



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CRISTIANE RODRIGUES SILVA CÂMARA

**INDICADORES DE QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE  
CASTANHA DE CAJU EM PEDAÇOS DURANTE O  
PROCESSO INDUSTRIAL**

FORTALEZA

2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CRISTIANE RODRIGUES SILVA CÂMARA

**INDICADORES DE QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE  
CASTANHA DE CAJU EM PEDAÇOS DURANTE O  
PROCESSO INDUSTRIAL**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo.

FORTALEZA

2010

C172i Câmara, Cristiane Rodrigues Silva

Indicadores de qualidade de amêndoas de castanha de caju em pedaços durante o processo industrial / Cristiane Rodrigues Silva Câmara. -- Fortaleza, 2010.

116 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo

Área de concentração: Microbiologia de Alimentos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

CRISTIANE RODRIGUES SILVA CÂMARA

**INDICADORES DE QUALIDADE DE AMÊNDOAS DE CASTANHA DE CAJU EM  
PEDAÇOS DURANTE O PROCESSO INDUSTRIAL**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 11/06/2010.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup> Evânia Altina Teixeira de Figueiredo (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup> Isabella Montenegro Brasil  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup> Maria do Carmo Passos Rodrigues  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup> Maria Nemauro Gomes Pessoa  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Sidnei Miyoshi Sakamoto  
Univeridade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

Ao meu esposo Daniel e à minha família,  
especialmente, à minha mãe e irmãos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos concedidas a mim em toda essa trajetória.

Ao meu esposo Daniel, por sempre acreditar na minha capacidade e pelos incentivos indispensáveis.

À minha mãe e irmãos, pela torcida pelo meu sucesso acadêmico.

À minha orientadora Êvania Altina Teixeira de Figueiredo, pela confiança depositada em mim e pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos na prática de laboratório.

À técnica do Laboratório de Microbiologia (LMA) do DETAL/UFC Natália Moura, por todos os ensinamentos passados a mim.

Às estagiárias e bolsistas do LMA que de alguma forma colaboraram com a pesquisa.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida.

À mestranda Denise Josino, pela contribuição com as análises físico-químicas.

Ao Laboratório de Micologia e Patologia de Sementes do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC, especialmente à Maria Nenmaura Gomes Pessoa, pela contribuição com a identificação de bolores.

Aos membros da banca examinadora, Isabella Montenegro Brasil, Maria do Carmo Passos Rodrigues, Maria Nenmaura Gomes Pessoa e Sidnei Miyoshi Sakamoto, pelas preciosas contribuições com o trabalho.

Ao professor Paulo Henrique Machado, pela ajuda com a análise dos resultados.

## RESUMO

A amêndoa de castanha de caju é o principal produto da cajucultura no Brasil. Sua produção é destinada, sobretudo ao mercado externo, sendo o Estado do Ceará o maior exportador nacional. A comercialização de amêndoas em pedaços é de interesse, principalmente, das indústrias de bombons e sorvetes, que as utilizam como ingrediente dos seus produtos. As indústrias processadoras de amêndoas em pedaços têm investido em sistemas de controle de qualidade para atender às exigências dos compradores, que além dos aspectos de inocuidade, têm se preocupado com os aspectos higiênicos desses produtos. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica e características físico-químicas das amêndoas de castanha de caju em pedaços, produzidas em indústrias dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, durante o processamento industrial. Foram coletadas, no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010, 128 amostras de amêndoas de castanhas de caju em pedaços e 43 amostras de resíduos, em diferentes etapas do processamento de três indústrias (A, B e C). As amostras foram analisadas quanto à contagem de coliformes totais e *E. coli*, bolores e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae* e pesquisa de *Salmonella* sp. Foi realizada também a determinação do pH, umidade e Aa, além da identificação das colônias de bolores. Os valores de pH variaram de 6,14 a 6,61, umidade de 2,52 a 2,97 e Aa de 0,436 a 0,592. Não foi detectada a presença de *S. aureus*, *E. coli* e *Salmonella* sp. Nas indústrias A e C, verificaram-se baixas contagens de *Enterobacteriaceae* e coliformes totais nas amostras de amêndoas antes e após a torragem ( $<10^2$  e  $<10$  UFC/g, respectivamente), na indústria B foram verificadas contagens de até  $10^5$  UFC/g e de  $10^4$  UFC/g antes do tratamento térmico. Com relação às contagens de bactérias aeróbias mesófilas, 98,5% e 72,7% das amostras de amêndoas apresentaram contaminação antes e após a torragem, respectivamente. A maior parte das contagens de bolores e leveduras permaneceu entre 10 e  $<10^2$  UFC/g antes do tratamento térmico, sendo de  $<10$  UFC/g após esse processo. Os bolores de maior incidência foram *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp. associado a outros gêneros não identificados, *Penicillium* sp. e *Eurotium* sp. É necessário um maior controle de qualidade nas indústrias, principalmente em relação à higiene do ambiente, equipamentos, utensílios e manipuladores, como forma de melhorar a qualidade microbiológica das amêndoas de castanha de caju em pedaços.

