamento	4	0.842617	0.210654	0.0191
Estádio	3	15.408310	5.136103	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	1.824323	0.152027	0.0154
Erro	99	6.739063	0.068071	
Total	119	25.826317		
Média Geral	1.4858333			

CV (%) = 17.56

TABELA 20A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Compostos Fenólicos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	0,234525	0,234525	0,0113
Ensacamento	4	4,247504	1,061876	0,0000
Estádio	3	31,959072	10,653024	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	5,215423	0,434619	0,0000
Erro	99	3,479479	0,035146	
Total	119			
Média Geral	6,2981250			

CV (%) = 2,98

TABELA 21A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Ácido Clorogênico.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	1.875000	1.875000	0.0000
Ensacamento	4	1.918667	0.479667	0.0012
Estádio	3	13.235667	4.411889	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	3.772667	0.314389	0.0007
Erro	99	9.735000	0.098333	
Total	119	30.537000		
Média Geral	5.9450000			
CV (%) = 5.27				

TABELA 22A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Polifenoloxidase (PFO).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	8.253007	8.253007	0.0034
Ensacamento	4	14.027203	3.506801	0.0061
Estádio	3	127.890629	42.630210	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	47.860917	3.988410	0.0000
Erro	99	90.609443	0.915247	
Total	119	288.641199		
Média Geral	62.0924167			
CV (%) = 1.54				

TABELA 23A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Sólidos Solúveis.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	857,070750	857,070750	0,0000
Ensacamento	4	40,662167	10,165542	0,0240
Estádio	3	2,128917	0,709639	0,8926
Ensacamento x Estádio	12	43,969833	3,664153	0,4006
Erro	99	341,724250	3,451760	
Total	119	1285,555917		
Média Geral	30,5358333			
CV (%) = 6,08				

TABELA 24A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Açúcares Totais.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	5,900767	5,900767	0,0000
Ensacamento	4	5,005275	1,251319	0,0000
Estádio	3	333,995469	111,331823	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	6,529285	0,544107	0,0001
Erro	99	13,962083	0,141031	
Total	119	356,392879		
Média Geral	0,5101667			
CV (%) = 6,56				

TABELA 25A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Açúcares Redutores.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	0.232320	0.232320	0.0000
Ensacamento	4	0.019413	0.004853	0.3438
Estádio	3	0.220017	0.073339	0.0000
Ensacamento x Estádio	12	0.236267	0.019689	0.0000
Erro	99	0.422780	0.004271	
Total	119	1.130797		
Média Geral	0.5101667			
CV (%) = 12,81				

TABELA 26A Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significância e coeficientes de variação para a variável Açúcares Não Redutores.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco	1	8,442908	8,442908	0,0000
Ensacamento	4	5,781978	1,445495	0,0000
Estádio	3	277,710462	92,570154	0,0000
Ensacamento x Estádio	12	6,330575	0,527548	0,0001
Erro	99	14,029776	0,141715	
Total	119	312,295699		
Média Geral	4,9659167	7,58		
CV (%)	7,58			