



UESB

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA,  
QUÍMICA, SENSORIAL E DA COMPOSIÇÃO  
FÚNGICA DE GRÃOS DE CAFÉS  
BENEFICIADOS**

**GABRIEL FERNANDES PINTO FERREIRA**

**2010**

**GABRIEL FERNANDES PINTO FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA,  
SENSORIAL E DA COMPOSIÇÃO FÚNGICA DE GRÃOS DE  
CAFÉS BENEFICIADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:  
Prof. *D.Sc.* Quelmo Silva de Novaes

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA  
2010

F383m      Ferreira, Gabriel Fernandes Pinto  
Avaliação da qualidade física, química, sensorial e da composição  
fúngica de grãos de cafés beneficiados./ Gabriel Fernandes Pinto  
Ferreira. - Vitória da Conquista: UESB, 2010.  
119f. : il. (Color.).

Orientador: Prof. D.Sc. Quelmo Silva de Novaes.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da  
Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.  
Referências: f. 100-117.

1. *Coffea arabica*. 2. Café - Processamento. 3. Café - Pós-Colheita.  
4. Café - Fungos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em  
Fitotecnia. II. Novaes, Quelmo Silva de. III. Título.

*CDD:630*  
*641.337 3*

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Estadual do  
Sudoeste da Bahia – UESB.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

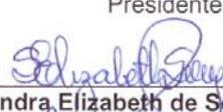
**Título:** "AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA, SENSORIAL E DA COMPOSIÇÃO FÚNGICA DE GRÃOS DE CAFÉS BENEFICIADOS".

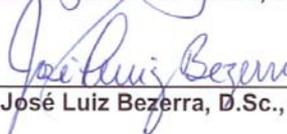
**Autor:** Gabriel Fernandes Pinto Ferreira

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Quelmo Silva de Novaes, D.Sc., UESB**

Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Sandra Elizabeth de Souza, D.Sc., UESB**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Luiz Bezerra, D.Sc., UESB**

Data de realização: 28 de junho de 2010.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45083-900 – E-mail: [mestrado.agronomiauesb@gmail.com](mailto:mestrado.agronomiauesb@gmail.com)

## DEDICO

À minha família.

Aos meus pais, Ricardo e Katharine, pelo amor e incentivo.

Aos meus irmãos, Pedro e Elisa, pelo carinho e amizade.

## OFEREÇO

À Lurdinha, meu grande amor.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por abençoar minha vida e me proporcionar mais esta conquista.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Agronomia.

Ao Convênio UESB/UFLA, que possibilitou minha missão de estudo na Universidade Federal de Lavras – MG.

Ao Professor Dr. Quelmo Silva de Novaes, pela orientação, amizade e por seu exemplo de competência e profissionalismo.

À Professora e Coordenadora do Mestrado Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Castellani, por todo apoio dispensado.

À professora Dr<sup>a</sup>. Sandra Elizabeth de Souza, pela importante contribuição na execução deste trabalho.

A todos os demais professores que contribuíram com minha formação profissional, através de seus valiosos ensinamentos.

Ao Dr. Marcelo Ribeiro Malta, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG - Lavras), e ao técnico de laboratório Samuel Rosa, pela realização das análises físico-químicas dos cafés no Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”.

Ao Professor Dr. Luis Roberto Batista, do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, pela recepção no Laboratório de Micotoxinas e Micologia de Alimentos e auxílio na identificação de espécies de fungos associadas aos grãos de café.

Aos provadores de café Anderson Dias, José Carlos Novais, Iury Mares Barros e Welson de Lacerda Barbosa, pela colaboração na realização da análise sensorial das amostras de café.

Aos colegas de turma, pelo convívio durante estes anos.

Ao amigo Gileno Brito de Azevedo e demais estagiários do Laboratório de Fitopatologia, pela contribuição na execução deste trabalho.

À minha família, tão importante em minha vida, pelo incentivo constante.

À minha querida Lurdinha, pelo amor, pela atenção e por tornar minha vida muito especial.

Aos meus familiares e amigos.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram com minha formação profissional, pois, num país de tantas desigualdades, estudar ainda é uma oportunidade para poucos.

Muito Obrigado!

“<sup>3</sup> Confia no Senhor e faze o bem; assim habitarás na terra, e te alimentarás em segurança; <sup>4</sup> Deleita-te também no Senhor, e Ele te concederá o que deseja o teu coração; <sup>5</sup> Entrega o teu caminho ao Senhor, confia Nele, e Ele tudo fará.”

(Salmo 37; 3-5)

"Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima."

(Louis Pasteur)

## Seguindo em frente

O sol que se põe, no outro dia nasce.  
O trabalho que acaba, outra hora começa.  
O obstáculo que surge, num momento desaparece.  
Ano após ano, a vida se renova.  
O mundo se transforma.  
E assim seguimos em frente.

(Autor desconhecido)

## RESUMO

FERREIRA, G.F.P. **Avaliação da qualidade física, química, sensorial e da composição fúngica de grãos de cafés beneficiados.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2010. 119p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*

A qualidade do café é fator decisivo para a sua comercialização, sendo avaliada através de parâmetros físicos, químicos, sensoriais e da sanidade microbiológica. Diversos fatores podem interferir na qualidade do café, especialmente aqueles relacionados às etapas pós-colheita de processamento e secagem. Algumas espécies de fungos podem se associar a grãos de café durante a pós-colheita e ocasionar contaminações indesejáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos processamentos via seca (natural), seco em terreiro de terra, e via úmida (despolpado), seco em terreiro de cimento, tradicionalmente empregados na região sudoeste da Bahia, sobre a qualidade do café produzido na safra 2008. Foram avaliados parâmetros físicos, químicos, sensoriais e a ocorrência de fungos em grãos de cafés beneficiados. O experimento consistiu de 4 tratamentos (café natural de Barra do Choça e de Encruzilhada; café despolpado de Barra do Choça e de Encruzilhada) e 5 repetições. Foram coletadas 20 amostras de grãos de café oriundas de diferentes propriedades cafeeiras nesses municípios. Todos os resultados obtidos foram avaliados pelo teste de médias t de Bonferroni a 5% de probabilidade. Houve diferença estatística significativa entre os tratamentos analisados para os parâmetros %PVA (grãos pretos, verdes e ardidos), lixiviação de potássio, açúcares redutores, açúcares não-redutores, pH da infusão de grãos torrados e moídos e contaminação fúngica. Os gêneros de fungos detectados foram: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sendo que o gênero *Aspergillus* foi o de maior ocorrência, no qual foram identificadas 8 espécies (*Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. tubingensis*, *A. auricomus*, *A. sojae* e *A. oryzae*). Foi detectada maior ocorrência de fungos em grãos de cafés oriundos de processamento natural do que de processamento despolpado.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, processamento, pós-colheita, fungos

---

\* Orientador: Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

## ABSTRACT

FERREIRA, G.F.P. **Evaluation of the physical, chemical, sensory quality of and of the fungal composition of benefited coffee beans.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2010. 119p. (Dissertation – Master in Agronomy, Concentration Area: Crop Sciences)\*

The quality of coffee is a decisive factor for its commercialization, being evaluated through physical, chemical, and sensorial parameters and by its microbiological status. Several factors can affect the quality of coffee, especially those related to the post-harvest stages of processing and drying. Some fungal species can undesirably contaminate the coffee grains during post-harvest. The objective of this work was to evaluate the influence of dry (natural) processing, on-land drying, and humid (pulped) drying on cement floors, methods traditionally used in the southwestern region of Bahia State, Brazil, on the quality of the coffee produced in the 2008 harvest. Physical, chemical and sensorial parameters and the occurrence of fungi were evaluated in benefited coffee beans. The experiment consisted of 4 treatments (natural coffee of Barra do Choça and Encruzilhada; pulped coffee of Barra do Choça and Encruzilhada) and 5 repetitions. Twenty samples of coffee beans from different coffee growers in these cities were collected. Results were evaluated by the t mean test of Bonferroni at 5% probability. Significant differences were found between the analyzed treatments for the parameters %PVA (black, greens and burnt grains), potassium leaching, reducing sugars, non-reducing sugars, pH of the infusion of roasted and ground beans and fungal contamination. The genera of detected fungi were: *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*, being *Aspergillus* predominant, with 8 species (*Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. tubingensis*, *A. auricomus*, *A. sojae* and *A. oryzae*). Was detected a higher occurrence of fungi in coffee beans from the natural processing than pulped processing.

**Keywords:** *Coffea arabica*, processing, post-harvest, fungi

---

\* Adviser: Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Análise sensorial para os atributos Bebida Limpa, Doçura, Acidez, Corpo, Sabor, Gosto Remanescente, Balanço e Aspecto Geral de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008..... 80
- Figura 2.** *Aspergillus ochraceus*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F)..... 87
- Figura 3.** *Aspergillus niger*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F)..... 88
- Figura 4.** *Aspergillus flavus*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F)..... 89

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação oficial do café por peneira.....	30
<b>Tabela 2.</b> Classificação oficial do café quanto à bebida.....	32
<b>Tabela 3.</b> Classificação oficial do café por coloração.....	33
<b>Tabela 4.</b> Classificação oficial do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos).....	34
<b>Tabela 5.</b> Classificação oficial do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de impurezas (extrínsecos).....	34
<b>Tabela 6.</b> Classificação oficial do café beneficiado quanto ao tipo.....	36
<b>Tabela 7.</b> Relação da atividade da polifenoloxidase com a classificação da bebida do café.....	44
<b>Tabela 8.</b> Valores médios (%) de defeitos grãos pretos, verdes e ardidos (PVA), grãos brocados e grãos quebrados de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	65
<b>Tabela 9.</b> Valores médios (%) de classificação por peneira de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	67
<b>Tabela 10.</b> Valores médios de umidade (%), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de amostra) e lixiviação de potássio (ppm), de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	68
<b>Tabela 11.</b> Valores médios (%) de açúcares totais, açúcares não-redutores e açúcares redutores de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	70
<b>Tabela 12.</b> Valores médios de cafeína (%), pH, acidez total titulável (mL NaOH 0,1N.100g <sup>-1</sup> de amostra) e sólidos solúveis (%) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra	

2008.....	73
<b>Tabela 13.</b> Valores médios de ácidos clorogênicos (%), compostos fenólicos (%) e atividade da polifenoloxidase ( $\text{u}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de amostra) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	75
<b>Tabela 14.</b> Valores médios dos atributos sensoriais BL (Bebida Limpa), D (Doçura), A (Acidez), C (Corpo), S (Sabor), GR (Gosto Remanescente), B (Balanço) e AG (Aspecto Geral) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	78
<b>Tabela 15.</b> Valores médios de pH da infusão de grãos de cafés torrados e moídos provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	81
<b>Tabela 16.</b> Valores médios de Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC) da composição fúngica geral de grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	82
<b>Tabela 17.</b> Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos dos gêneros <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i> em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	85
<b>Tabela 18.</b> Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i> em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	85
<b>Tabela 19.</b> Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos das espécies <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. niger</i> e <i>A. flavus</i> em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	90

<b>Tabela 20.</b> Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. niger</i> e <i>A. flavus</i> em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	90
<b>Tabela 21.</b> Valores médios de Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC) da composição fúngica geral de grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	93
<b>Tabela 22.</b> Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos dos gêneros <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i> em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	95
<b>Tabela 23.</b> Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i> em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	95
<b>Tabela 24.</b> Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos das espécies <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. niger</i> e <i>A. flavus</i> em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	96
<b>Tabela 25.</b> Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. niger</i> e <i>A. flavus</i> em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.....	97
<b>Tabela 1A.</b> Classificação das amostras do café natural, oriundas dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), quanto ao tipo, em função do número de defeitos, quanto à qualidade da bebida e quanto à pontuação da BSCA. Safra 2008. Amostra oficial de 300 g.....	119
<b>Tabela 2A.</b> Classificação das amostras do café despulpado, oriundas dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), quanto ao tipo, em função do número de defeitos, quanto à qualidade da bebida e quanto à pontuação da BSCA. Safra 2008. Amostra oficial de 300 g...	119

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Acidez
AG	Aspecto Geral
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemistry</i>
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
B	Balanço
BC	Barra do Choça
BL	Bebida Limpa
BSCA	<i>Brazil Specialty Coffee Association</i>
C	Corpo
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COOPMAC	Cooperativa Mista Agropecuária Conquistense
CYA	Meio de cultura Czapek Yeast Agar
D	Doçura
DG18	Meio de cultura Dichloran Glicerol 18%
DOPA	L-3,4-Dihydroxyphenyl-alanine
EN	Encruzilhada
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
GR	Gosto Remanescente
IO	Índice de Ocorrência
ISC	Índice de Severidade da Contaminação
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEA	Meio de cultura Agar Extrato de Malte
OTA	Ocratoxina A
PVA	Grãos pretos, verdes e ardidos
S	Sabor
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFLA	Universidade Federal de Lavras

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 Panorama da cafeicultura brasileira.....	22
2.2 Produção de café na Bahia.....	23
2.3 Colheita do café.....	24
2.4 Pós-colheita do café.....	25
2.4.1 Processamento.....	25
2.4.2 Secagem.....	27
2.5 Classificação física do café.....	29
2.5.1 Classificação por peneira, bebida, coloração e tipo.....	30
2.6 Qualidade do café.....	37
2.7 Composição físico-química do café.....	37
2.7.1 Umidade.....	38
2.7.2 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio.....	39
2.7.3 Cafeína.....	40
2.7.4 Açúcares.....	40
2.7.5 Sólidos solúveis.....	41
2.7.6 Acidez.....	41
2.7.7 pH.....	42
2.7.8 Polifenóis.....	42
2.7.9 Ácidos clorogênicos totais.....	43
2.7.10 Polifenoxidase.....	43
2.8 Análise sensorial.....	44
2.9 Fungos associados a grãos de café.....	45
2.10 Segurança do alimento café: micotoxinas.....	50
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3.1 Amostras.....	55

3.2 Análises físicas dos grãos de café.....	55
3.2.1 Defeitos.....	55
3.2.2 Classificação por peneira.....	56
3.3 Análises físico-químicas e químicas dos grãos de café.....	56
3.3.1 Preparo das amostras.....	56
3.3.2 Umidade.....	57
3.3.3 Condutividade elétrica.....	57
3.3.4 Lixiviação de potássio.....	57
3.3.5 Cafeína.....	57
3.3.6 Açúcares redutores, não-redutores e totais.....	58
3.3.7 Sólidos solúveis.....	58
3.3.8 Acidez total titulável.....	58
3.3.9 pH.....	58
3.3.10 Polifenóis.....	58
3.3.11 Ácidos clorogênicos totais.....	59
3.3.12 Polifenoxidase.....	59
3.4 Análise sensorial dos grãos de café.....	59
3.4.1 Preparo das amostras.....	59
3.4.2 Avaliação dos atributos sensoriais.....	60
3.4.3 pH da infusão de grãos de café torrados e moídos.....	60
3.5 Avaliação da composição fúngica dos grãos de café.....	60
3.5.1 Amostragem.....	61
3.5.2 Desinfestação.....	61
3.5.3 Plaqueamento e incubação.....	61
3.5.4 Avaliações.....	62
3.5.5 Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC).....	62
3.5.6 Identificação e isolamento de fungos.....	63
3.6 Delineamento experimental.....	64
3.7 Análise estatística.....	64

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1 Caracterização física dos grãos de café.....	65
4.1.2 Defeitos.....	65
4.1.3 Peneiras.....	67
4.2 Caracterização físico-química dos grãos de café.....	68
4.2.1 Umidade, condutividade elétrica e lixiviação de potássio.....	68
4.2.2 Açúcares totais, não-redutores e redutores.....	70
4.2.3 Cafeína, pH, acidez total titulável e sólidos solúveis.....	73
4.2.4 Ácidos clorogênicos, compostos fenólicos e polifenoxidase.....	75
4.3 Caracterização sensorial dos grãos de café.....	78
4.4 pH da infusão de grãos de café torrados e moídos.....	81
4.5 Caracterização da contaminação fúngica.....	82
4.5.1 Composição fúngica geral de grãos de café não-desinfestados.....	82
4.5.1.1 Gêneros de fungos associados aos grãos de café não-desinfestados.....	84
4.5.1.2 Espécies de <i>Aspergillus</i> associadas aos grãos de café não-desinfestados.....	86
4.5.2 Composição fúngica geral de grãos de café desinfestados.....	93
4.5.2.1 Gêneros de fungos associados aos grãos de café desinfestados.....	94
4.5.2.2 Espécies de <i>Aspergillus</i> associadas aos grãos de café desinfestados.....	96
5 CONCLUSÕES.....	99
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
APÊNDICE.....	118

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da cafeicultura para o Brasil traduz-se pela sustentação econômica dos setores de produção, comercialização, industrialização e consumo, relacionados à cultura, e pela distribuição de renda a diversos segmentos da economia brasileira. O café (*Coffea arabica* L.) é um dos mais importantes produtos agrícolas do País, apresentando destaque também no cenário internacional através da exportação a inúmeros mercados consumidores. A bebida do café é uma das mais consumidas no mundo, por ser um produto natural com sabor e aroma característicos, sendo a sua qualidade um fator decisivo para cotação de preços e comercialização.

A qualidade do café é definida como o conjunto de características físicas, químicas e sensoriais que induzem a aceitação do produto pelo consumidor. Neste contexto, o Brasil apresenta grande potencial para produção de cafés de boa qualidade. Entretanto, os parâmetros atuais de aceitação e comercialização do café incluem não somente estas características e as preferências de cada mercado consumidor, mas também aquelas relacionadas à sanidade microbiológica e sua interferência na qualidade do produto final, visto que a segurança do alimento é a maior preocupação que a indústria alimentícia enfrenta atualmente.

Diversos procedimentos adotados durante a colheita e a pós-colheita do café são imprescindíveis para a manutenção dos padrões de qualidade do produto. Entretanto, alguns métodos de colheita, processamento e secagem podem ocasionar modificações na qualidade do café, alterando a composição química dos grãos e serem responsáveis pelas diferenças entre graus de classificação da bebida. Além disso, algumas espécies de fungos podem se associar a frutos e grãos de café durante todo o processo produtivo até o

armazenamento, causando danos que se expressam na qualidade, no aspecto, no sabor e na segurança do alimento café. Alguns destes fungos, como *Aspergillus* e *Penicillium*, apresentam a capacidade de sintetizar metabólitos tóxicos, denominados micotoxinas, que comprometem a característica da segurança. A principal micotoxina passível de ser encontrada em grãos de café é a ocratoxina A (OTA), que pode apresentar efeito nocivo à saúde humana. Por esse motivo, muitos países consumidores de café propõem limites legais de presença dessa toxina neste produto, através de normas que objetivam preservar a saúde pública, com base na prevenção do desenvolvimento de microrganismos causadores de doenças.

Os cuidados em todas as etapas do processo produtivo do café são fundamentais para a garantia e a oferta de um alimento seguro e saudável. Assim, a utilização de técnicas adequadas de colheita e pós-colheita do café são fundamentais para obtenção de um produto de boa qualidade e com melhor rentabilidade. As boas práticas agrícolas também devem ser adotadas para minimizar a contaminação microbiológica do café em toda cadeia produtiva, através da implementação de medidas de controle e de caráter preventivo que devem ser utilizadas frente aos perigos significativos que o café contaminado pode apresentar à saúde do consumidor.

Na região sudoeste da Bahia, os manejos pós-colheita do café, tradicionalmente empregados, são a via seca (natural), na qual a secagem de grande parte da produção cafeeira é realizada em terreiros de terra, localizados em regiões de clima semi-árido, onde as condições climáticas favorecem esta operação, e a via úmida, representada principalmente pela prática do despulpamento, com a secagem dos grãos em terreiros de cimento.

O grande desafio do cafeicultor brasileiro é a produção de café de qualidade superior. Assim, a avaliação dos atributos físicos, químicos, sensoriais e a identificação e o monitoramento de fungos potencialmente produtores de

OTA são imprescindíveis para a verificação da qualidade deste produto. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade física, química, sensorial e a composição fúngica de grãos de café, processados por via seca (natural) e via úmida (despolpado), oriundos dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, localizados na região sudoeste da Bahia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Panorama da cafeicultura brasileira

O Brasil posiciona-se como o maior produtor mundial de café, tendo produzido na safra 2008 um total de 45,9 milhões de sacas de 60 kg das espécies *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre (CONAB, 2008), o que representou 35,8% da produção do mundo. É também o maior exportador deste produto, contribuindo nesta mesma safra com 30,4% das exportações mundiais, o que gerou faturamento de aproximadamente US\$ 4,76 bilhões. A participação do café nas exportações do agronegócio brasileiro correspondeu a 6,6% do faturamento total do País (MAPA, 2008). Entretanto, essa posição é apenas aparentemente confortável, visto que a liderança no setor cafeeiro é definida não apenas pela disponibilidade de terras para o plantio, mas também pela produtividade, qualidade no processo de produção e no produto final e domínio das etapas de distribuição nos principais mercados consumidores. Além disso, a participação na produção e exportação mundial de café de países como o Vietnã, a Colômbia e a Indonésia vem crescendo nas últimas décadas (DUTRA NETO, 2009).