Palavras-chave: amêndoas de castanha de caju, qualidade microbiológica, higiene.

## ABSTRACT

The cashew nut kernel is the main product of the cashew crop in Brazil. Its production is primarily aiming to foreign markets, with Ceará being the largest Brazilian state exporter. The marketing of cashew nut kernels in pieces is of interest in special from chocolates and ice cream industry, using them as an ingredient in their products. The cashew nut kernel in pieces processing industries have been invested in systems of quality control to meet the demands of purchasers, who in addition to the aspects of safety, have been concerned about the hygienic aspects of these products. This study aimed to evaluate the microbiological and physicochemical characteristics of cashew nut kernels in pieces, produced from industries in Ceará and Rio Grande do Norte states, during the industrial processing. 128 samples of cashew nut kernels in pieces and 43 samples of waste were collected from September 2009 to February 2010, from three industries (A, B and C) at different stages of processing line. The samples were analyzed for total coliform count and *E. coli*, mold and yeasts, mesophilic aerobic bacteria, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae* and *Salmonella sp.* The pH, moisture, and Aw determination was performed, as well as the identification of mold colonies. The pH values ranged from 6.14 to 6.61, moisture from 2.52 to 2.97 and Aw from 0.436 to 0.592. It was not detected the presence of *S. aureus*, *E. coli* and *Salmonella sp.* There were low counts of *Enterobacteriaceae* and coliforms in industries A and C in samples of cashew nut kernels before and after roasting ( $<10^2$  and  $<10$  CFU/g, respectively), It was observed in industry B counts up to  $10^5$  CFU/g and  $10^4$  CFU/g before heat treatment. In relation to the counts of mesophilic aerobic bacteria, 98.5% and 72.7% of cashew nut kernels samples were contaminated before and after roasting, respectively. Most of the counts of molds and yeasts remained between 10 and  $<10^2$  CFU/g before heat treatment, and  $<10$  CFU/g after. The higher incidence of mold was *Aspergillus niger*, *Aspergillus* associated with other unidentified genera, *Penicillium sp.* and *Eurotium sp.* In summary, it is necessary an application of a special quality control in cashew nut kernel processing industries, especially in relation to environmental, equipment, utensils and handlers good hygiene practices as a way to improve the microbiological quality of cashew nut in pieces during processing.

Keywords: cashew nut, microbiological quality, hygiene.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| FIGURA 1  | Estruturas do caju .....  | 19 |
| FIGURA 2  | Estruturas que compõem a castanha de caju (corte longitudinal) .....  | 21 |
| FIGURA 3  | Amêndoas em diferentes tamanhos .....   | 32 |
| FIGURA 4  | Fluxograma geral de processamento de amêndoas de castanha de caju em pedaços torrados .....   | 40 |
| FIGURA 5  | Fluxograma geral de processamento de amêndoas de castanha de caju em pedaços torrados .....   | 56 |
| FIGURA 6  | Placas Petrifilm™ .....   | 59 |
| FIGURA 7  | Colônias típicas de bactérias aeróbias mesófilas em placas Petrifilm™ AC .....  | 61 |
| FIGURA 8  | Colônias típicas de coliformes totais em placa Petrifilm™ EC ..   | 61 |
| FIGURA 9  | Colônias típicas de <i>Enterobacteriaceae</i> em placa Petrifilm™ EB.....   | 62 |
| FIGURA 10 | Colônias típicas de bolores em placa Petrifilm™ YM .....  | 62 |
| GRÁFICO 1 | Área colhida de castanha de caju no Ceará no período de 2002 a 2008 .....   | 22 |
| GRÁFICO 2 | Frequência das contagens de <i>Enterobacteriaceae</i> nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem .....                 | 73 |
| GRÁFICO 3 | Frequência das contagens de <i>Enterobacteriaceae</i> nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem .....                   | 73 |
| GRÁFICO 4 | Incidência das contagens de <i>Enterobacteriaceae</i> nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico ..... | 74 |
| GRÁFICO 5 | Frequência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem .....                         | 80 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| GRÁFICO 6  | Frequência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem .....                              | 80 |
| GRÁFICO 7  | Incidência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico .....            | 81 |
| GRÁFICO 8  | Frequência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem .....                 | 87 |
| GRÁFICO 9  | Frequência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem .....                   | 87 |
| GRÁFICO 10 | Incidência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico ..... | 88 |
| GRÁFICO 11 | Frequência das contagens de bolores e leveduras mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem .....                | 94 |
| GRÁFICO 12 | Frequência das contagens de bolores e leveduras nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem .....                            | 94 |
| GRÁFICO 13 | Incidência das contagens de bolores e leveduras nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico .....          | 95 |
| GRÁFICO 14 | Prevalência de bolores identificados nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos .....  | 97 |
| GRÁFICO 15 | Prevalência por indústria dos tipos de bolores detectados nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos.....                        | 97 |
| QUADRO 1   | Principais características do mercado de amêndoa de alguns países .....  | 25 |
| QUADRO 2   | Características das amêndoas de castanha de caju de acordo com a classificação de qualidade .....  | 29 |
| QUADRO 3   | Classificação das amêndoas de castanha de caju de acordo   |    |

|          |  |    |
|----------|--|----|
|          | com o tipo de pedaço .....   | 31 |
| QUADRO 4 | Tempo e temperatura de incubação por tipo de micro-organismo ..... | 61 |