O mercado de café apresenta elevada competição externa, pois seu consumo mundial é estável ou de pequeno crescimento, e o produto é uma *commodity* exportada por um grande número de países produtores. A competitividade da exportação brasileira de café está ainda condicionada à comercialização de uma matéria-prima pouco diferenciada, vendida em grandes volumes, diante de mercados globalizados exigentes, de crescente segmentação por bebida, origens, formas e qualidade, confiabilidade e estabilidade do fornecimento do produto. Assim, investir e valorizar a qualidade do café são fatores determinantes de competitividade (CAIXETA e outros 2008).

Os principais Estados brasileiros produtores de café são Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Rio de Janeiro (MAPA, 2008).

## **2.2 Produção de café na Bahia**

A cafeicultura também tem importância considerável na economia agrícola da Bahia, que se coloca como o quinto Estado em produção de café no Brasil, tendo produzido 2,14 milhões de sacas de 60 kg na safra 2008 (das espécies *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre), contribuindo com aproximadamente 5% da produção nacional (CONAB, 2008). O Estado da Bahia possui um parque cafeeiro expressivo e compreendido por três regiões produtoras principais: a do Atlântico (Sul e Extremo Sul) onde é cultivado *C. canephora*, a do Oeste (Cerrado) e a do Planalto onde são cultivados *C. arabica*. Na região do Planalto estão localizadas as sub-regiões dos Planaltos de Vitória da Conquista, de Jequié/Santa Inês e da Chapada Diamantina (MATIELLO, 2000). A Bahia apresentou na safra 2008 um parque cafeeiro de 125.033 hectares em produção e 5.796 hectares em formação (CONAB, 2008).

No sudoeste da Bahia está localizada a região do Planalto de Vitória da Conquista, com uma altitude acima de 700 metros e com uma temperatura média anual em torno de 21 °C, onde se encontram doze municípios produtores de café: Vitória da Conquista, Barra do Choça, Poções, Planalto, Encruzilhada, Ribeirão do Largo, Itambé, Caatiba, Iguai, Nova Canaã, Boa Nova e Ibicuí. O total das áreas cultivadas com *C. arabica* nessa região é de aproximadamente 50 mil hectares, sendo o município de Barra do Choça o maior produtor da Bahia e do Norte Nordeste do Brasil (DUTRA NETO, 2004). Esse município apresentou na safra de 2008 área plantada de 23.260 hectares e área colhida de 18.530 hectares com produção de 21.124 toneladas de café beneficiado. Outro importante

município produtor de café é o de Encruzilhada, que apresentou nesta mesma safra área plantada de 5.440 hectares e área colhida de 3.600 hectares, com produção de 2.808 toneladas de café beneficiado (SEI, 2009). A região sudoeste da Bahia é produtora de cafés de alta qualidade e parte dessa produção é direcionada à exportação para diversos países consumidores (DUTRA NETO 2009).

### **2.3 Colheita do café**

O café é um produto agrícola, cujo preço baseia-se em parâmetros qualitativos e varia significativamente em função da qualidade apresentada. Sendo assim, cuidados e técnicas adequadas de colheita e pós-colheita são fundamentais para a obtenção de um produto de qualidade e com melhor rentabilidade (MALTA e outros, 2008).

O ponto ideal de colheita é quando o fruto está maduro e este se torna matéria-prima para obtenção de um café de boa qualidade (PIMENTA, 2003). De acordo com Carvalho e Chalfoun (1985), durante a maturação dos frutos as mudanças metabólicas são mais aceleradas e ocorrem alterações importantes nas características físicas (aparência) e na composição química dos grãos. Na prática, a maturação é evidenciada pela mudança da coloração verde da casca para a cor característica de fruto maduro que, no caso do café, é o vermelho-cereja e o amarelo (CARVALHO e outros, 1997). Entretanto, o cafeeiro pode apresentar normalmente, frutos em diferentes estádios de maturação (verdes, cerejas, passas e secos) devido à característica da planta de exibir várias florações em diferentes épocas do ano (BÁRTHOLO; GUIMARÃES, 1997). O café proveniente da lavoura pode constituir-se de frutos nestes diferentes estádios de maturação e a presença de cada um desses constituintes e sua

proporção, dependerão do sistema e dos cuidados adotados na colheita (BORÉM, 2008).

A colheita do café pode ser do tipo seletiva, colhendo-se apenas os frutos maduros, ou do tipo concentrada, derruçando-se todos os frutos. No Brasil, a colheita é feita predominantemente por derruçã, ou seja, colhendo-se uma mistura de frutos de diferentes características com relação à maturação, cor, densidade e teor de umidade (MALTA e outros, 2008). Assim, nesse tipo de colheita encontram-se misturados frutos verdes, verde-amarelados, cerejas, passas e secos na planta. A presença de frutos verdes tem sido responsável por sérios prejuízos na qualidade do produto final (PIMENTA, 2003).

A colheita do tipo seletiva é um sistema pouco utilizado no Brasil, sendo predominante em outros países, principalmente, onde se utiliza o despulpamento, sendo o exemplo típico do que ocorre na Colômbia, América Central, Etiópia e Quênia (MALTA e outros, 2008). Tem sido intensivamente demonstrado que as melhores qualidades de bebidas de café são obtidas quando se processa o café cereja. Isso se explica pelo fato de ser esse estágio a fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos, no qual a casca, polpa e semente apresentam composição química adequada a proporcionar ao fruto seu máximo de qualidade (CARVALHO e outros, 1997). Segundo Leite e Carvalho (1994), o tipo de colheita e preparo do café afetam a composição química e, conseqüentemente, a sua qualidade.

## **2.4 Pós-colheita do café**

### **2.4.1 Processamento**

A escolha do método de processamento do café é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira e depende de fatores como a relação custo/benefício, a necessidade de atendimento à legislação ambiental e o padrão

desejado de qualidade do produto. Historicamente, dois diferentes métodos são usados para o processamento do café: a via seca e a via úmida (BORÉM, 2008).

Na via seca, os frutos são submetidos à secagem em sua forma integral, imediatamente após a colheita, produzindo-se o café seco em coco ou café natural, sendo este o modo mais antigo e mais simples de processar o café. É amplamente usado nas regiões tropicais, onde há uma estação seca característica durante o período de colheita (BORÉM, 2008), sendo o método predominante no processamento do café no Brasil (MALTA e outros, 2008). Contudo, a qualidade final do café natural dependerá de diversos fatores desde a colheita até os cuidados durante a secagem. Quando os frutos são colhidos por derriça completa e secados sem qualquer tipo de separação ou cuidado, serão produzidos cafés com bebida de qualidade inferior. No entanto, se a colheita for seletiva, secando-se cuidadosamente somente frutos maduros, sem ocorrência de fermentações, é possível produzir cafés naturais de bebida de boa qualidade (BORÉM, 2008).

Na via úmida, o café pode ser processado de três formas distintas: despulpado, cereja descascado e desmucilado (BORÉM, 2008). O café despulpado é obtido removendo-se a casca do fruto cereja mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação biológica em tanques de concreto contendo água, onde o café permanece por um período de 12 a 24 horas. Depois desse período, os grãos são lavados e conduzidos para secagem (MALTA e outros, 2008). Deve-se retirar a mucilagem, pois essa constitui substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos que podem provocar a ocorrência de fermentações prejudiciais à qualidade final do produto. Um aspecto importante é que o café não tenha sofrido tais fermentações na roça (BÁRTHOLO; GUIMARÃES, 1997). O processo de despulpamento traz como vantagens a diminuição considerável do espaço no terreiro e do tempo necessário para secagem dos grãos, sendo que estes quando bem processados, normalmente são

classificados como bebida de alto valor comercial, seja qual for a região produtora (PIMENTA, 2003).

No Brasil, ainda é pequeno o processamento de cafés por via úmida, comparando-se ao volume total de café produzido no País, mas sua utilização vem crescendo a cada ano, não apenas como necessidade das regiões com maiores limitações para o processamento por via seca (natural), mas como medida para potencializar a obtenção de cafés de bebida fina, mesmo nas regiões consideradas adequadas para a produção de cafés naturais (BORÉM, 2008).

Brando (1999), em estudo sobre a qualidade do café preparado sob diferentes métodos de processamento, observou características superiores da bebida para os cafés preparados por via úmida em relação à via seca, sendo essa tecnologia capaz de proporcionar uma bebida suave, agregar valor ao café e contribuir para alcançar boas cotações no mercado internacional. Segundo Lima e outros (2008), o preparo de café natural foi o que apresentou os maiores indícios de perda da qualidade físico-química e sensorial em relação aos processamentos despulpado e cereja descascado na região sudoeste da Bahia.

#### **2.4.2 Secagem**

Os frutos de café geralmente são colhidos com teores de água variáveis, dependendo do seu estágio de maturação e, portanto, sujeitos às condições que favorecem uma rápida deterioração. Assim, antes de ser armazenado, o café deverá necessariamente ser secado, e esta etapa é considerada de grande relevância na pós-colheita, tanto do ponto de vista de formação dos custos de processamento como do ponto de vista da preservação da qualidade (BORÉM, 2008).

Segundo Cortez (2001), é indispensável que o café colhido seja imediatamente submetido ao preparo e à secagem para evitar o desenvolvimento

de processos fermentativos e consequentes prejuízos à qualidade da bebida. O manejo pós-colheita é fundamental neste aspecto, especialmente, o tempo de exposição aos microrganismos, os quais iniciam a infecção na planta e persistem após a colheita.

O processo de secagem pode ser feito em terreiros ou com auxílio de secadores mecânicos. No processo de secagem, é aconselhável trabalhar com lotes homogêneos, considerando-se tanto a época de colheita, quanto o estágio de maturação ou teor de umidade dos frutos, para obtenção de um produto final uniforme e de boa qualidade (MALTA e outros, 2008). Na secagem em terreiros, o produto úmido é exposto ao sol em superfícies planas para aquecimento e remoção da água. É uma técnica simples e tradicional que, em condições favoráveis e com manejo correto, propicia um produto de qualidade. Entretanto, quando o produtor dispõe somente de terreiros para realizar a secagem completa do café, são necessárias grandes áreas, uso intensivo de mão-de-obra e maior tempo de secagem, expondo o produto às variações climáticas que elevam os riscos de ocorrerem contaminações e fermentações, reduzindo a qualidade final do produto. O tempo médio para secagem completa do café em terreiro é variável e depende das características do produto, do tipo de terreiro, do manejo empregado, bem como das condições climáticas de cada região, variando de 15 a 20 dias para os cafés processados por via seca, podendo chegar até 30 dias em regiões com condições desfavoráveis e de 8 a 12 dias para os cafés processados por via úmida (BORÉM, 2008).

Os terreiros podem ser construídos com diferentes materiais: terra, concreto, lama asfáltica, suspenso e em estufa. Entretanto, para a escolha do tipo de pavimentação empregada, diversos fatores são considerados, sobretudo a garantia da preservação da qualidade do café, o custo de implantação, a facilidade no manuseio e o tempo total de secagem (BORÉM, 2008).

O terreiro de terra ainda é frequentemente encontrado na maioria das pequenas propriedades cafeeiras e em regiões menos desenvolvidas, e seu uso está relacionado ao baixo custo de construção, pois envolve, basicamente, a limpeza do terreno e a movimentação de terra. Esse tipo de terreiro não é recomendado para a secagem do café, pois pode produzir com frequência cafés de baixa qualidade que não atendem às exigências relacionadas aos aspectos higiênico-sanitários que integram as boas práticas de processamento (BORÉM, 2008). A secagem deve ser realizada, preferencialmente, em terreiros de concreto, pois, em comparação com os terreiros de terra, favorecem a secagem mais rápida e a obtenção de cafés de melhor qualidade (REINATO, 2006), podendo portanto ser considerado o melhor (VILELA, 1997).

Borém e Reinato (2006) verificaram que a secagem completa do café despoldado, em terreiros de lama asfáltica, concreto e suspenso proporcionou a manutenção da qualidade, enquanto que a secagem em terreiro de terra alterou negativamente a qualidade do café. Afonso Júnior e outros (2004) também avaliaram a contribuição das etapas do pré-processamento para a qualidade do café e concluíram que a adoção de cuidados e tecnologias adequadas, durante essas etapas, contribuem para a melhoria da mesma.

## **2.5 Classificação física do café**

Os critérios atuais para comercialização de café no Brasil baseiam-se em uma série de avaliações nesse produto, a fim de estabelecer sua classificação. Para tanto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprovou, em 11 de junho de 2003, a Instrução Normativa nº 8 que diz respeito ao regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru das espécies *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café robusta ou conillon) (BRASIL, 2003).

### 2.5.1 Classificação por peneira, bebida, coloração e tipo

O café, depois de colhido, processado e beneficiado, passa por avaliações baseadas nas características físicas de tamanho, formato, coloração e uniformidade dos grãos e qualidade de bebida, sendo classificado por peneira, bebida, coloração e tipo, para fins de comercialização (BRASIL, 2003).

A classificação por peneira é determinada de acordo com o formato e o tamanho dos grãos de café. Conforme o formato, os grãos de café são classificados em chato e moca. Os grãos chato possuem superfície dorsal convexa e a ventral plana ou ligeiramente côncava com a ranhura central no sentido longitudinal, e os grãos moca apresentam formato ovóide, também com ranhura central no sentido longitudinal. A granulometria é determinada pelas peneiras, de acordo com o tamanho dos grãos e com a dimensão dos crivos que os retém, sendo circulares para os grãos chato e oblongos para os grãos moca (BRASIL, 2003). Na Tabela 1 está apresentada a classificação oficial do café por peneira.

**Tabela 1.** Classificação oficial do café por peneira.

Classificação do café por peneira	
Grão chato graúdo	Peneiras 17, 18 e 19
Grão chato médio	Peneiras 15 e 16
Grão chato miúdo	Peneira 14 e menores
Grão moca graúdo	Peneiras 11, 12 e 13
Grão moca médio	Peneira 10
Grão moca miúdo	Peneira 9 e menores

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

A classificação por peneiras objetiva avaliar a homogeneidade dos grãos com relação ao tamanho, pois a qualidade da torração depende, dentre outros

fatores, dessa homogeneidade. A ocorrência de grãos de café de diferentes tamanhos num mesmo lote pode proporcionar uma torração rápida e desuniforme, principalmente, dos grãos de peneiras menores, os quais são rapidamente queimados, promovendo sabor e aroma desagradáveis à bebida do café (MATIELLO e outros, 2002; MENDONÇA, 2004). Assim, a separação dos grãos de café pelo tamanho proporciona melhor qualidade do produto final, permitindo maior uniformidade na torra (NASSER; CHALFOUN, 2000) e maior uniformidade dos grãos quanto à coloração e presença de defeitos (NASSER e outros, 2001). Além disso, os cafés que apresentam maior peneira, associados a outros fatores de indicação de boa qualidade, geralmente apresentam maior valor de mercado (LAVIOLA e outros, 2006).

A classificação da bebida é definida sensorialmente, de acordo com o aroma e o sabor, através da prova de xícara (BRASIL, 2003), sendo realizada por provadores treinados que distinguem diferentes padrões sensoriais de bebida. Essa prova é um trabalho complexo que exige bastante treino e conhecimento para diferenciar sabores (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1977; TEIXEIRA, 1999). Na Tabela 2 está apresentada a classificação oficial do café (*Coffea arabica* L.) quanto à bebida.

**Tabela 2.** Classificação oficial do café quanto à bebida.

Classificação da bebida	Características sensoriais
Estritamente mole	Apresenta os requisitos de sabor e aroma "mole", porém mais acentuado
Mole	Apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado
Apenas mole	Apresenta sabor levemente suave e doce, mas sem adstringência ou aspereza do paladar
Dura	Apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém, sem paladares estranhos
Riado	Apresenta leve sabor iodofórmico
Rio	Apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio
Rio zona	Apresenta sabor e aroma acentuados, semelhante ao do iodofórmio ou do ácido fênico, repugnante ao paladar

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

O café também é classificado de acordo com a coloração dos grãos, podendo ser enquadrado em oito classes (BRASIL, 2003). Na Tabela 3 está apresentada a classificação oficial do café quanto à coloração dos grãos.

**Tabela 3.** Classificação oficial do café por coloração.

Classificação do café por coloração	
Verde azulado e verde cana	Cores características do café despoldado ou degomado
Verde	Café que apresenta grão de coloração verde e suas nuances
Amarelada	Café que apresenta grão de coloração amarelada, indicando sinais de envelhecimento
Marrom	
Chumbado	
Esbranquiçada	
Discrepante	Mistura de cores oriundas de ligas de safras ou cores diferentes

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

A classificação por tipo é realizada de acordo com o número de defeitos e impurezas para uma amostra de 300 g de café beneficiado, conforme o estabelecido nas Tabelas 4 e 5. Os defeitos são de natureza intrínseca (grãos pretos, verdes, ardidos, quebrados, brocados, mal granados ou chochos e conchas) e as impurezas, de natureza extrínseca, são representadas por elementos estranhos ao café beneficiado (coco, marinheiro, cascas, pau, pedra e torrões) (BRASIL, 2003).

**Tabela 4.** Classificação oficial do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos).

Equivalência dos grãos imperfeitos para classificação quanto ao tipo		
Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão preto	1	1
Grãos ardidos	2	1
Conchas	3	1
Grãos verdes	5	1
Grãos quebrados	5	1
Grãos brocados	2 a 5	1
Grãos chochos	5	1

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

**Tabela 5.** Classificação oficial do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de impurezas (extrínsecos).

Equivalência de impurezas para classificação quanto ao tipo		
Defeitos	Quantidade	Equivalência
Coco	1	1
Marinheiros	2	1
Pau, pedra, torrão grande	1	5
Pau, pedra, torrão regular	1	2
Pau, pedra, torrão pequeno	1	1
Casca grande	1	1
Cascas pequenas	2 a 3	1

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

Dentre os diversos fatores que podem influenciar a qualidade do café, destaca-se a presença de grãos defeituosos, principalmente, os pretos, verdes e ardidos (PVA), sendo conhecidas suas influências prejudiciais ao aspecto, à torrefação e à qualidade de bebida do café (COELHO; PEREIRA, 2002). A presença desses grãos defeituosos é bastante importante no

estabelecimento dessa qualidade, pois está associada a problemas específicos da colheita e operações de pré-processamento (FRANCA e outros, 2005). Segundo Pimenta e Vilela (2002), os frutos que são colhidos fora do estágio ideal de maturação tem potencial para apresentar defeitos pretos, verdes e ardidos, que comprometem a classificação por tipo e a qualidade sensorial desses cafés.

Segundo Silva e outros (2006), a quantidade de defeitos contribui significativamente para depreciar a qualidade da bebida. Grãos com defeitos representam cerca de 20% da produção brasileira de café e, normalmente, não são comercializados no mercado internacional, sendo, portanto, separados antes da comercialização (DELIZA e outros 2005). Apesar da importância desses defeitos na qualidade final da bebida, poucos estudos tem sido realizados correlacionando a presença dos referidos defeitos com as características físicas e químicas dos grãos (FRANCA e outros, 2005). O defeito grão brocado representa o grão danificado pela broca-do-café e apresenta um ou mais orifícios. O defeito grão quebrado é representado por pedaço de grão, de forma e tamanho variáveis (BRASIL, 2003). Na Tabela 6 está apresentada a classificação do café beneficiado grão cru em função do defeito/tipo.

**Tabela 6.** Classificação oficial do café beneficiado quanto ao tipo.

Defeitos	Tipos	Pontos	Defeitos	Tipos	Pontos
4	2	+ 100	46	5	- 50
4	2 – 5	+ 95	49	5 – 5	- 55
5	2 – 10	+ 90	53	5 – 10	- 60
6	2 – 15	+ 85	57	5 – 15	- 65
7	2 – 20	+ 80	61	5 – 20	- 70
8	2 – 25	+ 75	64	5 – 25	- 75
9	2 – 30	+ 70	68	5 – 30	- 80
10	2 – 35	+ 65	71	5 – 35	- 85
11	2 – 40	+ 60	75	5 – 40	- 90
11	2 – 45	+ 55	79	5 - 45	- 95
12	3	+ 50	86	6	- 100
13	3 – 5	+ 45	93	6 – 5	- 105
15	3 – 10	+ 40	100	6 – 10	- 110
17	3 – 15	+ 35	108	6 – 15	- 115
18	3 – 20	+ 30	115	6 – 20	- 120
19	3 – 25	+ 25	123	6 – 25	- 125
20	3 – 30	+ 20	130	6 – 30	- 130
22	3 – 35	+15	138	6 – 35	- 135
23	3 – 40	+ 10	145	6 – 40	- 140
25	3 – 45	+ 5	153	6 – 45	- 145
26	4	Base	160	7	- 150
28	4 – 5	- 5	180	7 – 5	- 155
30	4 – 10	- 10	200	7 – 10	- 160
32	4 – 15	- 15	220	7 – 15	- 165
34	4 – 20	- 20	240	7 – 20	- 170
36	4 – 25	- 25	260	7 – 25	- 175
38	4 – 30	- 30	280	7 – 30	- 180
40	4 – 35	- 35	300	7 – 35	- 185
42	4 – 40	- 40	320	7 – 40	- 190
44	4 - 45	- 45	340	7 - 45	- 195
			360	8	- 200
			> 360	Fora de tipo	

Fonte: Adaptado de Brasil (2003)

## **2.6 Qualidade do café**

A qualidade do café é determinada, principalmente, pelo sabor e aroma formados durante a torração, a partir de precursores presentes no grão cru, representados por diversos compostos químicos. A formação e a presença desses compostos químicos dependem de fatores genéticos, ambientais e tecnológicos, durante a fase de produção, e o seu desdobramento em compostos aromáticos depende das condições e do controle durante a torração. Além disso, entre a produção e a torração existem diversas etapas pós-colheita como os métodos de processamento, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte que também influenciam na qualidade do café (BORÉM, 2008).