## LISTA DE TABELAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| TABELA 1  | Composição química centesimal da amêndoa de castanha de caju crua .....  | 26 |
| TABELA 2  | Designação de tamanho das amêndoas de castanha de caju de acordo com a contagem por quilo e libra .....                                | 34 |
| TABELA 3  | Valores de pH das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C .....         | 64 |
| TABELA 4  | Valores de umidade (%) das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C..... | 65 |
| TABELA 5  | Valores de Aa das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C .....         | 66 |
| TABELA 6  | Resultados das análises de <i>Enterobacteriaceae</i> das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A            | 71 |
| TABELA 7  | Resultados das análises de <i>Enterobacteriaceae</i> das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B            | 71 |
| TABELA 8  | Resultados das análises de <i>Enterobacteriaceae</i> das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C            | 72 |
| TABELA 9  | Resultados das análises de <i>Enterobacteriaceae</i> das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas .....                         | 72 |
| TABELA 10 | Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A .....              | 78 |
| TABELA 11 | Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B .....              | 78 |
| TABELA 12 | Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C .....              | 79 |
| TABELA 13 | Resultados das análises de coliformes totais das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas .....                                 | 79 |
| TABELA 14 | Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das  |    |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
|           | amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A .....   | 85 |
| TABELA 15 | Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B ..... | 85 |
| TABELA 16 | Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C ..... | 86 |
| TABELA 17 | Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas .....                    | 86 |
| TABELA 18 | Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A                | 92 |
| TABELA 19 | Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B                | 92 |
| TABELA 20 | Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C                | 93 |
| TABELA 21 | Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas .....                             | 93 |

# SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 14 |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....  | 16 |
| 2.1 Objetivo Geral .....  | 16 |
| 2.2 Objetivos Específicos .....   | 16 |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....  | 17 |
| 3.1 Cajucultura .....   | 17 |
| 3.2 Castanha de caju .....  | 20 |
| 3.3 Amêndoa de castanha de caju .....   | 23 |
| 3.3.1 Classificação das amêndoas de castanha de caju .....                            | 29 |
| 3.4 Beneficiamento industrial da castanha de caju .....                               | 33 |
| 3.5 Aspectos microbiológicos de nozes .....   | 38 |
| 3.6 Micro-organismos indicadores de condições higiênico-sanitárias em alimentos ..... | 42 |
| 3.6.1 Indicadores de contaminação fecal ou da qualidade higiênico-sanitária..         | 43 |
| 3.6.1.1 <i>Enterobacteriaceae</i> , Coliformes e <i>Escherichia coli</i> .....        | 43 |
| 3.6.2 Indicadores gerais de contaminação do alimento .....                            | 46 |
| 3.6.2.1 Contagem de bactérias aeróbias mesófilas .....                                | 46 |
| 3.6.2.2 Bolores e leveduras .....   | 47 |
| 3.6.3 Micro-organismos patogênicos .....  | 50 |
| 3.6.3.1 <i>Salmonella</i> sp. ....  | 50 |
| 3.6.3.2 <i>Staphylococcus aureus</i> .....  | 53 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 55 |
| 4.1 Matéria-prima .....   | 55 |
| 4.2 Coleta das amostras .....   | 55 |
| 4.3 Métodos .....   | 57 |
| 4.3.1 Análises físico-químicas .....  | 57 |
| 4.3.1.1 pH .....  | 57 |
| 4.3.1.2 Umidade (%) .....   | 57 |
| 4.3.1.3 Atividade de água (Aa) .....  | 57 |
| 4.3.2 Análises microbiológicas .....  | 58 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.3.2.1 Preparo das amostras .....   | 58         |
| 4.3.2.2 Contagem de coliformes totais e <i>E. coli</i> , bolores e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, <i>S. aureus</i> e <i>Enterobacteriaceae</i> ..... | 58         |
| 4.3.2.3 Detecção de <i>Salmonella</i> sp. ....   | 60         |
| 4.3.3 Identificação de bolores .....   | 63         |
| 4.4 Análises estatísticas .....  | 63         |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>64</b>  |
| 5.1 Análises físico-químicas .....   | 64         |
| 5.1.1 pH .....   | 64         |
| 5.1.2 Umidade (%) .....  | 65         |
| 5.1.3 Atividade de água (Aa) .....   | 66         |
| 5.2 Análises microbiológicas .....   | 67         |
| 5.2.1 <i>Enterobacteriaceae</i> .....  | 69         |
| 5.2.2 Coliformes totais .....  | 76         |
| 5.2.3 Bactérias aeróbias mesófilas .....   | 83         |
| 5.2.4 Bolores e leveduras .....  | 90         |
| 5.3 Identificação de bolores .....   | 96         |
| <b>6 CONCLUSÕES .....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>10</b>  |
| <b>APÊNDICE.....</b>   | <b>101</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>113</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

A amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*) destaca-se como o principal produto da cajucultura no Brasil, ocupando o segundo lugar na pauta de exportação do Estado do Ceará (ADECE, 2010), sendo sua produção destinada principalmente à exportação. Em 2009, o Brasil exportou 47.759 toneladas de amêndoas de castanha de caju, cujos principais importadores foram Estados Unidos e Canadá (SECEX, 2010).

Geralmente é consumida como aperitivo associado ao consumo de bebidas alcoólicas ou como lanche. Mas, a amêndoa de castanha de caju pode ainda ser utilizada pelas indústrias como ingredientes para fabricação de outros produtos alimentícios, como sorvetes, tortas e bombons de chocolates (USAID, 2006). Para esta finalidade são utilizadas principalmente as amêndoas em grânulos ou pedaços. Estima-se que 60 % de amêndoas de castanhas de caju são consumidos na forma de aperitivos, enquanto os 40 % restantes são incluídos em produtos de confeitaria (FAO, 2001).

Em função do interesse comercial, objetivando principalmente a exportação, as indústrias visam a obtenção de amêndoas grandes, inteiras, totalmente sem película, alvas e sem manchas. Contudo, durante o beneficiamento da castanha de caju são obtidas amêndoas inteiras (*Whole - W*), quebradas na transversal (batoques) (*Butts - B*), quebradas na longitudinal (bandas) (*Splits - S*) e seus pedaços, que são comercializados em função de sua classificação em diversos tipos conforme as especificações da Associação Internacional das indústrias de Alimentos dos Estados Unidos (AFI, 2008) e do Regulamento técnico da amêndoa da castanha de caju do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

Durante o processamento, as amêndoas de castanha de caju que não se classifiquem como inteiras, bandas ou batoques são destinadas à quebra para obtenção de pedaços, gerando como sub-produto o xerém (X) e farinha (F).

No mercado interno, a grande demanda por amêndoa de castanha de caju em pedaços, conforme as determinações das empresas multinacionais, tem impulsionado as indústrias nordestinas a modernizar o processo industrial, aplicando um sistema efetivo de controle de qualidade, como implementação de Normas ISO, boas práticas de fabricação e análise de perigos e pontos críticos de controle.

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) estabelece como padrão microbiológico para amêndoa de castanha de caju a ausência de *Salmonella* sp. em 25 g e nível máximo de  $10^3$  coliformes a 45°C por grama. Entretanto, para o comércio internacional e nacional (para empresas multinacionais), as especificações microbiológicas são bem mais rígidas e variam de acordo com o comprador, sendo empregada com freqüência a análise de *Salmonella* sp. em 250 g, determinação de *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, bolores e leveduras por grama de amêndoa de castanha de caju. Além dos aspectos de inocuidade, os compradores têm se preocupado com os aspectos higiênicos, exigindo o monitoramento de micro-organismos indicadores higiênico sanitário durante o processo produtivo.

O presente estudo contribui com informações de interesse para as indústrias acerca das etapas do processamento da amêndoa de castanha de caju em pedaços, facilitando tomadas de decisões por parte dos gestores no que diz respeito a correções e aperfeiçoamentos do processo produtivo e dos programas de qualidade adotados pela empresa, visando à garantia da segurança microbiológica das amêndoas de castanha de caju. Vale ressaltar ainda a escassez de estudos sobre os aspectos microbiológicos de amêndoas de castanha de caju em pedaços.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Investigar a segurança microbiológica e realizar uma caracterização físico-química de amêndoas de castanha de caju em pedaços (*Anacardium occidentale* L.), produzidas em três indústrias localizadas nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, em diferentes fases do processamento industrial.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar os parâmetros físico-químicos de pH, atividade de água e umidade da amêndoa de castanha de caju em pedaços;
- Detectar a presença de micro-organismos indicadores de condições higiênico-sanitárias antes e após o processo de torragem da amêndoa de castanha de caju em pedaços, em três indústrias distintas;
- Avaliar a eficiência do processo de torragem na redução da carga microbiana presente nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços cruas;
- Investigar a ocorrência de recontaminação após o processo de torragem das amêndoas de castanha de caju em pedaços;
- Determinar se a retirada de resíduos das amêndoas de castanha de caju em pedaços, com auxílio de ventiladora durante o processamento industrial, tem influência na redução da microbiota estudada;
- Isolar e identificar as colônias de bolores predominantes nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Cajucultura

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma planta tropical originária do Brasil que, embora tenha como centro de dispersão o litoral nordestino, encontra-se espalhada por quase todo o território nacional, além de países da África e da Ásia. Apesar de ser encontrado praticamente em todos os estados brasileiros, adapta-se melhor às condições ecológicas do litoral do Nordeste (BRAINER; EVANGELISTA, 2006). Estima-se que a cultura do caju ocupe, no mínimo, 1,5 milhões de hectares de terras em todo o mundo (EMBRAPA, 2003). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de castanha de caju (SINDICAJU, 2010), sendo também significativas as plantações do Vietnã, Índia, Nigéria e Indonésia (FAO, 2005).