Malavolta (2000) define qualidade do café como sendo o conjunto de características sensoriais do grão ou da bebida que imprimem a este produto determinado valor comercial. Para Carvalho e outros (1994), a qualidade comercial do café é baseada em características como aspecto, cor, tipo e prova de xícara, que podem ser complementadas com a utilização de análises físicas e químicas, permitindo, assim, uma avaliação mais segura desse produto. Segundo Teixeira (1999), a bebida de café de boa qualidade deve apresentar bom aroma, bom corpo, boa acidez e suavidade, ou seja, características organolépticas desejáveis. Além disso, não deve conter os defeitos pretos, verdes e ardidos e deve apresentar cor e aspecto homogêneos. Este café certamente terá melhor preço e melhor aceitação, especialmente, no mercado externo.

## **2.7 Composição físico-química do café**

A qualidade do café está diretamente relacionada aos diversos constituintes físicos e físico-químicos dos grãos crus que são responsáveis pela

aparência do grão torrado, pelo sabor e pelo aroma característicos das bebidas (PIMENTA, 2003).

Prete (1992) apresenta os teores médios dos principais constituintes químicos dos grãos crus de *Coffea arabica* L., sendo eles: água (8 a 12%); proteínas (9 a 16%); minerais (2,5 a 4,5%); lipídios (10 a 18%); carboidratos (20 a 25%); sólidos solúveis (24 a 31%); açúcares totais (5 a 10%); ácidos clorogênicos (2 a 8,4%); cafeína (0,6 a 1,5%); potássio (1,35 a 1,88%) e trigonelina (0,7 a 1,4%). Entretanto, essa composição química depende de fatores genéticos, ambientais e condições de manejo pré e pós-colheita.

Segundo Salva e Lima (2007), os componentes químicos dos grãos de café definem a qualidade da bebida, tanto do ponto de vista sensorial, quanto do ponto de vista de saúde do consumidor. Para Farah e outros (2006), o fato de existir correlações entre a qualidade do café classificado pela prova de xícara e os atributos dos grãos crus e torrados, indica que a análise química dos grãos crus pode ser utilizada como uma ferramenta adicional para a avaliação da qualidade do café.

### **2.7.1 Umidade**

Segundo Carvalho e outros (1997), a remoção do excesso de teor de água contida nos grãos, por meio da evaporação durante a secagem, reduz a quantidade de água disponível e, conseqüentemente, reduz a velocidade das reações químicas no produto e o desenvolvimento de microrganismos que favorecem a degradação do café. O teor ideal de umidade dos grãos, após a secagem, é em torno de 11 a 13% (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1977). De acordo com Vilela e Pereira (1998), o teor de umidade acima de 13% nos grãos favorece deteriorações, principalmente, por microrganismos e, abaixo

de 11%, o café permanece mais tempo no terreiro, ocupando mão-de-obra, espaço, além do risco de ocorrer quebra de grãos durante o beneficiamento.

### **2.7.2 Condutividade elétrica e lixiviação de potássio**

A condutividade elétrica e a lixiviação de íons de potássio são parâmetros que servem como indicativo de qualidade do café e mostram uma estreita relação com a integridade da parede celular dos grãos (PIMENTA, 2003). O íon de potássio, presente na membrana do grão de café, quando lixiviado, influencia na medida da condutividade elétrica. Assim, quanto maior a injúria sofrida pelo grão, uma maior quantidade de íons de potássio é translocada para o meio líquido (CARVALHO JÚNIOR, 2002), indicando, assim, alterações nas membranas celulares com uma maior perda de potássio pelas células lesionadas (PIMENTA, 2003). Segundo Prete (1992), esses parâmetros sofrem influência marcante dos defeitos grãos pretos, verdes, ardidos e brocados, que apresentam degradação das membranas celulares.

Segundo Pimenta e outros (1997), os cafés de melhor qualidade, que são colhidos no estágio de maturação cereja, apresentam menos grãos defeituosos e menores taxas de lixiviação de íons de potássio, pelo fato desses grãos apresentarem as paredes celulares menos deterioradas e, conseqüentemente, menor saída desses íons do interior das células. Segundo Chagas e outros (2005), os grãos de café, isentos de defeitos, cujas membranas celulares sofreram menos injúrias, podem possibilitar uma bebida de melhor qualidade.

Segundo Goulart e outros (2003), estas variáveis podem ser utilizadas para separar cafés de bebidas estritamente mole, mole e apenas mole das bebidas dura, rio e riado. Estes autores citam que os valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica aumentaram com a piora da qualidade dos cafés analisados.

### **2.7.3 Cafeína**

Dentre as diversas substâncias presentes no café, especial atenção tem sido dada à cafeína, devido às suas propriedades estimulantes (FARAH e outros, 2006; MENEZES, 1990; NOGUEIRA; TRUGO, 2003). Segundo Pimenta (2003), o café foi a primeira fonte de extração desse alcalóide, sendo que o processo de torração dos grãos promove alterações mínimas na concentração da cafeína. Segundo Rodarte e Abrahão (2009), as análises de grãos de café (*Coffea arabica* L.) crus e torrados não diferiram entre si quanto à concentração de cafeína, demonstrando que não ocorreu sua degradação em diferentes pontos de torração, confirmando, assim, sua estabilidade térmica durante esse processo. Pesquisas também tem demonstrado que a cafeína pode apresentar ação inibidora sobre o crescimento de diversos fungos, inclusive os toxigênicos (CHALFOUN e outros, 2000; FUJII e outros, 2004).

### **2.7.4 Açúcares**

Os açúcares presentes nos grãos crus de café são precursores de vários compostos voláteis e não-voláteis dos grãos torrados. Dentre estes açúcares, predominam os não-redutores (representados basicamente pela sacarose) e os redutores (glicose e frutose) (PIMENTA, 2003). Segundo Illy e Viani (1995), os açúcares não-redutores podem variar de 6,8 a 8,0 % na matéria seca de grãos crus de *Coffea arabica* L., enquanto os açúcares redutores são encontrados em quantidades que variam de 0,1 a 1,0 %. Variações nos teores de açúcares podem ocorrer em função do estágio de maturação (PIMENTA, 1995; PIMENTA e outros 2000), regiões de cultivo (CHAGAS e outros, 1996a), tipos de processamento pós-colheita (KNOPP e outros, 2006) e secagem dos grãos (KLEINWÄCHTER; SELMAR, 2010).

A relação mais importante dos açúcares com a qualidade do produto final está na formação de compostos responsáveis pelo aroma e sabor, durante a torração dos grãos. Durante este processo, a sacarose reage com aminoácidos (reação de Maillard), dando origem à coloração caramelizada escura (desejável), característica dos grãos torrados, e formando açúcares redutores (glicose e frutose) pela degradação de Strecker, por causa da elevação de temperatura na pirólise (PIMENTA, 2003; PEREIRA, 1997).

### **2.7.5 Sólidos Solúveis**

Os sólidos solúveis constituem um índice que avalia a concentração de sólidos que ocorrem na amostra de café. Segundo Lopes e outros (2000a), uma maior quantidade de sólidos solúveis é desejável, tanto do ponto de vista do rendimento industrial como pela sua contribuição em assegurar o corpo da bebida, propiciando a obtenção de bebida de boa qualidade. Os teores de sólidos solúveis para *C. arabica* L. variam de 24 a 31% para o grão cru com teor de umidade entre 11 e 13% (PIMENTA, 1995; PRETE, 1992).

### **2.7.6 Acidez**

A acidez em grãos de café tem sido apontada como um bom indicativo de qualidade do produto, podendo auxiliar na prova de xícara. Carvalho e outros (1994) verificaram diferenças nos teores de acidez titulável em cafés de diferentes qualidades de bebida e ressaltaram a importância da utilização desse parâmetro para maior eficiência da classificação do café. Essa acidez pode variar de acordo com os níveis de fermentações ocorridas nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação dos mesmos, e servir como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade de bebida do café (PIMENTA, 2001).

### **2.7.7 pH**

O pH do café tem sido correlacionado com a acidez perceptível (SIVETZ; DESROSIER, 1979), sendo então um indicativo de eventuais transformações nos frutos de café, como as fermentações indesejáveis que ocorrem durante as fases de pré ou pós-colheita, originando defeitos e, conseqüentemente, redução de pH e deterioração da qualidade da bebida (SIQUEIRA; ABREU, 2006).

### **2.7.8 Polifenóis**

Os polifenóis ou compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênicos e cafeico, exercem ação protetora, antioxidante dos aldeídos (AMORIM; SILVA, 1968). No café, esses compostos contribuem de maneira altamente significativa para o sabor e aroma do produto final (PIMENTA, 2003).

Os polifenóis são responsáveis pela adstringência da bebida do café e existem indícios de sua maior concentração em cafés de pior qualidade. Isto tem sido atribuído ao estágio de maturação dos frutos colhidos (PIMENTA e outros, 2000), à presença de grãos defeituosos (COELHO, 2000) e ao ataque de microrganismos (CARVALHO e outros, 1989). Em virtude de qualquer condição adversa aos grãos, como colheita inadequada e problemas no processamento e no armazenamento, as enzimas polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, facilitando a oxidação desses com interferência no sabor e aroma do café após a torração (AMORIM; SILVA, 1968).

### **2.7.9 Ácidos clorogênicos totais**

Os principais compostos fenólicos não-voláteis encontrados nos grãos de café crus são os ácidos clorogênicos, que são importantes na avaliação sensorial da bebida do café, pois são precursores dos compostos fenólicos voláteis que participam da formação do aroma (MOREIRA; TRUGO, 2000) e adstringência do café torrado (DE MARIA e outros, 1995). Concentrações variando de 5,5 a 8,0% foram encontrados para *C. arabica* L. (MOREIRA; TRUGO, 2000). Entretanto, apresentam uma relação inversa com a qualidade do café, ou seja, os maiores teores de ácidos clorogênicos totais podem ser encontrados em cafés de qualidade inferior (SILVA, 1999).

### **2.7.10 Polifenoloxidase**

O café apresenta enzimas em sua constituição química como a polifenoloxidase, que em contato com substratos fenólicos, mediante manejo inadequado dos grãos, pode proporcionar alterações indesejáveis e prejudicar a qualidade de bebida do café (GOULART e outros, 2003). Os cafés de melhor qualidade apresentam uma maior atividade da polifenoloxidase em relação aos cafés de qualidade inferior (CARVALHO e outros, 1994; LEITE e outros, 1998; MAZZAFERA e outros 2002). Com a intenção de complementar o teste de degustação (prova de xícara), Carvalho e outros (1994) correlacionaram a classificação da bebida do café com a atividade da polifenoloxidase, estabelecendo valores conforme a tabela seguinte:

**Tabela 7.** Relação da atividade da polifenoloxidase com a classificação da bebida do café.

Classificação da bebida	Faixa da atividade da polifenoloxidase em $\text{u.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$
Estritamente Mole	67,66 - 74,66
Mole e Apenas Mole	62,99 - 67,66
Dura	55,99 - 62,99
Riada e Rio	Valores inferiores a 55,99

Fonte: Adaptado de Carvalho e outros (1994)

Entretanto, Mazzafera e outros (2002) sugerem que o uso da atividade da polifenoloxidase como indicador de qualidade de bebida de café seja reavaliado, pois existem diferenças nos métodos de extração e dosagem da atividade desta enzima.

## 2.8 Análise sensorial

A análise sensorial é um fator determinante de qualidade de um alimento ou bebida, pois implica na satisfação do consumidor. Essa análise envolve um conjunto de técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto através de percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo a sua aceitação ou rejeição. Um produto pode apresentar excelentes características químicas, físicas e microbiológicas, porém, é imprescindível que as características sensoriais atendam aos anseios e às necessidades do consumidor (DELLA LUCIA e outros, 2006).

A análise sensorial é usada para medir, analisar e interpretar características de alimentos e bebidas através de estímulo aos órgãos dos sentidos; entre os sentidos envolvidos na análise sensorial, o olfato e o paladar se

destacam. O sabor é uma resposta integrada às sensações do gosto e do aroma. O gosto é atribuído aos compostos não-voláteis e o aroma decorre da presença de substâncias voláteis, representantes de várias classes químicas, com diferentes propriedades físico-químicas (FRANCO; JANZANTTI, 2003) que, no café, são formados durante a torração dos grãos (PIMENTA, 2003).

A análise sensorial apresenta algumas desvantagens, como a possível falha de precisão dos dados, causadas pela avaliação do homem. No entanto, existem formas de minimizar algumas dessas desvantagens a fim de se obter uma análise precisa e confiável do produto em questão (DELLA LUCIA e outros, 2006). No Brasil, a classificação da bebida do café é definida sensorialmente, de acordo com o aroma e o sabor, através da prova de xícara, sendo realizada por provadores treinados que distinguem diferentes padrões sensoriais de bebida (BRASIL, 2003). Entretanto, a *Brazil Specialty Coffee Association* (BSCA) propõe uma metodologia que avalia os atributos de bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e aspecto geral e atribui notas de 0 a 8, de acordo com a intensidade que essas características se apresentaram nas amostras, sendo, por esse motivo, considerada mais objetiva que a “prova de xícara” convencional. Cada amostra recebe uma pontuação pré-estabelecida de 36 pontos, aos quais são incorporadas as notas de cada atributo avaliado, sendo que a somatória das notas corresponde à classificação final da bebida. A amostra que apresenta pontuação superior a 80 é classificada como café especial (BSCA, 2008).

## **2.9 Fungos associados a grãos de café**

Diversos fungos encontram-se associados a frutos e grãos de café, durante todo o ciclo produtivo, e podem, sob condições específicas, causar perdas de qualidade produzindo odores e sabores desagradáveis e, em alguns

casos, produzir metabólitos tóxicos denominados micotoxinas, que comprometem a característica de segurança do produto final (CHALFOUN; PARIZZI, 2008). Esses microrganismos encontram-se presentes nos ambientes das lavouras, preparo e armazenamento do café e sua ação detrimental sobre a qualidade e segurança do produto final depende das condições ambientais, do manejo da cultura e do processamento pós-colheita (BATISTA e outros, 2003). A qualidade da bebida do café depende do processo de preparo e conservação do grão, no qual intervém a ação da umidade, que pode propiciar infecções microbianas e fermentações indesejáveis. O café contaminado por fungos pode ter sua comercialização comprometida (CARVALHO e outros, 1997).

Os primeiros estudos sobre ocorrência de fungos em café foram realizados por Krug (1940a), indicando que uma ou mais espécies foram responsáveis pelo mau gosto do produto. Posteriormente, em outro estudo realizado por Krug (1940b), foi feita uma relação entre a porcentagem de microrganismos e a qualidade do café, concluindo que, quanto maior a porcentagem de microrganismos isolados do interior dos grãos, pior era a qualidade do café. Em estudo realizado por Bitancourt (1957), foi verificada que a microbiota dos cafés natural e despulpado é bastante variada e sua ocorrência pode estar diretamente relacionada a alguns sabores e aromas que alteram as características do produto.

Carvalho e outros (1989), estudaram a relação existente entre a composição físico-química, química e microflora dos grãos beneficiados de café e qualidade da bebida, e concluíram que as amostras de café classificadas como bebida mole e dura apresentaram menores índices de infestação por *Aspergillus ochraceus*, *A. flavus* e *Fusarium roseum*, comparadas com os cafés de bebidas riado e rio, que apresentaram maiores índices de infestação. O fungo do gênero *Cladosporium* predominou nos cafés classificados como de bebida mole e dura.

Meirelles (1990) verificou a predominância dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Cladosporium* em frutos e grãos de café e observou que a maior ocorrência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium* estava associada a cafés de qualidade de bebida inferior. Alves e Castro (1998) estudaram a incidência de fungos nas fases pré e pós-colheita em diferentes locais de cultivo do município de Lavras – MG e encontraram variações na diversidade destes microrganismos, levando a acreditar que esta seja a principal causa para as diferenças de qualidade de bebida entre as regiões. As espécies *A. niger* e *A. ochraceus* foram relacionadas com cafés de bebida de pior qualidade. Segundo Bozza e outros (2009), uma piora na qualidade da bebida do café foi observada em função do tempo de permanência dos grãos na árvore e no solo, devendo-se, portanto, evitar a permanência prolongada dos grãos em seus locais de origem devido à contaminação fúngica. Foram identificados neste estudo sete gêneros de fungos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Absidia*, *Acremonium*, *Mucor* e *Paecilomyces*.

Em estudo realizado por Silva e outros (1998), foram encontrados os fungos *Cercospora coffeicola*, *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium semitectum*, *Penicillium* spp. e no gênero *Aspergillus*, as espécies *A. niger* e *A. ochraceus* predominaram em grãos de cafés beneficiados. Segundo Freitas (2000), os principais gêneros de fungos identificados e associados a grãos de café beneficiados em diversos municípios da região sul de Minas Gerais foram *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, concordando com trabalhos realizados anteriormente. Foram também identificadas seis espécies de *Aspergillus*: *A. ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. tamarisii* e *A. glaucus* e quatro espécies de *Penicillium*: *P. verrucosum*, *P. viridicatum*, *P. brevicompactum* e *P. citrinum*.

Silva e outros (2000) avaliaram a diversidade microbiana em diferentes estádios de maturação dos frutos na planta (cereja, passa, seco e caído no chão) e

sob processamento natural do café, e encontraram as espécies *Penicillium crustosum* e *Fusarium stilboides* em todos os estádios e a espécie *Aspergillus niger* nas fases cereja, passa e seco. Outras espécies encontradas nesse estudo foram *P. restrictum*, *P. implicatum*, *P. citrinum* e *F. semitectum*.

Em estudo realizado por Barrios (2001), foram detectados fungos pertencentes aos gêneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Aspergillus*. Para o autor, a qualidade do café está relacionada não só à quantidade dos fungos presentes nos grãos como também é dependente do gênero e da espécie. Todas as amostras estudadas apresentaram elevados índices de contaminação por *Cladosporium* e *Penicillium*.

Algumas hipóteses sobre os mecanismos de contaminação de grãos de cafés por fungos tem sido estudadas para, assim, permitir dados conclusivos a respeito deste processo. Uma das hipóteses considera que o processo de contaminação poderia ser desencadeado nas etapas de transporte e armazenamento do café (BATISTA e outros, 2003). Outras hipóteses consideram que a presença do fungo no solo constitui uma fonte natural de inóculo que, associada a deficiências nutricionais da planta, poderia favorecer a infecção ou criação de fonte de inóculo secundário (MORAES; LUCHESE, 2003). Essa fonte poderia colonizar os grãos de café nas fases de processamento, principalmente, durante a lavagem, fermentação e secagem (TANIWAKI e outros, 2003; URBANO e outros, 2001).

Chalfoun e Carvalho (1989) avaliaram a microflora associada a frutos e grãos de café de diferentes locais, tipos de colheita e diferentes etapas do preparo, no Estado de Minas Gerais, e concluíram que os frutos cereja colhidos seletivamente apresentaram um menor ataque de fungos em relação ao café oriundo de colheita de mistura e de varrição, verificando a predominância dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium* e *Cladosporium* apenas na superfície da casca. A intensificação do ataque e do aparecimento de outros gêneros de fungos ocorreu

nas fases de secagem e beneficiamento. Em todos os tipos de colheita, o processo de secagem em terreiro intensificou o ataque dos fungos, conduzindo a presença de elevados níveis dos mesmos nos grãos beneficiados. A fase de beneficiamento não foi, portanto, capaz de eliminar ou reduzir a presença da maioria dos fungos detectados. Nesta fase, observou-se elevados níveis de incidência dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*.

Pimenta e Vilela (2001) trabalharam com cafés lavados e submetidos a diferentes tempos de amontoa no terreiro, antes da secagem e constataram haver aumento na infecção por *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. com a elevação no tempo de amontoa. O *Penicillium* sp. não demonstrou tendência definida de variação. Pimenta e Chalfoun (2001) avaliaram a composição microbiana associada ao café em coco e beneficiado, colhido em diferentes estádios de maturação e perceberam diferenças significativas na porcentagem de grãos infectados por fungos. Os gêneros *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp. apresentaram maior porcentagem de infecção no café em coco que no café beneficiado. Tal resultado pode ser atribuído à presença da casca e da mucilagem que apresentam uma composição que pode favorecer o desenvolvimento destes fungos, mesmo os frutos estando secos. Observou-se também que, mesmo havendo redução na ocorrência de fungos no café beneficiado em relação ao café em coco, ainda se constatou elevada incidência desses microrganismos, indicando, desta forma, a necessidade de cuidados especiais no armazenamento desses grãos. A análise de café brasileiro de diferentes estádios de maturação e tipos de processamento permitiu detectar alto nível de contaminação fúngica, incluindo *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp. e *Aspergillus* spp. (URBANO e outros, 2001).

Os fungos dos gêneros *Fusarium* e *Cladosporium* apresentam maior ocorrência na casca e mucilagem dos frutos de café, enquanto as espécies *Penicillium* sp., *Aspergillus ochraceus* e *A. niger* apresentam maior infecção em

grãos armazenados, sendo, portanto, preocupantes para o armazenamento do café (CHRISTENSEN; KAUFMANN, 1969). O predomínio de *Aspergillus* spp. e de algumas espécies do gênero *Penicillium* em grãos de café ocorre devido ao caráter xerofílico desses microrganismos, que tem capacidade de se adaptarem às condições de baixa umidade dos grãos (BATISTA e outros, 2001).

## **2.10 Segurança do alimento café: micotoxinas**

A contaminação por fungos é considerada um dos principais fatores de risco para a produção de café, visto que algumas espécies podem produzir micotoxinas. A principal micotoxina estudada em café é a ocratoxina A (OTA) e sua presença tem sido relatada, principalmente, quando há presença do fungo *Aspergillus ochraceus* (CHALFOUN; BATISTA, 2003). A OTA foi detectada pela primeira vez em 1965 como um metabólito produzido por *A. ochraceus* em grãos de sorgo contaminados por este fungo (VAN DER MERWE e outros, 1965). O primeiro relato de ocorrência natural de OTA em grãos de café foi descrito por Levi e outros (1974), detectando níveis variados dessa micotoxina em diferentes tipos de café.

A ocorrência de OTA tem sido relatada em uma grande variedade de alimentos, como trigo, cevada, aveia e centeio (TRUCKSESS e outros, 1999), frutas secas (IAMANAKA e outros, 2005), cerveja (SCOTT; KANHERE, 1995), vinho e suco de uvas (ZIMMERLI; DICK, 1996), produtos de milho (SEKIYAMA e outros, 2005), condimentos (PATEL e outros, 1996), além de carne de porco e aves (JORGENSEN, 1998). Diversas pesquisas também demonstram sua ocorrência em grãos de café crus (STUDER-ROHR e outros, 1995; LEONI e outros, 2001; PRADO e outros, 2004; CHALFOUN; BATISTA; 2006; BATISTA e outros, 2009), em café torrado e moído, e em café solúvel (PRADO e outros, 2000; ALMEIDA e outros, 2007).

Atualmente, sabe-se que a OTA é produzida por outras espécies de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, entretanto, sua presença em amostras de café tem sido atribuída, principalmente, à ocorrência de espécies do gênero *Aspergillus* pertencentes à Seção Circumdati e à Seção Nigri (CHALFOUN; PARIZZI, 2008). Segundo Chalfoun e Batista (2006), na Seção Circumdati foi encontrada a maior frequência de isolados (90%) produtores de OTA, especialmente *A. ochraceus*. A espécie *Penicillium verrucosum* é reconhecida como produtora de ocratoxina A, entretanto, alguns trabalhos citam também *P. viridicatum* como responsável pela produção desta micotoxina (PITT; HOCKING, 1997). Batista e outros (2000) relatam a produção das micotoxinas aflatoxina B1 e B2 por isolados de *Aspergillus flavus* associados a grãos de café beneficiados.

Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos que proliferam em alimentos, principalmente, em grãos, provocando perdas econômicas devido à sua deterioração, e representam ameaça potencial para a saúde humana (BETINA, 1984). De acordo com a *International Agency for Research on Cancer – IARC* (1993), a ocratoxina A faz parte da categoria de compostos possivelmente cancerígenos para humanos e com suficientes evidências em animais, reconhecendo-se que essa micotoxina causa toxicidade renal, nefropatia e imunossupressão.

Diversos estudos tem avaliado a incidência de ocratoxina A em frutos e grãos de café, visando determinar em quais etapas do processo produtivo e processamento do café ocorrem a contaminação e colonização dos fungos e a síntese dessa micotoxina. Taniwaki e outros (2003) verificaram que o maior responsável pela produção de OTA no Brasil foi a espécie *A. ochraceus*, sendo que poucos frutos cerejas foram contaminados na planta, indicando que a contaminação geralmente ocorre após práticas inadequadas durante a colheita, secagem e armazenamento dos grãos.

Batista e outros (2009) avaliaram a ocorrência de OTA em grãos de café processados por diferentes métodos e concluíram que as frações bóia e varrição apresentaram os maiores níveis de contaminação por fungos toxigênicos e OTA, quando secas em terreiro de terra. Esse estudo demonstrou que a colheita e as operações de pré-processamento geram produtos com características e riscos diferentes de exposição a esta contaminação. O maior risco de exposição à contaminação do café foi caracterizado, portanto, pelo contato do fruto com o solo, constituído pelo café de varrição e por manejo pós-colheita inadequado, durante a secagem em terreiro de terra. Campos e outros (2009) também verificaram que o café com permanência prolongada no solo apresentou elevada ocorrência de *A. ochraceus* e níveis muito elevados de OTA, no cerrado mineiro e baiano.

Prado e outros (2004) avaliaram a ocorrência de fungos ocratoxigênicos e ocratoxina A em grãos de café de diferentes origens e identificaram o gênero *Aspergillus* presente em mais de 90% dos grãos analisados, sendo que 16 % dos isolados da espécie *A. ochraceus* e 6% dos isolados de espécies da Seção Nigri foram produtores desta micotoxina. Segundo Visôto e outros (2008), a avaliação da presença de fungos produtores de OTA em grãos de café, em diferentes estádios de maturação, permitiu verificar que apenas a espécie *A. ochraceus* foi capaz de produzir essa micotoxina. Campos e outros (2009) verificaram que apesar dos cafés com permanência prolongada na planta ter sido intensamente colonizado por *A. ochraceus*, não foi detectada a presença de OTA, indicando que as condições intrínsecas e ambientais não foram suficientemente adequadas para a sua síntese. Acredita-se, então, que a presença de fungos produtores de OTA não indica necessariamente a presença da toxina no café (SILVA e outros, 2003a), pois as condições para a produção de toxina são diferentes das condições mínimas para o crescimento do fungo. Assim, o controle das condições de processamento pós-colheita, o armazenamento e o

transporte do café, podem reduzir a incidência de contaminação pela OTA. Pereira (2006) relata que os principais fatores relacionados à produção de OTA são temperatura e atividade de água dos grãos de café.

A secagem é uma etapa importante para a preservação da qualidade do café. Estudo pioneiro realizado por Camargo (1936) revelou que a presença de microrganismos influencia na qualidade do café, concluindo que o gosto ruim desse produto estava associado à comunidade microbiana presente durante o período de secagem. Segundo Bucheli e Taniwaki (2002), a secagem é uma das rotas de contaminação por fungos e ocratoxina A.

Uma maior concentração de OTA foi encontrada em amostras de café seco em terreiro de terra do que em amostras secas em terreiro de cimento, demonstrando que o tipo de terreiro é importante na contaminação do café com micotoxinas, sendo o terreiro de terra mais favorável à contaminação (MORAES; LUCHESE, 2003). Segundo esses autores, para a implementação de medidas de controle que possam prevenir a infestação fúngica e contaminação por OTA, deve-se evitar que frutos e grãos de café entrem em contato direto com o solo, pois este representa uma importante fonte de contaminação.

Embora não haja no Brasil legislação específica para a OTA, o País exporta a maior parte da produção de café, principalmente, para os mercados asiático, europeu e americano, devendo-se obedecer às legislações específicas de cada um (CAMPOS e outros, 2009). O Comitê Científico sobre Alimentos da União Européia recomenda que o nível de consumo de OTA seja próximo de  $5,0 \mu\text{g.Kg}^{-1}$  de peso corpóreo por dia. O limite máximo de OTA para cereais ( $5,0 \mu\text{g.Kg}^{-1}$ ) e seus subprodutos ( $3,0 \mu\text{g.Kg}^{-1}$ ) tem sido estabelecido pela Comissão de Regulamentação da União Européia EC n. 472/2002 (EUROPEAN COMMUNITY, 2002), que também estabelece o limite máximo de  $5,0 \mu\text{g.Kg}^{-1}$  para grãos de café torrados e moídos. Segundo Chalfoun e Batista (2006), os cafés tipo cereja, cereja despulpado, cereja descascado, verde e seco na planta

mostraram-se com uma contaminação de OTA de até 5,0  $\mu\text{g.Kg}^{-1}$  em sua grande maioria e as frações de café mistura, bóia e principalmente varrição, apresentam índices de contaminação por OTA acima de 5,0  $\mu\text{g.Kg}^{-1}$ .

Para Chalfoun e Batista (2002), a segurança é a primeira condição para que o café possa ser comercializado como alimento e a sua qualidade envolve boa aparência, sabor, aroma, valor nutricional e segurança do ponto de vista toxicológico. Segundo Gelli e outros (2001), a segurança do alimento é a maior preocupação que a indústria alimentícia enfrenta atualmente. O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é indicado pelo *Codex Alimentarius* para garantir a segurança de produtos alimentícios. Assim, a aplicação dos princípios da APPCC depende de base científica quanto aos fatores relacionados à produção de OTA em toda cadeia produtiva do café até o armazenamento do grão beneficiado para assim caracterizar quais, como e que medidas de controle e de caráter preventivo poderão ser utilizadas.

A seleção tradicional de cafés de boa qualidade, praticada no Brasil para atender às exportações, inclui uma classificação sensorial que elimina qualquer material com significativa presença de fungos e ocratoxina A acima dos níveis admitidos. Assim, cafés contaminados são improváveis de serem aceitos e comercializados porque odores e sabores indesejáveis os tornam inaceitáveis. Entretanto, cafés sem o mesmo rigor de seleção podem apresentar níveis significativos de ocratoxina A e a preocupação reside, portanto, no consumo interno do País, uma vez que se consome o excedente do produto exportável (CHALFOUN; PARIZZI, 2008). A análise de café brasileiro destinado ao mercado brasileiro indicou uma baixa contaminação por ocratoxina A, mas o ideal é a ausência deste contaminante (LEONI e outros, 2001). Situação semelhante foi relatada no caso dos cafés torrados e moídos e de cafés instantâneos oferecidos aos consumidores dentro do país, sendo encontrados níveis baixos desta toxina (LEONI e outros, 2000).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Amostras**

As amostras de grãos de café (*Coffea arabica* L.) foram obtidas diretamente de produtores dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, localizados na região sudoeste da Bahia. Cada amostra foi constituída de aproximadamente 1 kg de café beneficiado da safra 2008. Foram coletadas 20 amostras, sendo cinco para cada tratamento definidos como café de processamento natural (via seca) de Barra do Choça e Encruzilhada, com grãos secos em terreiros de terra, e processamento despulpado (via úmida) de Barra do Choça e Encruzilhada, com grãos secos em terreiros de cimento.

### **3.2 Análises físicas dos grãos de café**

As análises físicas de classificação de defeitos e peneiras foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, situado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lavras – MG.

#### **3.2.1 Defeitos**

Para determinação dos defeitos intrínsecos foi utilizada uma amostra de 300 g de grãos de café, sendo separados os grãos pretos, verdes, ardidos, brocados e quebrados (BRASIL, 2003). Esses defeitos foram quantificados e pesados separadamente e os resultados foram expressos em porcentagem. Os grãos pretos, verdes e ardidos foram agrupados em porcentagem de PVA.

### **3.2.2 Classificação por peneira**

Para determinação da granulometria, pesou-se 100 g de grãos de café de cada amostra, isenta de defeitos, que foram colocados sobre as peneiras dispostas na ordem decrescente de 19 a 9 para grãos chatos e mocas correspondentes (BRASIL, 2003). Após a passagem pelas peneiras, os grãos chatos foram classificados em chato graúdo (peneiras 17, 18 e 19), chato médio (peneiras 15 e 16) e chato miúdo (peneiras 14 e menores); os grãos mocas foram classificados em moca graúdo (peneiras 11, 12 e 13), moca médio (peneira 10) e moca miúdo (peneira 9). Em seguida, realizou-se a pesagem dos grãos retidos em cada peneira. Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3 Análises físico-químicas e químicas dos grãos de café**

As análises da composição físico-química e química dos grãos de café foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, situado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lavras – MG.

#### **3.3.1 Preparo das amostras**

As amostras dos grãos de café, isentas de defeitos, foram moídas por aproximadamente um minuto em moinho modelo TE 631/2, marca Tecnal, e posteriormente acondicionadas em embalagens de plástico e armazenadas em freezer à temperatura de - 18 °C até a realização das análises.

### **3.3.2 Umidade**

A umidade foi determinada pelo método da estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 16 horas  $\pm 0,5$  h, conforme o método padrão internacional da ISO 6673 (ISO, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.3 Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica foi determinada segundo metodologia proposta por Loeffler e outros (1988), adaptada por Prete (1992), utilizando-se amostras de 50 grãos com tempo de embebição de cinco horas. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **3.3.4 Lixiviação de potássio**

A lixiviação de íons de potássio foi determinada segundo metodologia proposta por Prete (1992), com tempo de embebição dos grãos de cinco horas e análise em fotômetro de chama. Os resultados obtidos foram calculados e expressos em ppm.

### **3.3.5 Cafeína**

A cafeína foi determinada segundo metodologia de Li e outros (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.6 Açúcares redutores, não-redutores e totais**

Os açúcares foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990), e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.7 Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis foram determinados em refratômetro de bancada, conforme as normas da AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.8 Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, de acordo com a metodologia da AOAC (1990), adaptada para o café por Carvalho e outros (1994). Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N por 100 g de amostra.

### **3.3.9 pH**

O pH foi determinado utilizando-se o peagâmetro digital, marca DIGIMED-DMPH-2.

### **3.3.10 Polifenóis**

Os polifenóis foram extraídos a quente, pelo método de Goldstein e Swain (1963), utilizando metanol 50% como extrator e determinados pelo

método Folin Denis, descrito pela AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.11 Ácidos clorogênicos totais**

Os ácidos clorogênicos totais foram determinados pelo método adaptado de Menezes (1990) por Silva (1999). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.3.12 Polifenoloxidase**

A obtenção do extrato enzimático, utilizado na determinação da atividade da polifenoloxidase, foi por meio da adaptação do processo de extração descrito por Draeta e Lima (1976) e determinada pelo método descrito por Ponting e Joslyng (1948), utilizando-se extrato de amostra sem DOPA (L-3,4-Dihydroxyphenyl-alanine) como branco (Carvalho e outros 1994).

## **3.4 Análise sensorial dos grãos de café**

A análise sensorial dos grãos de café foi realizada no setor de classificação, degustação e comercialização de café da Cooperativa Mista Agropecuária Conquistense – COOPMAC, em Vitória da Conquista – BA.

### **3.4.1 Preparo das amostras**

As amostras de café foram submetidas à torração média em equipamento marca JB&S e a seguir foram moídas. Utilizou-se 100 g de grãos de café por amostra. Posteriormente, foram preparadas quatro xícaras por amostra, contendo

cada uma 10 g de café torrado e moído e 150 mL de água mineral fervente. A degustação foi iniciada quando a temperatura da infusão resfriou a aproximadamente 70 °C.

#### **3.4.2 Avaliação dos atributos sensoriais**

A avaliação dos atributos sensoriais foi realizada, através de degustação, por quatro provadores qualificados e experientes, conforme a metodologia proposta pela *Brazil Specialty Coffee Association* (BSCA), que é considerada mais objetiva que a “prova de xícara” convencional. Foram avaliados os atributos de bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e aspecto geral, sendo atribuído a cada um notas de 0 a 8, de acordo com a intensidade que se apresentaram nas amostras (BSCA, 2008).

#### **3.4.3 pH da infusão de grãos de café torrados e moídos**

O pH da infusão de grãos de café torrados e moídos foi avaliado utilizando-se o peagâmetro digital, marca Adamo, no Laboratório de Classificação e Degustação de Café da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, a partir da mesma metodologia de preparo de amostras para análise sensorial.

#### **3.5 Avaliação da composição fúngica dos grãos de café**

A análise da composição fúngica foi realizada no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, através da técnica *Blotter test* (TEMPE, 1963) adaptada segundo conceitos sobre detecção e isolamento de fungos em alimentos, obedecendo-se aos seguintes procedimentos:

### **3.5.1 Amostragem**

Foram coletados ao acaso 200 grãos de cada amostra de café beneficiado, despulpado e natural.

### **3.5.2 Desinfestação**

A desinfestação superficial foi realizada em um lote de 100 grãos de café de cada amostra, para permitir o conhecimento dos fungos que invadem internamente os grãos. Para realização dessa desinfestação, o procedimento adotado consistiu na imersão dos grãos por um minuto em álcool etílico a 70%, sendo, em seguida, imersos numa solução de hipoclorito de sódio a 1% por um minuto e depois lavados com água esterilizada, durante um minuto, por três vezes para fazer a remoção de resíduos. Posteriormente, realizou-se a secagem dos grãos em papel de filtro esterilizado. Outro lote de 100 grãos de cada amostra não foi desinfestado superficialmente para se conhecer a composição fúngica que ocorre externamente.

### **3.5.3 Plaqueamento e incubação**

O plaqueamento dos grãos de café dos tratamentos, desinfestado superficialmente e não desinfestado, foi feito em placas de Petri de acrílico esterilizadas de 14 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel filtro esterilizado, umedecidas com água destilada e esterilizada, sendo colocados 25 grãos em cada placa, utilizando-se, portanto, quatro placas por amostra de café, de cada tratamento; os grãos foram plaqueados com a face plana voltada para cima. Posteriormente, as placas foram colocadas em câmara de incubação, permanecendo por um período de sete dias, a uma temperatura de 23 °C com

fotoperíodo de 12 horas até a exteriorização e desenvolvimento dos fungos (HESSELTINE e outros, 1981; MAZZANI, 1994).

#### **3.5.4 Avaliações**

As observações referentes à colonização dos grãos de café foram realizadas sete dias após o plaqueamento e a incubação, com auxílio de microscópio estereoscópico, marca ZEISS, modelo 2000-C, avaliando-se a ocorrência de fungos e a severidade da contaminação fúngica.

#### **3.5.5 Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC)**

O Índice de Ocorrência (IO) é referente à presença ou não de fungos nos grãos e expressa em porcentagem. A severidade da contaminação fúngica se refere à área da superfície do grão infestada por colônia de fungo, sendo determinada através de escala proposta por Prabhu e Bedendo (1988) e adaptada para café por Freitas (2000), na qual se atribui as seguintes notas: 0 = sem infestação da superfície do grão evidente; 1 = colônias atingindo até 25% da superfície do grão; 2 = colônias atingindo de 26 a 50% da superfície do grão; 3 = colônias atingindo de 51 a 75% da superfície do grão; 4 = colônias atingindo mais de 75% da superfície do grão. Com os dados de severidade da contaminação nos grãos e do Índice de Ocorrência (IO), foi calculado o Índice de Severidade da Contaminação (ISC), através da seguinte fórmula:

$$ISC = \sum (Nota * I.O.) / n * nota \text{ máxima, onde:}$$

ISC = Índice de Severidade da Contaminação;  
I.O. = Índice de Ocorrência de grãos contaminados;  
n = número de grãos analisados.

### 3.5.6 Identificação e isolamento de fungos

A identificação dos gêneros dos fungos conidiais foi realizada segundo a chave taxonômica descrita por Barnett e Hunter (1972), sendo observados os aspectos morfológicos e coloração das colônias nos grãos de café em microscópio estereoscópico, bem como características morfológicas dos conídios em microscópio óptico.

O isolamento dos fungos do gênero *Aspergillus* foi realizado em placas de Petri de vidro de 9 cm de diâmetro, contendo meio de cultura DG18 (Dichloran Glicerol 18%), a partir daqueles que cresceram nos grãos plaqueados e incubados. Posteriormente, estes fungos foram enviados para identificação das espécies no Laboratório de Micotoxinas e Micologia de Alimentos da Universidade Federal de Lavras - UFLA, onde foi realizada a purificação das culturas através de repicagens sucessivas em meio de cultura MA (Agar Malte). A partir das culturas puras, as espécies do gênero *Aspergillus* foram incubadas em meio CYA (Czapeck Yeast Agar) a 25 °C e 37 °C, e MEA (Agar Extrato de Malte) a 25 °C, durante sete dias, para observação das características macroscópicas e microscópicas e identificação, de acordo com Klich (2002).