A agroindústria do caju no Nordeste do Brasil ocupa lugar de destaque no contexto econômico e social, com grande geração de empregos no campo e na atividade agroindustrial, principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (SINDICAJU, 2010).

Existem dois tipos de cajueiros em relação ao porte: os tipos comum e anão-precoce. O cajueiro comum, o mais difundido, apresenta porte elevado, com altura variando de 8 a 15 m, e envergadura da copa que chega a atingir 20 m. Apresenta grande variação na distribuição de ramos e formatos de copa, que vai desde ereta e compacta até esparramada. Apresenta grande variabilidade para os principais caracteres de interesse comercial, no caso da produção, a castanha e o pedúnculo. A maioria das plantas produz menos de 5 quilos de castanhas por safra, embora algumas chegam a produzir cerca de 200 quilos. O peso da castanha vai de 3 a 33 g e o do pedúnculo, de 20 a 500 g. O cajueiro anão-precoce, também conhecido por cajueiro-de-seis-meses, caracteriza-se pelo porte baixo, copa homogênea, diâmetro do caule e envergadura bem inferiores ao do tipo comum. O peso da castanha varia de 3 a 10 g e do pedúnculo de 20 a 160 g, sendo tipos com características com menor variabilidade em relação ao cajueiro comum. A

capacidade produtiva também é menor, as maiores produções não ultrapassam 65 quilos por cajueiro (BARROS *et al.*, 2002).

A partir dos anos 60, a cultura do caju teve grande incremento de área plantada, favorecida por programas governamentais de incentivo ao plantio. O estabelecimento de grandes áreas de monocultivo promoveu o desequilíbrio ambiental e favoreceu o surgimento de problemas de ordem fitossanitária. Com relação à ocorrência de pragas do cajueiro, a literatura menciona a existência de 97 insetos e sete ácaros associados à cultura. Dentre essas pragas, a Traça-da-castanha é a principal praga dos frutos do cajueiro, no campo, embora mereça destaque também o Caruncho-das-tulhas, Besouro-castanho e Traça-indiana, podendo estas atingir tanto castanhas como amêndoas (MESQUITA *et al.*, 2008; SILVA, 2002).

Além da deterioração causada pelo ataque de pragas no fruto do cajueiro, as injúrias causadas podem facilitar a entrada de micro-organismos e os próprios agentes (insetos e pragas) podem ser vetores de bactérias e fungos, antes e após a colheita.

Do cajueiro, aproveita-se economicamente o fruto verdadeiro (a castanha de caju), para a comercialização da amêndoa e o pedúnculo, na verdade um pseudofruto, mas referido comumente como “o fruto” (LIMA; DUARTE, 2006). A FIGURA 1 ilustra as estruturas do caju (FUNCAP, 2009).

Em peso, o caju é composto por 10 % de castanha e 90 % de pedúnculo. Destas duas partes, o pedúnculo apresenta a menor percentagem de industrialização. Estima-se que o seu aproveitamento esteja em torno de 12%, sendo o segmento de processamento de suco integral o mais representativo no aproveitamento industrial da matéria prima (PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000). O grande desperdício do pedúnculo é devido ao reduzido período de pós-colheita, associada à pequena capacidade de absorção da indústria, curto período de safra e inexistência de métodos econômicos de preservação da matéria-prima. Na industrialização do caju seus produtos podem ser agrupados nas seguintes categorias: sucos, bebidas destiladas e fermentadas, doces, condimentados e desidratados (PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000).

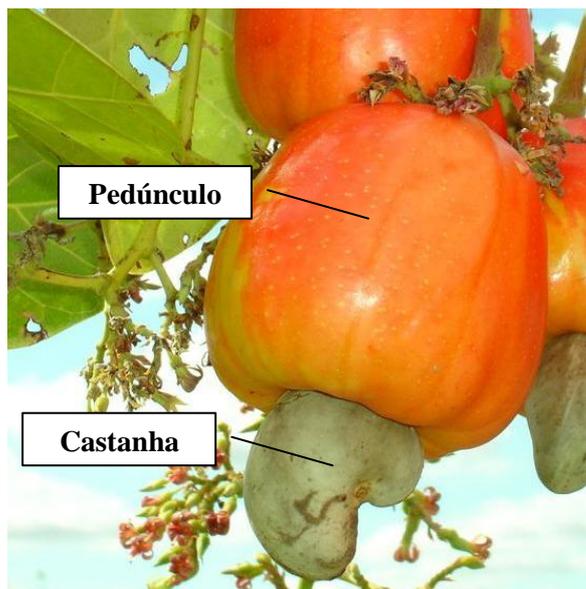


FIGURA 1 - Estruturas do caju.

A agroindústria nacional do caju é voltada quase que exclusivamente para o beneficiamento da castanha, cujo objetivo principal é a extração da amêndoa, sendo esta direcionada para o mercado externo para ser consumida como aperitivo. (EMBRAPA, 2003).