As características macroscópicas analisadas foram: coloração e diâmetro das colônias, presença ou ausência e coloração dos escleródios, e coloração no reverso das colônias em todos os meios de cultura. As características microscópicas analisadas foram: presença ou ausência de métula (unisseriado ou bisseriado), conidióforos (comprimento, largura e ornamentação), vesícula (diâmetro e forma) e conídios (diâmetro, forma e ornamentação) (KLICH, 2002).

### **3.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (café natural de Barra do Choça; café natural de Encruzilhada; café despulpado de Barra do Choça e café despulpado de Encruzilhada) e cinco repetições.

### **3.7 Análise estatística**

A análise estatística foi realizada para todos os fatores avaliados, procedendo-se a análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 2000). Os dados de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) foram transformados em  $\sqrt{x} + 0,5$  para serem normalizados, sendo os valores de cada gênero de fungo e de algumas espécies encontradas considerados como parâmetros para avaliação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização física dos grãos de café

#### 4.1.2 Defeitos

Os resultados referentes aos defeitos grãos pretos, verdes e ardidos (PVA), grãos brocados e grãos quebrados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Valores médios (%) de defeitos grãos pretos, verdes e ardidos (PVA), grãos brocados e grãos quebrados de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Defeitos		
	PVA	Brocado	Quebrado
Natural BC	9,58 aA*	2,01 aB	1,73 aB
Natural EN	8,76 aA	0,72 aB	1,74 aB
Despulpado BC	3,82 bA	1,31 aA	3,31 aA
Despulpado EN	3,79 bA	0,94 aB	3,66 aA

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os processamentos natural e despulpado, em função da presença de grãos pretos, verdes e ardidos (PVA). Observa-se que os maiores percentuais de PVA foram encontrados nos cafés do processamento natural dos municípios de Barra do Choça (9,58%) e Encruzilhada (8,76%) e não diferiram entre si. Os cafés do processamento despulpado, oriundos desses municípios, apresentaram menores percentuais de PVA, sendo 3,82% para o café de Barra do Choça e 3,79% para o café de Encruzilhada, e ambos não diferiram entre si. Estes resultados podem ser explicados pelo fato do processamento via natural, empregado nestas regiões, ser oriundo de uma colheita não-seletiva, na qual são colhidos frutos em diferentes estádios de maturação, aliado à secagem em

terreiro de terra, que pode favorecer fermentações indesejáveis e o aparecimento de defeitos, principalmente o preto e o ardido. A prática de despulpamento, normalmente, é antecedida por uma colheita seletiva, sendo colhidos apenas os frutos maduros e com secagem adequada em terreiro de cimento.

Segundo Dal Molin e outros (2008), os principais defeitos encontrados nas amostras de cafés beneficiados, oriundos de processo de secagem natural, foram grãos verdes e ardidos, sendo que a média de defeitos foi bastante reduzida, com valores médios de 4,63% e predominância de grãos verdes. Segundo Farah e outros (2006), a amostra que apresentou melhor qualidade de bebida consistiu de grãos isentos de defeitos, ao passo que o aumento na porcentagem de grãos defeituosos nas amostras fez diminuir a qualidade da bebida.

Para o defeito brocado, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, indicando que possivelmente o índice de ataque da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) nas lavouras cafeeiras amostradas das duas regiões de cultivo foi bastante semelhante na safra 2008 ou que houve um manejo adequado no controle desta praga. Martins e Teixeira (1998) observaram que 83,3% das lavouras de café arábica cultivadas no Estado do Espírito Santo estavam infestadas com a broca-do-café, com média de infestação de 4,22%. Os níveis de infestação por *H. hampei* de 3 a 5%, já representam danos consideráveis e, portanto, medidas de controle devem ser tomadas para evitar maiores prejuízos (MATIELLO, 2008).

Para o defeito quebrado, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, apesar de haver uma tendência do processamento despulpado de apresentar uma maior porcentagem de grãos quebrados.

#### 4.1.3 Peneiras

Os resultados referentes à classificação por peneira dos grãos de café, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Valores médios (%) de classificação por peneira de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Classificação de grãos de café por peneira					
	Chato gráudo	Chato médio	Chato miúdo	Moca gráudo	Moca médio	Moca miúdo
Natural BC	60,62 aA*	25,79 aB	7,64 aC	8,35 aC	3,93 aC	0,53 aC
Natural EN	59,36 aA	27,55 aB	13,94 aC	5,70 aC	4,85 aC	0,11 aC
Despulpado BC	60,32 aA	30,24 aB	10,38 aC	5,89 aC	2,07 aC	0,42 aC
Despulpado EN	61,30 aA	26,83 aB	7,48 aC	8,03 aC	2,65 aD	0,42 aD

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as categorias de peneiras avaliadas, observando-se, portanto, a homogeneidade dos grãos quanto ao formato e tamanho. Entretanto, houve diferença estatística significativa para a composição percentual das categorias de peneira dentro de cada tratamento analisado. Verifica-se que houve predominância de grãos classificados como chato gráudo em relação às demais categorias de peneiras, em todos os tratamentos, com valores variando entre 59,36 e 61,30%. Isto é desejável, pois cafés classificados com maior peneira apresentam melhor valorização comercial.

A separação dos grãos de café por peneiras indica o potencial produtivo das cultivares (LOPES e outros, 2003; MENDONÇA e outros, 2005). Isso possibilita explicar a uniformidade dos dados encontrados, visto que a espécie de café cultivada na região do Planalto é *C. arabica* com 88% da variedade Catuaí (MATIELLO, 2000).

## 4.2 Caracterização físico-química dos grãos de café

### 4.2.1 Umidade, condutividade elétrica e lixiviação de potássio

Os resultados referentes à umidade, condutividade elétrica e lixiviação de potássio, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10.** Valores médios de umidade (%), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) e lixiviação de potássio (ppm) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Umidade	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio
Natural BC	10,56 a *	171,80 a	33,24 a
Natural EN	10,36 a	177,86 a	36,44 ab
Despulpado BC	10,29 a	180,38 a	39,48 b
Despulpado EN	10,16 a	176,96 a	42,18 b

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos em função do parâmetro umidade. Entretanto, os valores obtidos encontram-se, em média geral, abaixo de 11%, o que segundo Vilela e Pereira (1998), pode favorecer o risco de quebrar os grãos durante o beneficiamento.

Para condutividade elétrica, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, com valores variando de 171,80 a 180,38  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra. Acredita-se que isso se deve ao fato de a análise ter sido realizada a partir de grãos isentos de defeitos para todas as amostras analisadas. Malta e outros (2005) relatam que a presença de grãos defeituosos influencia de maneira significativa as determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos, podendo fornecer interpretações

inadequadas quanto à qualidade do café analisado. Segundo Malta e outros (2003), tanto o café seco na sua forma integral quanto os cafés que sofreram algum tipo de pré-processamento apresentaram integridade celular semelhante, sendo observado, portanto, que não houve diferença significativa para a condutividade elétrica entre os métodos de preparo.

Lima e outros (2008) relatam que o café despulpado e o café cereja descascado apresentaram, em todas as propriedades analisadas, os menores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio em relação ao café natural, indicando que o processamento do café via úmida manteve a integridade das membranas celulares dos grãos. Segundo esses autores, a prática de processamento via úmida deve ser realizada na região sudoeste da Bahia.

Para o parâmetro lixiviação de potássio, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. O café natural de Barra do Choça apresentou, em média geral, o menor valor de lixiviação de potássio (33,24 ppm) e não diferiu do café natural de Encruzilhada (36,44 ppm). Os cafés despolpados de Barra do Choça e Encruzilhada apresentaram, em média geral, os maiores valores de lixiviação de potássio, sendo 39,48 ppm e 42,18 ppm, respectivamente, e também não diferiram significativamente do café natural de Encruzilhada. De maneira geral, percebe-se que os cafés despolpados apresentaram tendência de maior lixiviação de potássio.

Lima e outros (2008) sugerem que a metodologia utilizada para determinação da condutividade elétrica, que é baseada na lixiviação de potássio do grão, seja analisada cuidadosamente para o café despulpado, pois os frutos passam por um período de embebição em água, para a retirada da mucilagem através da fermentação natural, e, assim, durante a embebição, solutos podem ser liberados causando distorções na interpretação dos resultados, pois, na maioria das vezes, os cafés despolpados apresentam maiores valores de condutividade elétrica em comparação a outros tipos de preparo do grão.

#### 4.2.2 Açúcares totais, não-redutores e redutores

Os resultados referentes aos açúcares totais, açúcares não-redutores e açúcares redutores, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11.** Valores médios (%) de açúcares totais, açúcares não-redutores e açúcares redutores de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Açúcares totais	Açúcares não-redutores	Açúcares redutores
Natural BC	7,39 a *	6,55 a	0,49 b
Natural EN	8,13 a	7,19 ab	0,56 b
Despulpado BC	8,06 a	7,44 b	0,22 a
Despulpado EN	8,26 a	7,49 b	0,37 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Com relação aos teores de açúcares totais, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e os valores variaram de 7,39 a 8,26%. Entretanto, Pinto e outros (2002) relatam que os açúcares totais no grão cru apresentaram-se com diferenças significativas entre as diferentes qualidades de bebida. Segundo esses autores, os padrões de bebida estritamente mole, mole e apenas mole mostraram-se com teores de açúcares totais de 8,37; 8,62 e 8,34%, respectivamente, sendo maiores que os teores encontrados nas bebidas dura e riado, que apresentaram valores de 7,99 e 7,94%, respectivamente. Os açúcares totais são constituídos por açúcares redutores, como glicose e frutose, e açúcares não-redutores, representados, principalmente, pela sacarose.

Com relação aos teores de açúcares não-redutores, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Observa-se que o tratamento café natural de Barra do Choça apresentou menor percentual de

açúcares não- redutores (6,55%) em relação aos demais tratamentos e não diferiu do tratamento café natural de Encruzilhada que apresentou teor de 7,19%. Os cafés despulpados de Barra do Choça e Encruzilhada apresentaram teores maiores de açúcares não-redutores, sendo 7,44 e 7,49%, respectivamente, e não diferiram entre si e entre o tratamento café natural de Encruzilhada.

Segundo Pereira e outros (2001a), as variáveis açúcares totais e não-redutores não apresentaram diferenças significativas entre as formas de processamento analisadas. Knopp e outros (2006) verificaram que a sacarose e outros açúcares de baixo peso molecular não foram afetadas pelo modo de tratamento via seca e via úmida.

Segundo Pinto e outros (2002), os teores de açúcares não-redutores variaram significativamente no grão cru em função da qualidade de bebida do café. As bebidas mole e apenas mole apresentaram-se com teores de 7,65 e 7,54%, respectivamente, enquanto as bebidas dura e riado mostraram-se com menores teores, sendo 7,12 e 7,05%, respectivamente. Pereira (1997) constatou decréscimos significativos nos teores de açúcares não-redutores, após a inclusão de defeitos preto, verde e ardido (PVA) em amostras de café estritamente mole com valores variando de 7,0 a 9,0%. Chagas e outros (1996a) relatam que os açúcares não-redutores variaram significativamente entre as regiões estudadas e entre municípios dentro destas regiões no Estado de Minas Gerais.

Com relação aos teores de açúcares redutores, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Observa-se que os cafés despulpados dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada apresentaram menores teores desses açúcares, sendo 0,22 e 0,37%, respectivamente, em relação aos cafés naturais oriundos desses municípios, que foi de 0,49% para o de Barra do Choça e 0,56% para o de Encruzilhada. Isto pode ser explicado pelo fato de existir uma estreita correlação entre o tipo de processamento pós-colheita e o conteúdo de frutose e glicose (açúcares redutores).

Segundo Knopp e outros (2006), as análises quantitativas de açúcares em grãos de café cru (*C. arabica* L.) revelaram que cafés preparados através do processamento via seca apresentaram teores relativamente elevados de frutose e glicose, enquanto os cafés processados via úmida continham quantidades inferiores desses açúcares. Concordando com essa informação, Kleiwächter e Selmar (2010) relatam uma acentuada diminuição do conteúdo de frutose e glicose no primeiro dia de secagem de café processado por via úmida. Isso prova que o menor conteúdo desses açúcares, neste processamento, quando comparados com cafés processados via seca, é devido aos processos metabólicos que ocorrem nos grãos, durante o tratamento úmido, e não estão relacionados com a lixiviação de açúcares na água do processamento.

No processamento via úmida (despolpado), a concentração de oxigênio no tanque de fermentação diminui rapidamente devido à ação microbiana e, sob essas condições, os tecidos vegetais são capazes de mudar de respiração para a fermentação alcoólica ou láctica, consumindo muito mais moléculas de hexoses para a geração do mesmo número de moléculas de ATP em comparação com a respiração. Portanto, a diminuição no teor de glicose e frutose em grãos de café processados via úmida é consequência da fermentação anaeróbica no endosperma do café. Em contraste com o processamento por via úmida, o café processado por via seca permanece em um ambiente bem arejado, durante a secagem, no qual um metabolismo respiratório pode ser mantido até a redução do teor de água, o que leva a um virtual encerramento da atividade metabólica. (KNOPP e outros 2006).

Pereira e outros (2001a) encontraram diferenças significativas no teor de açúcares redutores entre os tipos de processamento estudados, sendo que o café cereja natural apresentou maiores teores desses açúcares em relação aos cafés cereja descascado, descascado-desmucilado, semi-desmucilado e bóia, justificando pelo fato de que, quando o fruto é seco com polpa e mucilagem, que

é rica em açúcares, pode ocorrer translocações desses componentes químicos para o interior do grão.

Barrios (2001) encontrou valores de açúcares redutores na faixa de 0,56 a 0,84% para diferentes qualidades de bebida e considerou os valores obtidos como aceitáveis para esses açúcares. Pinto e outros (2002) verificaram diferenças significativas nos teores de açúcares redutores de grãos crus de café de diferentes qualidades de bebida, sendo que as bebidas classificadas como estritamente mole e mole apresentaram teores de 0,97 e 0,99%, respectivamente, e a bebida rio apresentou o menor valor, sendo este de 0,71%. Entretanto, esses autores consideram que apesar das melhores bebidas (estritamente mole e mole) apresentarem maiores valores e a pior bebida (rio) apresentar o menor valor, não foi possível estabelecer uma relação dos açúcares redutores com a qualidade da bebida.

#### 4.2.3 Cafeína, pH, acidez total titulável e sólidos solúveis

Os resultados referentes à cafeína, pH, acidez total titulável e sólidos solúveis, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12.** Valores médios de cafeína (%), pH, acidez total titulável (mL NaOH 0,1N.100g<sup>-1</sup> de amostra) e sólidos solúveis (%) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Cafeína	pH	Acidez total titulável	Sólidos solúveis
Natural BC	1,03 a *	5,64 a	190,00 a	33,00 a
Natural EN	1,13 a	5,65 a	190,00 a	31,00 a
Despulpado BC	1,15 a	5,74 a	190,00 a	31,50 a
Despulpado EN	1,10 a	5,70 a	185,00 a	33,00 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Para cafeína, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, sendo demonstrado que os valores encontrados são coerentes com os limites relatados por Prete (1992) de 0,6 a 1,5% para a espécie *C. arabica*. Os resultados obtidos corroboram com Duarte e outros (2010) que verificaram que não houve diferença significativa nos teores de cafeína entre os métodos de processamento via úmida e via semi-seca.

Para pH, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, que apresentaram valores próximos, independentemente de processamento e local de origem. Os valores de pH variaram entre 5,64 e 5,74. Chagas e outros (1996a) não constataram diferença significativa entre as amostras de café analisadas, sendo encontrados valores médios de pH próximos a 5,5. Segundo Lima e outros (2008), os cafés natural e despulpado apresentaram, de modo geral, os menores valores de pH do grão em relação ao processamento cereja descascado. Esses autores afirmam que, durante o preparo do café despulpado, ocorre fermentação no tanque de degomagem e esta pode ter reduzido o pH dos grãos e, no café natural o baixo pH deve ter sido ocasionado pelo longo período de secagem, em torno de quinze dias, provavelmente ocasionando fermentações indesejáveis aos grãos.

Para acidez total titulável, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, que apresentaram valores semelhantes independentemente de processamento e local de origem. Chagas e outros (1996a) não encontraram diferenças significativas para acidez total titulável nas regiões estudadas, sendo o menor valor encontrado de 206,28 mL de NaOH.100g<sup>-1</sup> por amostra e o maior valor de 273,21 mL de NaOH.100g<sup>-1</sup>. Entretanto, Carvalho e outros (1994) observaram diferenças significativas entre os teores de acidez total titulável em cafés de diferentes qualidades de bebida. Esses autores encontraram valores médios de 211,2; 235,5; 218,3; 250,4; 272,2 e

284,5 mL de NaOH.100g<sup>-1</sup> por amostra para cafés de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado e rio, respectivamente.

Para sólidos solúveis, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, que apresentaram valores semelhantes, independentemente de processamento e local de origem. Os valores encontraram-se, em média geral, acima da faixa de 24 a 31%, proposta por Prete (1992). Segundo Barbosa e outros (2002), a concentração de sólidos solúveis em grãos de café de diferentes qualidades de bebida, não diferiram significativamente. Barrios (2001) encontrou teores de sólidos solúveis de 27,75 a 30,00% em cafés do sul de Minas Gerais, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Entretanto, Pimenta e outros (2000) observaram diferença significativa entre teores de sólidos solúveis em grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação.

#### 4.2.4 Ácidos clorogênicos, compostos fenólicos e polifenoloxidase

Os resultados referentes a ácidos clorogênicos, compostos fenólicos e polifenoloxidase, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13.** Valores médios de ácidos clorogênicos (%), compostos fenólicos (%) e atividade da polifenoloxidase (u.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de amostra) de cafés provenientes dos processamentos natural e despoldado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Ácidos clorogênicos	Compostos fenólicos	Polifenoloxidase
Natural BC	5,47 a *	5,58 a	61,65 a
Natural EN	5,62 a	5,87 a	60,60 a
Despoldado BC	5,46 a	5,79 a	61,59 a
Despoldado EN	5,60 a	5,94 a	62,24 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Para ácidos clorogênicos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, que apresentaram valores semelhantes independentemente de processamento e local de origem. Os valores obtidos variaram, em média geral, entre 5,46 e 5,62%, enquanto Moreira e Trugo (2000) encontraram valores entre 5,5 a 8,0%. Segundo Farah e Donangelo (2006), a influência de fatores que modificam a composição dos grãos crus do café, tais como genéticos, fisiológicos e ambientais, assim como o efeito do processamento sobre a composição de ácidos clorogênicos são discutidos já que esses compostos influem na qualidade final da bebida do café. Segundo Duarte e outros (2010), cafés processados por via úmida apresentaram maiores teores de ácidos clorogênicos em comparação com aqueles produzidos pelo método seco.

Para compostos fenólicos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, que apresentaram valores semelhantes independentemente de processamento e local de origem. Malta e outros (2003) não verificaram diferenças significativas entre os tipos de pré-processamento natural, descascado, desmucilado e bóia que apresentaram valores de 7,81; 7,65; 7,52 e 7,51%, respectivamente. Segundo Pinto e outros (2002), a concentração dos polifenóis em grãos crus de amostras de café de diferentes qualidades de bebida não variou significativamente.

Entretanto, existem indícios de ocorrência de maior concentração de compostos fenólicos totais em cafés de pior qualidade. De acordo com Abrahão e outros (2010), houve uma variação significativa nos teores de compostos fenólicos entre os distintos padrões de bebidas analisados, sendo que a bebida rio destacou-se com o maior teor de compostos fenólicos no grão cru (5,43%) e a bebida mole apresentou um teor de compostos fenólicos totais mais baixo (4,77%). Pinto e outros (2001) avaliaram a qualidade de grãos de café arábica da região sul de Minas Gerais, previamente classificados pela prova de xícara, em diferentes padrões de bebidas, e também encontraram maior teor de compostos

fenólicos totais nos cafés de bebida rio quando comparados aos cafés classificados como bebidas mole, dura e riado, que se apresentaram com os menores teores. Segundo Farah e Donangelo (2006), é necessária mais investigação sobre a composição dos compostos fenólicos em café, bem como seu impacto sobre a qualidade da bebida e o efeito de diferentes tipos de processamento nesta composição fenólica.

Para polifenoloxidase, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Comparando os resultados obtidos neste trabalho com os obtidos por Carvalho e outros (1994), observa-se que, em média geral, os cafés dos diferentes tratamentos foram classificados como bebida dura, pois os resultados variaram entre 60,60 e 62,64  $\text{u}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra desta enzima. Chagas e outros (1996b) encontraram diferenças em qualidade da bebida do café nas regiões estudadas e entre municípios de uma mesma região produtora, através da avaliação da atividade da polifenoloxidase. Silva e outros (2009) também relatam ter encontrado diferenças para a atividade desta enzima em cafés de diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. Diferenças na qualidade do café foram novamente encontradas por Chagas e outros (2005), em diversos municípios do sul de Minas Gerais, através da avaliação de atividade da polifenoloxidase.

Santos e outros (2009) encontraram diferença significativa quanto ao tipo de secagem (terreiro de alvenaria e mista) entre os tipos de preparo do café (bóia, descascado e desmucilado) para a atividade da polifenoloxidase, sendo o maior valor encontrado ( $63,98 \text{ u}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) para o café descascado, quando seco apenas em terreiro de alvenaria. Entretanto, Lopes e outros (2000b) não encontraram diferença significativa para a atividade da polifenoloxidase em grãos de oito cultivares de *C. arabica* processados por via natural e secos em terreiro de concreto. As amostras apresentaram valores variando de 62,64 a 65,49  $\text{u}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , sendo estas classificadas como bebida mole/apenas mole.

### 4.3 Caracterização sensorial dos grãos de café

Os resultados referentes aos atributos sensoriais, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 14 e Figura 1.

**Tabela 14.** Valores médios dos atributos sensoriais BL (Bebida Limpa), D (Doçura), A (Acidez), C (Corpo), S (Sabor), GR (Gosto Remanescente), B (Balanço) e AG (Aspecto Geral) de cafés provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

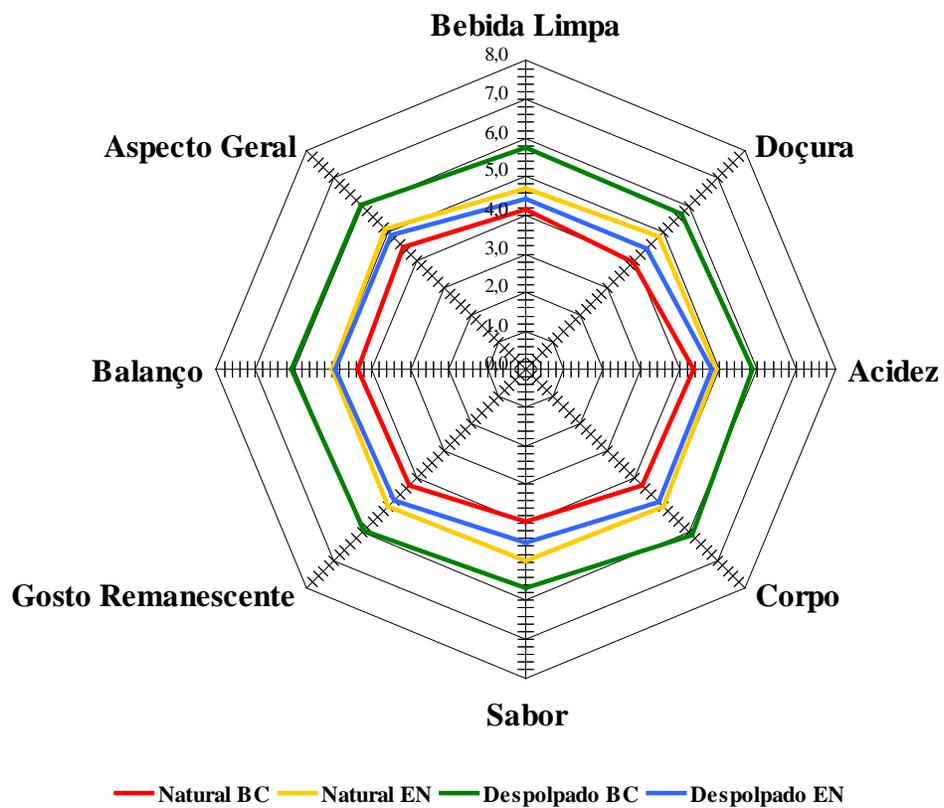
Trat.	Atributos sensoriais							
	BL	D	A	C	S	GR	B	AG
Nat. BC	4,15 a*	3,95 a	4,35 a	4,25 a	3,95 a	4,25 a	4,35 a	4,45 a
Nat. EN	4,70 a	4,85 a	4,90 a	5,05 a	4,95 a	5,05 a	5,00 a	5,15 a
Desp. BC	5,75 a	5,65 a	5,85 a	6,05 a	5,65 a	5,95 a	6,05 a	6,00 a
Desp. EN	4,40 a	4,40 a	4,80 a	4,85 a	4,50 a	4,80 a	4,90 a	4,90 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Para os atributos sensoriais, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Entretanto, observa-se que o tratamento natural de Barra do Choça apresentou notas inferiores para todos os atributos em relação aos demais tratamentos, devido ao fato de uma amostra ter sido desclassificada pelos provadores, diminuindo assim a sua média geral, visto que, neste caso, não recebe pontuação. Essa amostra desclassificada foi definida como bebida rio (Tabela 1A - Apêndice A). Para o tratamento despulpado de Barra do Choça, as notas foram superiores para todos os atributos em relação aos demais tratamentos. Para o tratamento despulpado de Encruzilhada, as notas foram próximas àquelas dos tratamentos natural de Barra do Choça e natural de Encruzilhada, entretanto, ressalta-se que uma amostra daquele tratamento foi desclassificada pelos provadores, não recebendo, portanto, pontuação. Essa amostra desclassificada foi definida como bebida riado (Tabela 2A - Apêndice A).

Rodarte (2008) analisou 10 amostras de cafés especiais oriundas do Estado de Minas Gerais, do tipo 2 e peneiras 16 e acima, obtidas pelos pré-processamentos cereja descascado e natural, e verificou que não houve diferença significativa entre essas amostras para os atributos bebida limpa, corpo, sabor e aspecto geral. Entretanto, houve diferença significativa para os atributos doçura, acidez, gosto remanescente e balanço. Para todos os atributos analisados, as amostras obtiveram notas superiores a 6,0. Uma determinada amostra identificada como “a” do processamento cereja descascado configurou entre as que apresentaram as maiores notas nos atributos doçura, acidez, gosto remanescente e balanço, sendo numericamente superior às demais. Este autor cita que os resultados da análise sensorial apresentados em seu trabalho não demonstraram diferença significativa entre as amostras natural e cereja descascado, ressaltando-se que outros fatores podem estar relacionados, tais como variedade, solo e condições de secagem. Salva e Lima (2007) relatam que, em se tratando de análise sensorial, as características da bebida se devam à combinação entre os componentes químicos dos grãos, que atuam sobre a percepção do consumidor.

Pela Figura 1, é possível visualizar a caracterização sensorial dos cafés de cada tratamento, através da interceptação gráfica das médias das notas atribuídas pelos provadores nos eixos correspondentes a cada atributo sensorial. Verifica-se visualmente que o tratamento despulpado de Barra do Choça se destacou em relação aos demais, enquanto o tratamento natural desse município apresentou inferioridade em relação aos outros tratamentos, pelos motivos anteriormente justificados. Os tratamentos, natural e despulpado, de Encruzilhada se apresentaram, visualmente, bastante próximos pela interceptação gráfica.



**Figura 1.** Análise sensorial para os atributos Bebida Limpa, Doçura, Acidez, Corpo, Sabor, Gosto Remanescente, Balanço e Aspecto Geral de cafés provenientes dos processamentos natural e despoldado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

### 4.3 pH da infusão de grãos de café torrados e moídos

Os resultados referentes ao pH da infusão de grãos de café torrados e moídos, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15.** Valores médios de pH da infusão de grãos de cafés torrados e moídos provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	pH infusão
Natural BC	4,94 a *
Natural EN	5,03 a
Despulpado BC	4,75 b
Despulpado EN	4,74 b

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para pH da infusão de grãos de café torrados e moídos, demonstrando que os cafés dos tratamentos natural de Barra do Choça e natural de Encruzilhada apresentaram maiores valores em relação aos cafés dos tratamentos despulpados desses municípios. Barbosa e outros (2002) encontraram diferença significativa para pH de grãos torrados entre diferentes qualidades de cafés classificados pela prova de xícara. Segundo Fernandes e outros (2003), as variações do pH com a torração podem ser de muita importância na aceitação do produto pelo consumidor e indicam que o pH ideal deve estar entre 4,95 e 5,20, tornando o café palatável, sem excesso de amargor ou acidez.

## 4.5 Caracterização da contaminação fúngica

### 4.5.1 Composição fúngica geral de grãos de café não-desinfestados

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) dos grãos de café não-desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16.** Valores médios de Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC) da composição fúngica geral de grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Índice de Ocorrência (IO)	Índice de Severidade da Contaminação (ISC)
Natural BC	99,8% a *	1,185 a
Natural EN	99,6% a	1,192 a
Despulpado BC	77,4% b	0,995 b
Despulpado EN	74,6% b	0,982 b

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos para IO e ISC de fungos em grãos de café não-desinfestados, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tipos de processamento dos cafés oriundos dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, sendo maiores em processamento natural seco em terreiro de terra do que em processamento despulpado seco em terreiro de cimento. Segundo Freitas (2000), a presença de fungos na parte externa dos grãos de café indica uma contaminação do ambiente em que foram produzidos e processados.

Considera-se alto o IO de fungos nos grãos de café do processamento natural. Os cafés de Barra do Choça e Encruzilhada apresentaram uma contaminação de 99,8% e 99,6%, respectivamente, quando colocados para secagem em terreiro de terra e ambos não diferiram entre si. O ISC apresentou

comportamento coerente com o IO, sendo superior no processamento natural, quando comparado ao processamento despulpado, independentemente da origem.

O IO de fungos dos grãos de café do processamento despulpado foi menor que do processamento natural, sendo que o café oriundo da Barra do Choça apresentou contaminação de 77,4% e o de Encruzilhada 74,6%, quando colocados para secagem em terreiro de cimento, e não diferiram entre si, apesar de serem valores considerados elevados. O ISC apresentou comportamento coerente com o IO, sendo menor no processamento despulpado, quando comparado ao processamento natural, independentemente da origem. Esses resultados evidenciam que a contaminação fúngica também é dependente do processamento pós-colheita adotado, sendo que a prática do despulpamento e secagem em terreiro de cimento sofre uma menor contaminação fúngica que a prática do processamento natural com secagem em terreiro de terra. Segundo Pereira (2006), a secagem em terreiro de cimento pode reduzir de forma significativa a colonização pela maioria das espécies de fungos.

Segundo Chalfoun e outros (1999), a análise de grãos de café provenientes de 18 municípios da região sul de Minas Gerais e não submetidos à desinfestação, demonstrou que 93,5% apresentaram crescimento de fungos, enquanto que grãos desinfestados apresentaram em média 29,5% de crescimento fúngico. Assim, independentemente da origem, os grãos de café apresentaram elevada presença externa de fungos. Os gêneros predominantes nos grãos com e sem desinfestação foram *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

Em estudo realizado por Suárez-Quiroz e outros (2004), foi avaliada a microbiota fúngica e a ocorrência de ocratoxina A em grãos de café processados por via seca, via úmida (despulpado) e processo mecânico (descascado), e verificou-se que 80% dos grãos analisados do processo úmido, 72% do processo mecânico e 92% do processo de seca natural estavam contaminados com fungos

dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Eurotium*, *Goetrichum* e *Botrytis*. A maior contaminação com fungos foi observada no processamento via seca.

Segundo Silva e outros (2003b), a diversidade de espécies de microrganismos, associados a frutos e grãos de café, pode estar relacionada ao tipo de processamento despulpado e natural, além do local de cultivo e das condições higiênico-sanitária adotadas pelos produtores. Segundo esses autores, o conhecimento das espécies é de grande importância para a definição de tecnologia para o processamento do café, através de técnicas que previnam a presença de microrganismos toxigênicos.

#### **4.5.1.1 Gêneros de fungos associados aos grãos de café não-desinfestados**

Foram encontrados neste trabalho fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, associados aos grãos de café não-desinfestados.

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café não-desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados nas Tabelas 17 e 18, respectivamente.

**Tabela 17.** Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Gêneros de fungos		
	IO	IO	IO
	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
Natural BC	93,8 aA *	31,4 a B	5,6 aC
Natural EN	94,4 aA	18,6 abB	4,8 aB
Despulpado BC	74,0 bA	11,8 abB	0,2 aB
Despulpado EN	72,0 bA	8,0 bB	0,2 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

**Tabela 18.** Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Gêneros de fungos		
	ISC	ISC	ISC
	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
Natural BC	1,164 aA *	0,882 aB	0,739 aC
Natural EN	1,177 aA	0,773 bB	0,732 aB
Despulpado BC	0,990 bA	0,777 bB	0,708 aB
Despulpado EN	0,978 bA	0,744 bB	0,708 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em relação aos parâmetros IO e ISC. O gênero *Aspergillus* apresentou maiores IO e ISC em cafés naturais do que em cafés despulpados, independentemente da origem. O gênero *Penicillium* apresentou maiores IO e ISC no tratamento café natural de Barra do Choça. O gênero *Fusarium* não

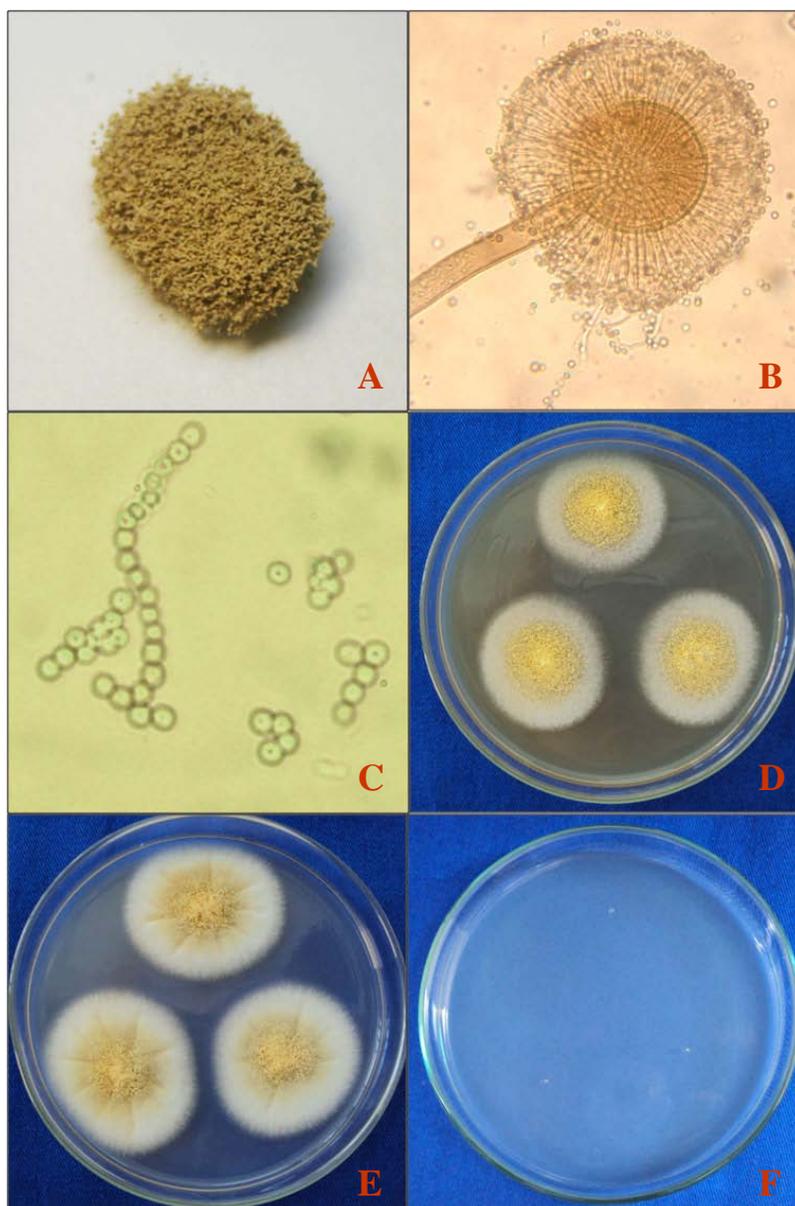
apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos analisados, para IO e ISC.

Em relação ao IO e ao ISC desses gêneros, dentro de cada tratamento analisado, percebe-se a predominância em todos de *Aspergillus* em relação à *Penicillium* e *Fusarium*. Silva e outros (2008), estudando a incidência de fungos filamentosos em cafés processados via seca, verificaram que o gênero *Aspergillus* foi o de maior incidência, seguido pelos gêneros *Penicillium*, *Fusarium* e *Cladosporium*. Visôto e outros (2008) avaliaram a presença de fungos produtores de ocratoxina A em grãos de café e verificaram que os gêneros predominantes foram *Aspergillus* e *Penicillium*, sendo que a presença de *Fusarium*, *Mucor* e *Cladosporium* também foi constatada.

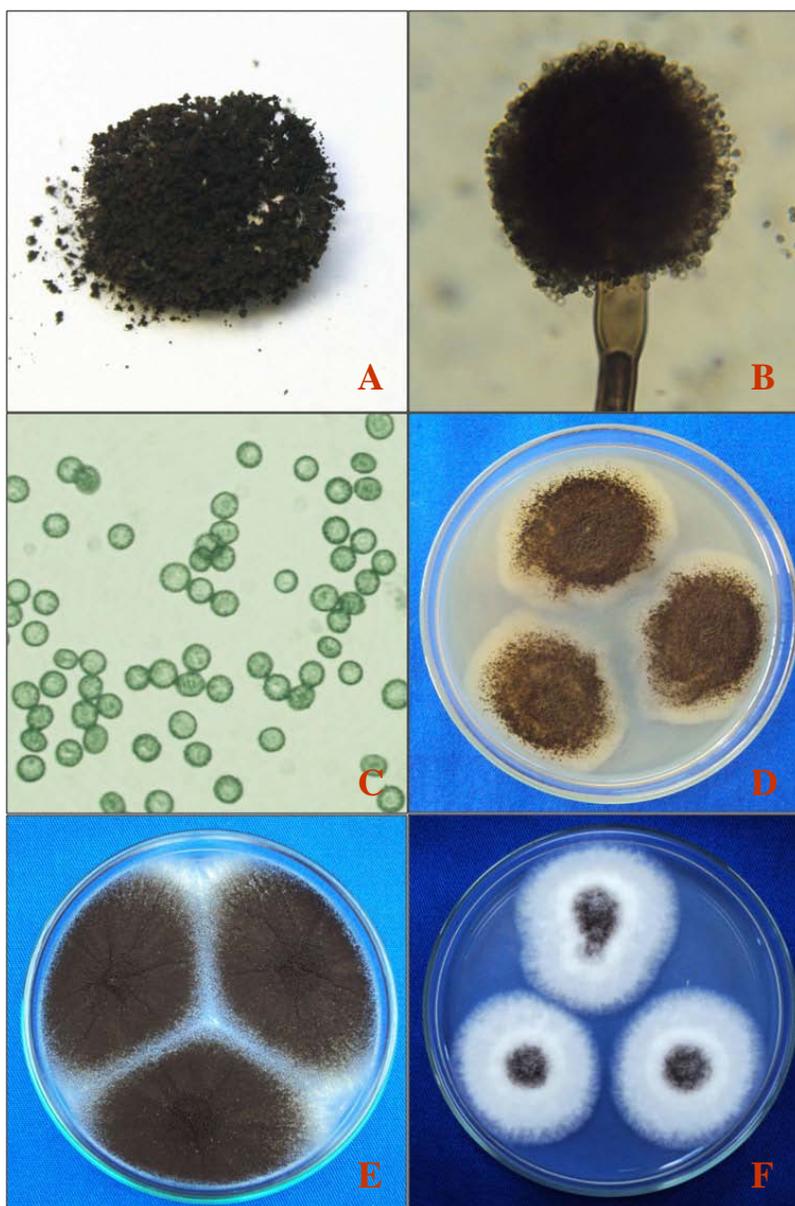
Segundo Pereira e outros (2001b), todas as amostras de grãos de café não-desinfestadas superficialmente apresentaram-se contaminadas por fungos filamentosos. A população fúngica presente nos grãos foi representada pelos gêneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*. Entretanto, os cafés amostrados apresentaram bons padrões de classificação pela prova de xícara, não sendo constatada nenhuma tendência de redução na qualidade da bebida em função da presença e quantidade desses fungos nos grãos.