### **3.2 Castanha de caju**

A castanha de caju é constituída de três partes: casca, película e amêndoa, como ilustrado na FIGURA 2.

A casca, que representa de 65 % a 70 % do peso da castanha, é constituída por um epicarpo coriáceo, atravessado por um mesocarpo esponjoso, cujos alvéolos são preenchidos por um líquido cáustico e inflamável, o líquido da casca da castanha de caju (LCC) (HOLANDA, 1988). O principal uso da casca é na obtenção do LCC, sendo que após a extração do mesmo, esta é utilizada como combustível para a própria indústria e também como adubo.

O LCC constitui cerca de 25 % do peso da castanha “in natura”, e juntamente com seus derivados, obtidos através de diferentes reações químicas, é utilizado na fabricação de tintas, vernizes e esmaltes, inseticidas, fungicidas, pigmentos, plastificantes, antioxidantes, adesivos ou aglutinantes para placas de partículas de madeira e aglomerados de cortiça (LIMA, 1988; RODRIGUES, 2006).

A película (ou tegumento) da amêndoa, que representa cerca de 3 % do peso da castanha, possui elementos na sua composição que a torna bastante interessante como alimento concentrado para avicultura e como alimentação para bovinos. Pode ser também empregada como matéria-prima na extração de pigmentos utilizados na fabricação de tintas e para a extração do LCC residual, bem como servir de fonte para a obtenção de energia calorífica, adubo e fabricação de produtos prensados (MEDINA, 1980; HOLANDA, 1988).

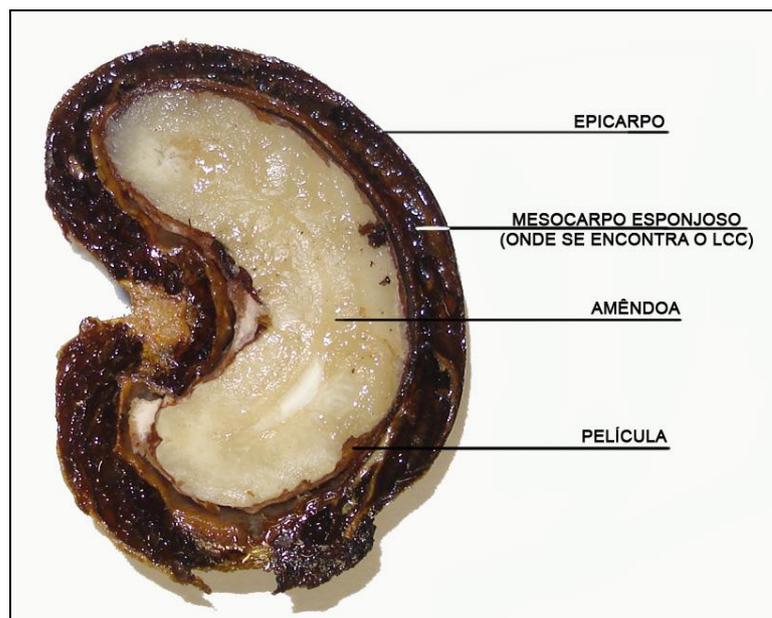


FIGURA 2 - Estruturas que compõem a castanha de caju (corte longitudinal). Fonte: AUTOR.

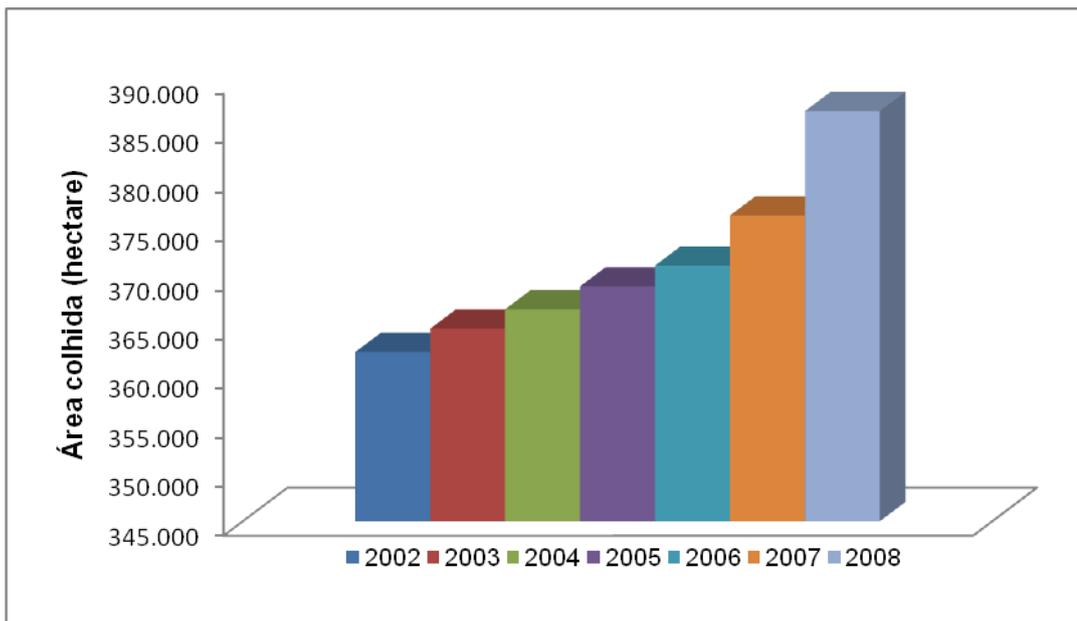


GRÁFICO 1 - Área colhida de castanha de caju no Estado do Ceará no período de 2002 a 2008.