#### **4.5.1.2 Espécies de *Aspergillus* associadas aos grãos de café não-desinfestados**

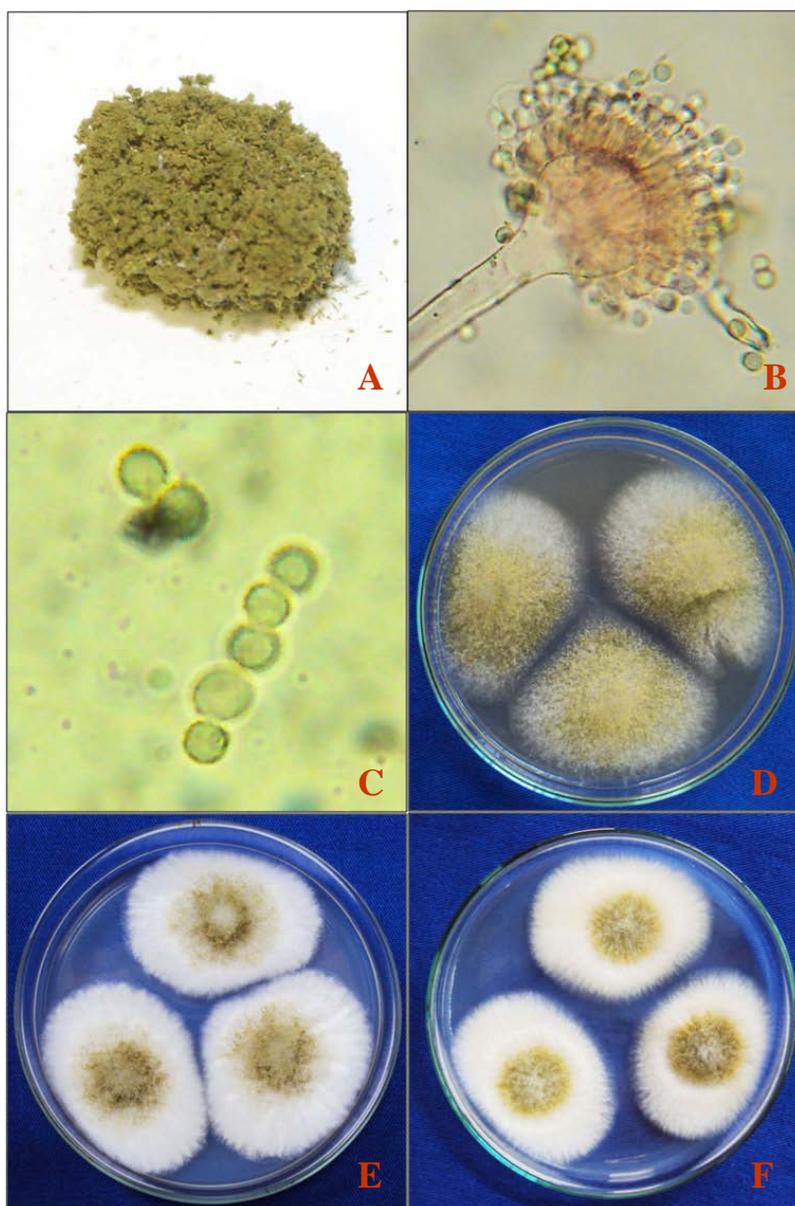
Foram identificadas as espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. auricomus*, *A. foetidus*, *A. tubingensis*, *A. sojae* e *A. oryzae*, associadas aos grãos de café não-desinfestados. As espécies *A. ochraceus* (Figura 2), *A. niger* (Figura 3) e *A. flavus* (Figura 4) foram escolhidas para avaliação de Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC) por terem apresentado maior ocorrência e serem potencial produtoras de micotoxinas.



**Figura 2.** *Aspergillus ochraceus*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F).



**Figura 3.** *Aspergillus niger*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F).



**Figura 4.** *Aspergillus flavus*. Grão de café colonizado (A); vesícula, 400x (B); conídios, 1000x (C); colônias após 7 dias de incubação em MEA a 25 °C (D); em CYA a 25 °C (E) e em CYA a 37 °C (F).

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café não-desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados nas Tabelas 19 e 20, respectivamente.

**Tabela 19.** Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Espécies de <i>Aspergillus</i>		
	IO <i>A. ochraceus</i>	IO <i>A. niger</i>	IO <i>A. flavus</i>
Natural BC	35,2 aA *	42,2 aA	11,8 aA
Natural EN	31,4 aB	67,8 aA	12,0 aB
Despulpado BC	3,6 aB	68,4 aA	13,4 aB
Despulpado EN	16,4 aB	48,4 aA	13,0 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

**Tabela 20.** Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café não-desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Espécies de <i>Aspergillus</i>		
	ISC <i>A. ochraceus</i>	ISC <i>A. niger</i>	ISC <i>A. flavus</i>
Natural BC	0,911 aA *	0,930 bA	0,776 aA
Natural EN	0,859 aB	1,065 a A	0,782 aB
Despulpado BC	0,731 aB	0,968 abA	0,772 aB
Despulpado EN	0,780 aB	0,902 bA	0,768 aA

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em relação ao parâmetro IO. Entretanto, observa-se diferença estatística significativa para a ocorrência dessas espécies dentro de cada tratamento. A espécie *A. niger* foi predominante em relação às demais, sendo semelhante a *A. ochraceus* e *A. flavus* apenas no tratamento natural de Barra do Choça. Pereira e outros (2001b) verificaram que *A. ochraceus* variou de 1 a 12% e *A. niger* variou de 1 a 42% em grãos de café não-desinfestados de amostras provenientes do sul de Minas Gerais.

Para o ISC, verifica-se que houve diferença estatística significativa apenas para a espécie *A. niger*, sendo que os tratamentos natural de Encruzilhada e despoldado de Barra do Choça apresentaram maiores valores e não diferiram entre si. Os tratamentos natural de Barra do Choça e despoldado de Encruzilhada apresentaram menores valores, não diferindo entre si, e ambos também não diferem do tratamento despoldado de Barra do Choça. Para as espécies *A. ochraceus* e *A. flavus* não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Observa-se diferença estatística significativa para ISC dessas espécies dentro de cada tratamento. A espécie *A. niger* foi predominante em relação às demais, sendo semelhante a *A. ochraceus* e *A. flavus* apenas no tratamento natural de Barra do Choça.

Pereira (2006) caracterizou as diferentes comunidades de fungos presentes em frutos e grãos de café e detectou com maior frequência os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Cladosporium*. Dentro do gênero *Aspergillus*, destacaram-se as espécies *A. ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus* e *A. glaucus*, colonizando, respectivamente, 5%, 4%, 0,4% e 0,2% dos grãos de cada amostra analisada. Entretanto, as espécies *A. ochraceus* e *A. niger* estavam presentes em 66% e 60% das amostras, respectivamente. O autor considera a

incidência de *A. ochraceus* relativamente alta, porém, com baixa frequência de grãos colonizados.

Freitas (2000) analisou a ocorrência de fungos associados a grãos de café beneficiado de diversos municípios do sul de Minas Gerais e verificou que as espécies *A. ochraceus* e *A. niger* apresentaram índices de contaminação externa elevados, sendo 100% e 95,0%, respectivamente. Segundo este autor, praticamente todos os municípios tiveram os grãos de café com algum grau de contaminação externa por esses dois fungos.

Martins e outros (2003) verificaram que 91,7% das amostras de grãos de café do Brasil estavam contaminadas com fungos, sendo considerada uma alta incidência. As infecções fúngicas dominantes foram do gênero *Aspergillus*, incluindo *A. niger* (83,3%) em níveis mais elevados, *A. ochraceus* (53,3%) e *A. flavus* (25,0%) em níveis mais baixos. A ocorrência e os níveis dos gêneros *Cladosporium* (16,7%) e *Penicillium* (10,0%) foram substancialmente mais baixos. Magnani e outros (2005) detectaram a presença de espécies potencialmente toxigênicas em 82% das regiões estudadas no norte do Estado do Paraná, entre as quais *A. niger* foi a espécie mais frequentemente detectada, seguida por *A. ochraceus* e *A. carbonarius*. A espécie *A. ochraceus* ocorreu em 44% das regiões produtoras de café analisadas.

Suárez-Quiroz e outros (2004) relatam que os isolados de *A. ochraceus* representaram 6,6 % do processo úmido, 8,3% do processo mecânico e 3,3% do processo de seca natural e os isolados de *A. niger* representaram 15% do processo úmido, 13% do processo mecânico e 25% do processo de seca natural. Não houve diferença entre os processos estudados em termos de isolamento e de ocorrência de fungos ocratoxigênicos.

Segundo Silva e outros (2003a), amostras de café secas em terreiro de cimento, via processamento natural, apresentaram sete diferentes espécies de *Aspergillus*: *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. dimorphicus*, *A. foetidus*, *A.*

*tamaritii* e *A. sydowii*. Entre estas espécies encontradas, *A. niger* ocorreu em maior percentual, sendo esta ocorrência verificada quando a umidade dos grãos estava em torno de 11%. Segundo esses autores, todos os isolados de *A. flavus*, associados a frutos e grãos de café, durante a secagem e armazenamento, foram produtores das aflatoxinas B1 e B2; 75% dos isolados de *A. ochraceus* foram produtores de ocratoxina A e nenhum isolado de *A. niger* foi produtor dessa toxina. Pasin e outros (2009) avaliaram a ocorrência de fungos em grãos de café de cinco cultivares, processados por via seca, e verificaram que a ocorrência de *A. niger* e *A. ochraceus* não diferiu entre as cultivares. Em nenhuma amostra foi detectada a ocorrência de ocratoxina A.

#### 4.5.2 Composição fúngica geral de grãos de café desinfestados

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) dos grãos de café desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados na Tabela 21.

**Tabela 21.** Valores médios de Índice de Ocorrência (IO) e Índice de Severidade da Contaminação (ISC) da composição fúngica geral de grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Índice de Ocorrência (IO)	Índice de Severidade da Contaminação (ISC)
Natural BC	68,0% a *	1,003 a
Natural EN	66,2% a	0,998 a
Despulpado BC	69,6% a	0,980 a
Despulpado EN	67,0% a	0,975 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Conforme os resultados obtidos para IO e ISC, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tipos de processamento dos cafés oriundos dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, quando se realizou a desinfestação superficial dos grãos. Para IO, os valores variaram entre 66,2 e 69,6%. Isso demonstra que, independentemente do processamento pós-colheita, os grãos de café apresentaram uma contaminação fúngica semelhante e, provavelmente, oriunda da lavoura. Segundo Freitas (2000), o grau de contaminação interna pode ser um indicador do nível de risco já existente nos grãos de café e qualquer variação ambiental favorável ao desenvolvimento dos fungos terá como consequência algum prejuízo, cuja gravidade dependerá da espécie fúngica envolvida. Grãos contaminados com níveis acima de 5% podem representar risco ao armazenamento do café.

Segundo Batista e Chalfoun (2007), a colonização interna pelos fungos pode ser explicada por danos causados por insetos, fungos fitopatogênicos, ácaros ou condições climáticas adversas. Outra explicação é a ocorrência da ruptura de estruturas da parede celular por alterações nas pectinas, celulose, hemicelulose e ligninas nos frutos. Esses compostos conferem uma estrutura mais rígida aos frutos de café e a degradação natural os tornam mais suscetíveis à ocorrência fúngica.

#### **4.5.2.1 Gêneros de fungos associados aos grãos de café desinfestados**

Foram encontrados neste trabalho fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, associados aos grãos de café desinfestados.

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados nas Tabelas 22 e 23, respectivamente.

**Tabela 22.** Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Gêneros de fungos		
	IO <i>Aspergillus</i>	IO <i>Penicillium</i>	IO <i>Fusarium</i>
Natural BC	64,2 aA *	2,6 aB	2,4 aB
Natural EN	64,8 aA	1,6 aB	0,6 aB
Despulpado BC	69,6 aA	2,6 aB	0,0 aB
Despulpado EN	67,0 aA	1,8 aB	0,0 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

**Tabela 23.** Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Gêneros de fungos		
	ISC <i>Aspergillus</i>	ISC <i>Penicillium</i>	ISC <i>Fusarium</i>
Natural BC	0,995 aA *	0,721 aB	0,720 aB
Natural EN	0,995 aA	0,714 aB	0,709 aB
Despulpado BC	0,980 aA	0,723 aB	0,000 aB
Despulpado EN	0,975 aA	0,718 aB	0,000 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos analisados para os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em relação aos parâmetros IO e ISC. Entretanto, em relação ao IO e ISC destes gêneros encontrados, dentro de cada tratamento analisado, verifica-se que houve predominância do gênero *Aspergillus* em relação a *Penicillium* e *Fusarium*. O IO do gênero *Aspergillus* variou entre 64,2 e 69,9%. Não houve ocorrência de fungos do gênero *Fusarium*

em grãos de café despulpados dos municípios avaliados. Pasin e outros (2009) constataram que a ocorrência de fungos no interior dos grãos foi significativamente menor à encontrada externamente, em grãos de café de diferentes cultivares, processados por via seca. No entanto, apesar de reduzida porcentagem média de ocorrência interna, constatou-se que todos os fungos detectados ocorreram internamente e externamente. Foram detectadas espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Cladosporium*.

#### 4.5.2.2 Espécies de *Aspergillus* associadas aos grãos de café desinfestados

Foram identificadas as espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. auricomus*, *A. foetidus*, *A. tubingensis* e *A. sojae* associadas aos grãos de café desinfestados.

Os resultados referentes ao Índice de Ocorrência (IO) e ao Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café desinfestados, em função dos diferentes tratamentos, estão apresentados nas Tabelas 24 e 25, respectivamente.

**Tabela 24.** Valores médios (%) de Índice de Ocorrência (IO) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Espécies de <i>Aspergillus</i>		
	IO <i>A. ochraceus</i>	IO <i>A. niger</i>	IO <i>A. flavus</i>
Natural BC	1,4 aB *	46,2 aA	1,2 aB
Natural EN	1,0 aB	48,4 aA	2,4 aB
Despulpado BC	1,2 aB	49,8 aA	1,8 aB
Despulpado EN	0,8 aB	40,2 aA	1,2 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade (P<0,05%).

**Tabela 25.** Valores médios de Índice de Severidade da Contaminação (ISC) de fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* em grãos de café desinfestados, provenientes dos processamentos natural e despulpado dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), sudoeste da Bahia. Safra 2008.

Tratamentos	Espécies de <i>Aspergillus</i>		
	ISC	ISC	ISC
	<i>A. ochraceus</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. flavus</i>
Natural BC	0,714 aB *	0,927 aA	0,714 aB
Natural EN	0,714 aB	0,935 aA	0,721 aB
Despulpado BC	0,715 aB	0,920 aA	0,728 aB
Despulpado EN	0,712 aB	0,900 aA	0,714 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

Conforme os resultados obtidos, verifica-se que não houve diferença estatística significativa para IO e ISC das espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* entre os tratamentos analisados. Entretanto, houve diferença estatística significativa para os fatores IO e ISC das espécies analisadas dentro de cada tratamento com nítida predominância de *A. niger* em relação à *A. ochraceus* e *A. flavus*. Considerando o limite de tolerância de infestação interna dos grãos de café de 5%, observa-se que as espécies *A. ochraceus* e *A. flavus* apresentaram níveis, em média geral, inferiores a este valor. Entretanto, a espécie *A. niger* apresentou níveis de infestação interna superiores a 5%, com ocorrência variando entre 40,2 e 49,8%.

Batista e outros (2001) realizaram levantamento de espécies de *Aspergillus*, associadas a grãos de café beneficiados e armazenados, e encontraram contaminação com estes fungos em 95,55% das amostras sem desinfestação e 46,66% das amostras após a desinfestação. Antes da desinfestação, a maior ocorrência foi de fungos da Seção Nigri, presente em 88,37% das amostras, seguida pela Seção Circumdati, presente em 65,12% e pela Seção Flavi, presente em 44,19% das amostras. Após a desinfestação,

também houve predomínio das espécies pertencentes à Seção Nigri, presente em 25% das amostras, seguida pela Seção Circumdati, presente em 16,27% e Seção Flavi, presente em 6,98% das amostras.

Segundo Freitas (2000), a comparação entre os dados de infestação de cada fungo, considerando a desinfestação e não-desinfestação dos grãos de cafés amostrados, é relevante para se conhecer a contaminação do ambiente de produção e de processamento do café. Esse autor encontrou menor contaminação interna que externa das espécies *A. ochraceus* e *A. niger*, sendo que esta espécie apresentou maior índice de severidade da contaminação com nível acima de 5% em 63,4% das propriedades analisadas. Entretanto, para as espécies *A. flavus*, *A. glaucus* e *A. tamarrii*, os índices de contaminação externa e interna foram relativamente equivalentes.

Espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* são adaptadas a ambientes com baixa umidade e estão entre os mais bem sucedidos e abundantes organismos vivos, sendo normalmente associados aos grãos armazenados ou danificados (CHALFOUN; BATISTA, 2003). Espécies de *Aspergillus* como *A. ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus* são consideradas xerofílicas, pois tem a capacidade de si desenvolverem em condições de baixa atividade de água (PITT; HOCKING, 1997). Desta maneira, a implementação de boas práticas de processamento, através de técnicas seguras e condições higiênicas de preparo e de secagem do café, são os aspectos mais importantes para prevenir a introdução e o desenvolvimento de fungos produtores de OTA e, assim, garantir alta qualidade do produto (SILVA e outros, 2007).

## 5 CONCLUSÕES

O café oriundo do processamento natural, com secagem em terreiro de terra, dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, apresentou maior porcentagem de PVA (grãos pretos, verdes e ardidos), menor lixiviação de íons de potássio, menores teores de açúcares não-redutores, maiores teores de açúcares redutores e maior pH da infusão de grãos torrados e moídos.

O café oriundo do processamento despulpado, com secagem em terreiro de cimento, dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada, apresentou menor porcentagem de PVA (grãos pretos, verdes e ardidos), maior lixiviação de íons de potássio, maiores teores de açúcares não-redutores, menores teores de açúcares redutores e menor pH da infusão de grãos torrados e moídos.

Os cafés naturais e despulpados dos municípios de Barra do Choça e Encruzilhada não diferiram entre si para os atributos sensoriais bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e aspecto geral.

O processamento natural de café, com secagem em terreiro de terra, proporcionou maior contaminação fúngica que o processamento despulpado, com secagem em terreiro de cimento, independentemente do local de origem.

Houve ocorrência de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* em grãos de cafés beneficiados, com predominância do gênero *Aspergillus* em relação aos demais.

Foram identificadas as espécies *Aspergillus ochraceus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. tubingensis*, *A. auricomus*, *A. sojae* e *A. oryzae* associadas a grãos de cafés beneficiados oriundos da região sudoeste da Bahia.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S.M. da S.; LIMA, A.R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 414-420, 2010.
- AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; SILVA, F.S. da. Contribuição das etapas do pré-processamento para a qualidade do café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 8, p. 46-53, 2004.
- ALMEIDA, A.P. de; ALABURDA, J.; SHUNDO, L.; RUVIERI, V.; NAVAS, S.A.; LAMARDO, L.C.A.; SABINO, M. Ochratoxin A in brazilian instant coffee. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 300-303, 2007.
- ALVES, E.; CASTRO, H.A. de. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) nas fases de pré e pós-colheita em lavouras da região de Lavras. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 4-7, 1998.
- AMORIM, 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, 1968.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 2v.
- BARBOSA, R.M.; SILVA, P.H.A.; REGAZZI, A.J. Composição química de seis categorias da bebida café previamente classificada pelo teste da xícara. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 4, p. 45-51, 2002.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3. ed. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, 1972. 241 p.
- 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. 72 p.: il. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BÁRTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na Colheita e Preparo do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M.; SILVA, C.F.; CIRILLO, M.; VARGA, E.A.; SCHWAN, R.F. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. **Food Control**, v. 20, n. 9 p. 784-790, 2009.

BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M. Incidência de Ocratoxina A em diferentes frações do café (*Coffea arabica* L.): bóia, mistura e varrição após secagem em terreiros de terra, asfalto e cimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 804-813, 2007.

BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M.; PRAGO, 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, 2003.

BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M.; PRADO, G. Identificação de espécies toxigênicas de *Aspergillus* associados aos grãos de café armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.3, p. 11-16, 2001.

BATISTA, L.R.; FREITAS, R.F. de; CHALFOUN, S.M. Avaliação da produção de Aflatoxinas por espécies do fungo *Aspergillus* associados ao café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.1, p. 44-49, 2000.

BETINA, V. Ochratoxins and related dihydroisocumarins. In: \_\_\_\_\_. **Mycotoxins – production, isolation, separation and purification**. New York: Elsevier, 1984, p. 183-210.

BITANCOURT, A.A. As fermentações e podridões da cereja de café. **Boletim da Superintendência dos Serviços do Café**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 7-14, 1957.

BORÉM, F.M. Processamento do café. In: \_\_\_\_\_. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 5, p. 129-158.

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R. Qualidade do café despolpado submetido a diferentes processos de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 9, p. 25-31, 2006.

BOZZA, A.; TRALAMAZZA, S.M.; REYNAUD, D.T.; GABARDO, J.; VALASKI, J.C.; MARANGONI, P.B.; PIMENTEL, I.C. Isolamento de fungos associados a grãos de café cv. Iapar 59 de origem de solo e árvore em diferentes tempos de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 529-534, 2009.

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.

BSCA - BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Cafés especiais**. 2008. Disponível em: <<http://www.bsac.com.br>>. Acesso em: 20/10/2008.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 11 de Junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

BUCHELI, P.; TANIWAKI, M.H. Research on the origin, and the impact of post-harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in coffee - Review. **Food Additives and Contaminants**, v. 19, n. 7, p. 655-665, 2002.

CAIXETA, G.Z.T.; GUIMARÃES, P.T.G.; ROMANIELLO, M.M. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p.14-23, 2008.

CAMARGO, R. de. **Cultura cafeeira: Visando qualidade**. São Paulo: s.c.p., 1936. 141 p.