A amêndoa, a parte comestível da castanha, é formada por dois cotilédones de cor marfim e representa de 28 % a 30 % do seu peso, porém no processo industrial o rendimento médio é de apenas 21 % (PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000).

A produção de castanha de caju concentra-se na Região Nordeste do Brasil, onde se destaca o Estado do Ceará, com 386.757 hectares de cajueiro plantados e produção de 121.045 toneladas de castanha, aproximadamente metade da produção nacional (IBGE, 2008a). O total de área colhida tem aumentado a cada ano no Estado do Ceará, considerando o período de 2002 a 2008 (IBGE, 2008b) (GRÁFICO 1).

### **3.3 Amêndoa de castanha de caju**

A amêndoa de castanha de caju, propriamente dita como a semente do caju, tem sua produção destinada tradicionalmente ao mercado externo. Em 2009, o Brasil exportou 47.759 toneladas de amêndoas para 48 países em todos os continentes e o Estado do Ceará foi responsável por mais de 80 % desse total (SECEX, 2010).

Assim como outras nozes, a amêndoa de castanha de caju é tipicamente consumida inteira (crua, torrada ou salgada) como lanches (“snack”) ou usada como ingrediente para uma variedade de alimentos processados (quando se encontra em pedaços e grânulos, principalmente), especialmente em produtos de panificação e confeitaria, dentre outros. As nozes mais consumidas incluem amêndoas (*Prunus* spp.), castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale*), avelã (*Corylus avellana*), macadâmia (*Macadamia* spp.), pecã (*Carya illinoensis*), pistachio (*Pistacia vera*), e noz comum (*Juglans regia*). Além dessas, tem-se o amendoim (*Arachis hypogaea*), que embora seja classificado como legume, tem um perfil de nutrientes semelhante às nozes (ALASALVAR e SHAHIDI, 2008).

O consumo de nozes tem apresentado um crescimento ao longo dos anos na Europa. Em 2006, esse consumo foi de 2,2 milhões de toneladas, um

crescimento de 10% comparado a 2002 (CBI, 2008). Amendoins e amêndoa são responsáveis por metade deste consumo, mas as nozes nobres como amêndoa de castanha de caju e macadâmia também tiveram seu consumo aumentado (CBI, 2008). O setor de nozes tem se beneficiado pela tendência cada vez maior das pessoas em consumir lanches saudáveis, além disso, a preferência é pelas nozes já sem casca.

Nos Estados Unidos (EUA), a preferência é pela amêndoa de castanha de caju torrada, sendo a maior parte consumida junto com bebidas alcoólicas e o restante, com predominância para pedaços de amêndoas, é destinado à indústria de alimentos prontos, padarias e confeitarias, conforme pesquisa do *Tropical Products Institute*, de Londres (USAID, 2006). O consumo da amêndoa de castanha de caju torrada e salgada na Europa não ocorre da mesma forma que nos EUA porque a preferência local recai sobre outras nozes e sobre o amendoim. Apesar disso, a demanda na Europa é por amêndoas de castanha de caju inteiras e o consumo de amêndoas torradas prevalece sobre o consumo de amêndoas cruas, sendo estas mais utilizadas pelas indústrias de alimentos prontos, padarias e confeitarias (USAID, 2006). As principais características do mercado de amêndoa de castanha de caju de alguns países são descritas no QUADRO 1 (USAID, 2006).

Nutricionalmente, a amêndoa de castanha de caju fornece grande quantidade de energia, provendo um balanço razoável de carboidratos e lipídios, além de proteínas. Seu alto teor energético e protéico torna-a um suplemento ideal na alimentação de crianças, mulheres grávidas, nutrízes e convalescentes. O sabor da amêndoa é apreciado por grande parte da população, permitindo sua incorporação nos mais diferentes tipos de pratos e iguarias culinárias, aumentando o valor nutritivo da dieta (SOMAN, 2001). A TABELA 1 mostra a composição química centesimal da amêndoa de castanha de caju crua (USDA, 2009).