CAMPOS, R. da S.; FREITAS-SILVA, O.; CUNHA, F.Q. da; SOUZA, M. de L.M. de; FREITAS, S.C. de. Fungos micotoxigênicos e ocratoxina A em cafés com permanência prolongada na planta e no solo, colhidos nas regiões do cerrado mineiro e baiano. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 136-148, 2009.

CARVALHO JÚNIOR, C. de. **Efeito de sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

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

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 CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989, p. 25-26.

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

CHAGAS, S.J. de R.; MALTA, M.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais. (I- Atividade da polifenoloxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 590-597, 2005.

CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L.; ROMANIELLO, M.M. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II – valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 224-231, 1996a.

CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, 1996b.

CHALFOUN, S.M.; PARIZZI, F.C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F.M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 14, p. 512-543.

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, 2006.

CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. **Fungos associados a frutos e grãos de café *Aspergillus & Penicillium***. Brasília, DF: Embrapa, 2003. 69 p.

CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. O papel dos microrganismos na qualidade e segurança do café. In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 8., SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS, 3., 2002, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: EMATER/EPAMIG/UFLA, 2002, p. 200.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M.C.; ANGÉLICO, C.L. Efeito da cafeína (1,3,7 – triemethylxantina) sobre o crescimento micelial de fungos associados ao café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 1, p. 50-53, 2000.

CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. de 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.; CARVALHO, V.D. de. Microflora associada a frutos e grãos de café de diferentes locais, tipos de colheita e diferentes etapas do preparo. Ano I: 1987. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989, p. 17-21.

CHRISTENSEN, C.M.; KAUFMANN, H.H. **Grain storage: the role of fungi in quality loss**. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1969. 153p.

COELHO, K.F.; PEREIRA, R.G.F.A. Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café cru e torrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 375-384, 2002.

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

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2008 – Quarta Estimativa – Dezembro 2008**. Brasília: CONAB, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28/12/2008.

CORTEZ, J.G. **Efeitos de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café.** 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DAL MOLIN, R.N.D.; ANDREOTTI, M.; REIS, A.R. dos; JUNIOR, E.F.; BRAGA, G.C.; SCHOLZ, M.B. dos S. Caracterização física e sensorial do café produzido nas condições topoclimáticas de Jesuítas, Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 353-358, 2008.

DELIZA, R.; ALVES, P.L.S.; RIBEIRO, E.N.; SILVA, A.L.S.; FARAH, A. Efeito do PVA na preferência da bebida de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2005, 4p. (CD-ROM).

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

DE MARIA, C.A.B.; TRUGO, L.C.; MOREIRA, R.F.A.; PETRACCO, M. Simultaneous determination of total chlorogenic acids, trigonelline and caffeine in green coffee samples by high performance gel filtration chromatography. **Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 447-449, 1995.

DRAETA, I.S.; LIMA, D.C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 7, p. 13-28, 1976.

DUARTE, G.S.; PEREIRA, A.A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. **Food Chemistry**, v. 118, n. 3, p. 851-855, 2010.

DUTRA NETO, C. **Desenvolvimento regional e agronegócio.** Vitória da Conquista, Bahia: UESB, 2009. 188p.

DUTRA NETO, C. **Café e Desenvolvimento Sustentável: perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Planalto de Vitória da Conquista.** Vitória da Conquista, Bahia: UESB, 2004. 168 p.

EUROPEAN COMMUNITY. Commission regulation (EC) 472/2002, Amending Regulation (EC) 466/2001 setting maximum level for certain contaminants in food stuffs. **Official Journal of the European Communities**, L75, p. 18-20, 2002.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee - Minireview. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 23-36, 2006.

FARAH, A.; MONTEIRO, M.C.; CALADO, V.; FRANCA, A.S.; TRUGO, L.C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FERNANDES, S.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; PINTO, N.A.V.D.; NERY, F.C. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, 2003.

FERREIRA, D.F. **Sisvar 4.3**. Lavras: DEX-UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br>>.

FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; MENDONÇA, J.C.F.; SILVA X.A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v. 90, n. 1, p. 89-94, 2005.

FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N.S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. Campinas: Livraria Varela, 2003. p. 17-27.

FREITAS R.F. de. **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.

FUJII, S.; ASSUNÇÃO, F.G.A.; TANIWAKI, M.H.; SCHOLZ, M.B. dos S.; GÓMEZ, R.J.H.C.; HIROOKA, E.Y. Atividade fungistática "in vitro" de cafeína em fungos associados com grãos de café. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 279-285, 2004.

GELLI, D.S.; J.M.; DIMOV, M.; RODRIGUES, R.M.M.S.; SABINO, MYRNA. Aplicação dos princípios do sistema HACCP/APPCC para identificação e controle de fatores que favorecem a produção de ocratoxina em café das regiões Sul e Sudeste do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná) In:

SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001, p. 724-730. (CD-ROM).

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

GOULART, P. de F.P.; ALVES, J.D.; MALTA, M.R.; MAGALHÃES, M.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; MEYER, L.E. Análise comparativa entre lixiviação de potássio, condutividade elétrica, teor de ácido clorogênico e métodos de quantificação da atividade da polifenol oxidase em extratos semipurificados de amostras de café de diferentes padrões de qualidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 7, p. 78-85, 2003.

HESELDTINE, C.W.; ROGERS, R.F.; SHOTWELL, O.L. Aflatoxin and mold flora in North Carolina in 1977 corn crop. **Mycologia**, Washington, v. 73, p. 216-228, 1981.

IAMANAKA, B.T.; TANIWAKI, M.H.; MENEZES, H.C.; VICENTE, E.; FUNGARO, M.T.P. Incidence of toxigenic fungi and ochratoxin A in dried fruits sold in Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 12, p.1258 – 1263, 2005.

IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of humans: some naturally occurring substances: food items and constituents. **Heterocyclic Aromatic and Micotoxins**, [S.I.], v. 56, p. 489-521, 1993.

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

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Green coffee – determination of loss mass at 105 °C, ISO 6673:2003**, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ - IBC. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBC - GERCA, 1977. 321 p .

JORGENSEN, K. Survey of pork, poultry, coffee, beer and pulses for ochratoxin A. **Food Additives and Contaminants**, v. 15, n. 5, p. 550-554, 1998.

KLEINWÄCHTER, M.; SELMAR, D. Influence of drying on the content of sugars in wet processed green Arabica coffees. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 500-504, 2010.

KLICH, M.A. **Identification of Common *Aspergillus* species**. 5. ed. Utrecht, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures. 2002. 116 p.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 2, p. 195-201, 2006.

KRUG, H.P. Cafés duros. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v. 25, n. 159, p. 636-638, 1940a.

KRUG, H.P. Cafés duros III. Relação entre a percentagem de microrganismos e qualidade do café. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v. 27, n.163, p. 1827-1831, 1940b.

LAVIOLA, B.G.; MAURI, A.L.; MARTINEZ, H.E.P.; ARAÚJO, E.F.; NEVES, Y.P. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 39-42, 2006.

LEITE, R.A.; CORRÊA, P.C.; OLIVEIRA, M.G.A.; REIS, F.P.; OLIVEIRA, T.T. Qualidade tecnológica do café (*Coffea arabica* L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida” avaliada por método químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 308-311, 1998.

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

LEONI, L.A.B.; FURLANI, R.P.Z.; VALENTE SOARES, L.M.; OLIVEIRA, P.L.C. Ochratoxin A in Brazilian green coffee. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 105-107, 2001.

LEONI, L.A.B.; VALENTE SOARES, L.M.; OLIVEIRA, P.L.C. Ochratoxin A in Brazilian roasted and instant coffees. **Food Additives and Contaminants**, v. 17, n. 10, p. 867-870, 2000.

LEVI, C.P.; TRENK, H.L.; MOHR, H.K. Study of the Occurrence of Ochratoxin A in Green Coffee Beans. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 57, n. 4, p. 866-870, 1974.

Li, S.; BERGUER, J.; HARTLAND, S. UV spectrophotometric determination of theobronine and caffeine in cocoa beans. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 232, p. 409-412, 1990.

LIMA, M.V.; VIEIRA, H.D.; MARTINS, M.L.L.; PEREIRA, S. de M. de F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 124-130, 2008.

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

LOPES, L.M.V.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDONÇA, J.M.A.; GARCIA, A.W. R. Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. através da classificação por peneira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2003, p. 220-221.

LOPES, L.M.V.; PEREIRA, G.F.A.; MENDES, A.N.G. Teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH de grãos crus e torrados de sete cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e suas variações com o processo de torração. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000a. 2v., p. 748-751.

LOPES, L.M.V.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, A.N.G.; VILELA, E.R.; CARVALHO, V.D. de. Avaliação da qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 1, p. 03-08, 2000b.

MAGNANI, M.; FERNANDES, T.; PRETE, C.E.C; HOMECHIM, M.; ONO, E.Y.S; VILAS-BOAS, L.A.; SARTORI, D; FURLANETO, M.C.; FUNGARO, M.H.P. Molecular identification of *Aspergillus* spp. isolated from coffee beans. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 45-49, 2005.

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

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M. Colheita e pós-colheita do café: recomendações e coeficientes técnicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 83-94, 2008.

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

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J. de R.; OLIVEIRA, W.M. de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes formas de pré-processamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 6, p. 37-41, 2003.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Informe estatístico do café – Dezembro/2008**. Brasília: MAPA, 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20/12/2008.

MATIELLO, J.D. **Perdas no rendimento e qualidade de *Coffea canephora* devido a *Hypothenemus hampei***. 2008. 36 p.: il. (Dissertação - Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.; ALMEIDA, S.; FERNANDES, D. **Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro : MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387p. : il.

MATIELLO, J.B. **Diagnóstico da cafeicultura Baiana**. Salvador: SEAGRI, 2000. 24p.

MARTINS, M.L.; MARTINS, H.M.; GIMENO, A. Incidence of microflora and of ochratoxin A in green coffee beans (*Coffea arabica*). **Food Additives and Contaminants**, v. 20, n. 12, p. 1127–1131, 2003.

MARTINS, D. dos S.; TEIXEIRA M.M. Levantamento da infestação da broca-do-café em lavouras de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* cultivadas no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 24., Poços de Caldas, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p. 256-257.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, K.V.; SHIMIZU, M.M. Extração e dosagem da atividade da polifenoloxidase do café. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 695-700, 2002.

MAZZANI, C. Hongos associados a grãos de cereais armazenados em Venezuela. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE MICOTOXICOLOGIA, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE MICOTOXINAS, 8., 1994, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 1994, p. 58-60.

MEIRELLES, A.M.A. **Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos de café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do estado de Minas Gerais.** 1990. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

MENDONÇA, L.M.V.L.; PEREIRA, R.G.F.A.; BORÉM, F.M.; ALMEIDA, S.R.; GARCIA, A.W.R.; MENDONÇA, J.M.A. de. Classificação por peneira de grãos de *Coffea arabica* L. avaliada por meio de análise multivariada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2005, 4p. (CD-ROM).

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

MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café.** 1990. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAES, M.L.P.; LUCHESE, R.H. Ochratoxin A on green coffee: influence of harvest and drying processing procedures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 19, p. 5824-5828, 2003.

MOREIRA, R.F.A.; TRUGO, L.C. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000.

NASSER, P.P.; CHALFOUN, S.M.; MERCER, J.R.; CHALFOUN, I. Influência da separação de café (*Coffea arabica* L.) de acordo com o tamanho sobre o espectro de coloração dos grãos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001, p. 924-929. (CD-ROM).

NASSER, P.P.; CHALFOUN, S.M. Eficiência da separação de grãos de café de acordo com o tamanho dos grãos na análise da qualidade da bebida pelo método químico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000,

Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000. 2v., p. 737-739.

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

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, 2003.

PASIN, L.A.A.P.; ALMEIDA, J.R. de; ABREU, M.S. de. Fungos associados a grãos de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1129-1132, 2009.

PATEL, S.; HAZEL, C.M.; WINTERTON, A.G.M.; MORTBY, E. Survey of ethnic foods for mycotoxins. **Food Additives and Contaminants**, v. 13, n. 7, p. 833-841, 1996.

PEREIRA, R.T.G. **Diversidade e frequência de fungos associados a frutos e grãos de café**. 2006. 151 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, R.G.F.A.; VILELLA, T.C.; ANDRADE, E.T. de. Composição química de grãos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001a, p. 826-831. (CD-ROM).

PEREIRA, R.G.F.A.; FREITAS, R.F. de; BORÉM, F.M.; VILLELA, T.C.; BARRIOS, B.E.B. Caracterização microbiológica e qualidade da bebida de cafés (*Coffea arabica* L.) da região do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001b, p. 802-808. (CD-ROM).

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

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

PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1481-1491, 2002.

PIMENTA, C.J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

PIMENTA, C.J.; CHALFOUN, S.M. Composição microbiana associada ao café em coco e beneficiado colhido em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 677-682, 2001.

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

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

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

PINTO, N.A.V.D.; PEREIRA, R.G.F.A.; FERNANDES, S.M.; THÉ, P.M.P.; CARVALHO, V.D. de. Caracterização dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café (*Coffea arabica* L.) cru e torrado do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 4, p. 52-58, 2002.

PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; PIRES, T.C.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. de. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 3, p. 193-195, 2001.

PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and food spoilage**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 593 p.

PONTING, J.D.; JOSLYNG, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in Apple tissul extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, n. 1, p. 47-63, 1948.

PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. Glume blight of rice in Brasil: etiology, varietal, reaction and loss estimates. **Tropical Pest Management**, London, v. 34, n. 1, p. 85-88, 1988.

PRADO, E.; MARÍN, S.; RAMOS, A.J.; SANCHIS, V. Occurrence of ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in green coffee from different origins. **Food Science and Technology International**, London, v. 10, n. 1, p. 45-49, 2004.

PRADO, G.; OLIVEIRA, M.S. de; ABRANTES, F.M.; SANTOS, L.G. dos; VELOSO, T.; BARROSO, R.E. de S. Incidência de ocratoxina A em café torrado e moído e em café solúvel consumido na cidade de Belo Horizonte, MG. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 192-196, 2000.

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

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

RODARTE, M.P.; ABRAHÃO, S.A. Compostos não voláteis em cafés da região Sul de Minas submetidos a diferentes pontos de torração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1366-1371, 2009.

RODARTE, M.P. **Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais**. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SALVA, T.J.G; LIMA, V. B. Composição química do café e as características da bebida e do grão. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 57-59, 2007.

SANTOS, M.A.; CHALFOUN, S.M.; PIMENTA, C.J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, 2009.

SCOTT, P.M.; KANHERE, S.R. Determination of ochratoxin A in beer. **Food Additives and Contaminants**, v. 12, n. 4, p. 591-598, 1995.

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Sistema de dados estatísticos**. 2009. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 28/12/2009.

SEKIYAMA, B.L.; RIBEIRO, A.B.; MACHINSKI, P.A.; MACHINSKI JR., M. Aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in maize-based food products. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, n. 3, p. 289-294, 2005.

SILVA, M.C. da; CASTRO, H.A.O.; FARNEZI, M.M. de M.; PINTO, N.A.V.D.; SILVA, E. de B. Caracterização química e sensorial de cafés da chapada de Minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1782-1787, 2009.

SILVA, C.F.; BATISTA, R.F.; SCWAN, R.F. Incidence and distribution of filamentous fungi during fermentation, drying and storage of coffee (*Coffea arabica* L.) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 521-526, 2008.

SILVA, J. de S. e; ROBERTO, C.D.; NOGUEIRA, R.M. A importância das operações de pós-colheita na ocorrência de fungos produtores de OTA e na qualidade do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2007, 5p. (CD-ROM).

SILVA, R.F. da; PEREIRA, R.G.F.A.; BORÉM, F.M.; SILVA, V.A. da.. Altitude e a qualidade do café cereja descascado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 9, p. 40-47, 2006.

SILVA, C.F.; BATISTA, L.R.; SCHWAN, R.F. Incidência de *Aspergillus* produtores de micotoxinas em frutos e grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n. 7, p. 30-36, 2003a.

SILVA, C.F.; SCHWAN, R.F.; DIAS, E.S.; WHEALS, A.E. Microbiota presente em frutos e grãos de café despulpado e natural – uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, suplemento, p. 22-28, 2003b.

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* L. in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 60, n. 2/3, p. 251-260, 2000.

SILVA, E.B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**. 1999. 105 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, F.A.N.; FREITAS, R.F.; MACHADO, J.C.; CHALFOUN, S.M. População fúngica associada a frutos e grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante as fases pré e pós colheita e sua relação com a qualidade de bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 1998, p. 202-203.

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, 2006.

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

STUDER-ROHR, I.; DIETRICH, D.R.; SCHLATTER, J.; SCHLATTER, C. The occurrence of ochratoxin A in coffee. **Food and Chemical Toxicology**, v. 33, n. 5, p. 341-355, 1995.

SUÁREZ-QUIROZ, M.L.; GONZÁLEZ-RIOS, O.; BAREL, M.; GUYOT, B.; SCHORR-GALINDO, S.; GUIRAUD, J.P. Study of ochratoxin A-producing strains in coffee processing. **International Journal of Food and Technology**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 501-507, 2004.

TANIWAKI, M.H.; PITT, J.I.; TEIXEIRA, A.A.; IAMANAKA, B.T. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 82, n. 2, p. 173-179, 2003.

TEIXEIRA, A.A. Classificação do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: UFV, 1999, p. 81-95.

TEMPE, J. de. The blotter method for seed health testing. **Proceeding International of the Testing Association**, Copenhagen, v. 28, n. 1, p. 133-151, 1963.

TRUCKSESS, M.W.; GILER, J.; YOUNG, K.; WHITE, K.D.; PAGE, S.W. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley, and coffee – 1997. **Journal of AOAC International**, v. 82, n. 1, p. 85-89, 1999.

URBANO, G.R.; TANIWAKI, M.H.; LEITÃO, M.F. de F.; VICENTINI, M.C. Occurrence of ochratoxin A – Producing fungi in raw Brazilian coffee. **Journal of Food Protection**. v. 64, n. 8, p. 1226-1230, 2001.

VAN DER MERWE, K.J.; STEYNE, P.S.; FOURIE, L.F.; SCOTT, D.B.; THERON, J.J. Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilh. **Nature**, v. 205, p. 1112-1113, 1965.

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, MG. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1998, p. 219-274.

VILELA, E.R. Secagem e Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 55-63, 1997.

VISÔTTO, L.E.; COSTA, M.D.; COELHO, J.L.C.; CHAVES-ALVES, V.M.; OLIVEIRA, M.G.A.; MENDES, F.Q. Isolamento de fungos toxigênicos em grãos de café (*Coffea arabica* L.) e avaliação da produção in vitro de ocratoxina A. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Edição Especial, n.10, p. 49-57, 2008.

ZIMMERLI, B.; DICK, R. Ochratoxin A in table wine and grape-juice: occurrence and risk assessment. **Food Additives and Contaminants**, v. 13, n. 6, p. 655-668, 1996.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A – Tabelas 1A e 2A

**Tabela 1A.** Classificação das amostras do café natural, oriundas dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), quanto ao tipo, em função do número de defeitos, quanto à qualidade da bebida e quanto à pontuação da BSCA. Safra 2008. Amostra oficial de 300 g.

Amostra	Defeitos	Tipo	Bebida	Pontuação
Café Natural B.C.01	94,6	6 - 05	Dura	79,00
Café Natural B.C.02	98,6	6 - 05	Dura	78,75
Café Natural B.C.03	101,7	6 - 10	Dura	77,00
Café Natural B.C.04	191,8	7 - 05	Rio	36,00
Café Natural B.C.05	76,2	5 - 40	Dura	78,00
Café Natural EN.01	72,0	5 - 35	Dura	73,50
Café Natural EN.02	102,1	6 - 10	Dura	79,00
Café Natural EN.03	142,9	6 - 40	Dura	72,50
Café Natural EN.04	106,6	6 - 15	Dura	75,75
Café Natural EN.05	55,3	5 - 10	Dura	77,25

**Tabela 2A.** Classificação das amostras do café despulpado, oriundas dos municípios de Barra do Choça (BC) e Encruzilhada (EN), quanto ao tipo, em função do número de defeitos, quanto à qualidade da bebida e quanto à pontuação da BSCA. Safra 2008. Amostra oficial de 300g.

Amostra	Defeitos	Tipo	Bebida	Pontuação
Café Despulpado B.C.01	80,4	5 - 45	Dura	80,25
Café Despulpado B.C.02	58,6	5 - 15	Dura	83,25
Café Despulpado B.C.03	70,7	5 - 30	Dura	78,75
Café Despulpado B.C.04	82,0	5 - 45	Dura	84,25
Café Despulpado B.C.05	68,5	5 - 30	Dura	88,50
Café Despulpado EN.01	53,1	5 - 10	Dura	82,00
Café Despulpado EN.02	35,9	4 - 20	Riado	36,00
Café Despulpado EN.03	76,2	5 - 40	Dura	84,25
Café Despulpado EN.04	57,3	5 - 15	Dura	82,25
Café Despulpado EN.05	35,8	4 - 20	Dura	84,00