| País           | Características  |
|----------------|--|
| Estados Unidos | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevado consumo de amêndoas de castanha de caju como aperitivo e misturada a outras nozes, acompanhando bebidas alcoólicas, principalmente cerveja;</li> <li>- Maior flexibilidade no uso de metades e pedaços de amêndoas de castanha de caju em aperitivos, merendas e alimentos prontos.</li> </ul>          |
| Holanda        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principal porta de entrada da amêndoa de castanha de caju crua na Europa;</li> <li>- Nozes em geral são vistas como alimento saudável.</li> </ul>   |
| Alemanha       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior consumo de amêndoas de castanha de caju cruas da Europa, mesmo assim abaixo do consumo de amêndoas torradas;</li> <li>- Segmentos de merendas e de aperitivos desenvolvidos para amêndoas.</li> </ul>   |
| Inglaterra     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amêndoas <i>premium</i> (maiores, mais claras, inteiras) respondem por 30% do mercado;</li> <li>- Nozes em geral fazem parte do segmento de merendas e competem com produtos de menor valor, como batatas fritas;</li> <li>- Menor ritmo de crescimento da demanda por amêndoas de castanha de caju.</li> </ul> |
| França         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amêndoas fazem parte do segmento de aperitivos, que acompanham bebidas alcoólicas, principalmente vinho.</li> </ul>   |

QUADRO 1 - Principais características do mercado de amêndoa de alguns países.

TABELA 1 – Composição química centesimal da amêndoa de castanha de caju crua

| Nutrientes      | Quantidade em 100 g | Unidade |
|-----------------|---------------------|---------|
| Valor calórico  | 553                 | Kcal    |
| Carboidratos    | 30,19               | g       |
| Proteínas       | 18,22               | g       |
| Lipídios        | 43,85               | g       |
| Fibras          | 3,3                 | g       |
| Água            | 5,2                 | g       |
| Cinzas          | 2,54                | g       |
| Cálcio (Ca)     | 37                  | mg      |
| Ferro (Fe)      | 6,68                | mg      |
| Magnésio (Mg)   | 292                 | mg      |
| Fósforo (P)     | 593                 | mg      |
| Potássio (K)    | 660                 | mg      |
| Sódio (Na)      | 12                  | mg      |
| Zinco (Zn)      | 5,78                | mg      |
| Ácido ascórbico | 0,5                 | mg      |
| Tiamina         | 0,423               | mg      |
| Riboflavina     | 0,058               | mg      |
| Niacina         | 1,062               | mg      |

Apesar dos níveis elevados de lipídios, estudos clínicos e epidemiológicos têm evidenciado que o consumo freqüente de nozes está associado com níveis sanguíneos lipídicos favoráveis e redução do risco de doenças cardiovasculares, vários tipos de câncer, diabetes tipo 2, cálculos biliares e resistência à insulina, entre outras. Além disso, a inclusão de nozes na dieta habitual, não está associada a um ganho de peso. Por todos os efeitos saudáveis descritos, as nozes são consideradas como alimentos funcionais e naturais que podem ser usados para promover a saúde pela sua fácil incorporação na dieta habitual da população (ALASALVAR; SHAHIDI, 2008).

Estudos têm sido realizados acerca da capacidade antioxidante de diversos tipos de nozes. Uma vez que o estresse oxidativo é comum em doenças crônicas degenerativas, os antioxidantes presentes nesses alimentos podem proporcionar um efeito benéfico para a saúde. Halvorsen *et al.* (2002) e Wu *et al.* (2004) identificaram as nozes como ricas fontes de compostos antioxidantes. Nesse contexto, os compostos fenólicos têm atraído uma atenção considerável nos últimos anos devido aos seus benefícios para a saúde.

John e Shahidi (2010) detectaram quantidades de compostos fenólicos na castanha do Pará que podem proporcionar um controle efetivo do estresse oxidativo no organismo, sendo a película que recobre o miolo, a estrutura que contém níveis mais elevados.

Em estudo realizado por Trevisan *et al.* (2006) foram caracterizados compostos fenólicos em produtos oriundos do caju, sendo detectado elevado conteúdo de alquilfenóis e ácidos anacárdicos na castanha de caju, principalmente no LCC, conferindo ao produto significativa capacidade antioxidante. Kamath e Rajini (2007), ao estudar o extrato da película que envolve a amêndoa de castanha de caju, demonstraram promissora atividade antioxidante, sendo as epicatequinas o composto fenólico em maior quantidade, sugerindo que esse subproduto do beneficiamento da castanha pode ser usado como uma fonte econômica de antioxidantes naturais.

A qualidade da amêndoa exportada é um fator de grande importância nas negociações e se não estiver de acordo com as especificações contratuais, o exportador assume o risco de perda. Os requisitos de compra não variam significativamente de país para país, e são estabelecidos principalmente pelos importadores: confiabilidade do processador exportador, isto é, cumprimentos dos acordos; qualidade das amêndoas em relação às condições contratuais de integridade, tamanho, cor e sabor, obedecendo aos padrões de tolerância da *Association of Food Industries (AFI)*; qualidade do processo produtivo, obedecendo às normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e ISO 9000; escala para fornecer regularmente as amêndoas; estabilidade financeira do exportador e do país; compreensão e capacidade de adaptação às necessidades dos consumidores; e baixa rotatividade de clientes nas empresas exportadoras (USAID, 2006).

Programas de segurança alimentar tais como APPCC e BPF são ferramentas muito importantes na aquisição de parâmetros de qualidade microbiológica. Dentro desses programas os quesitos mais enfocados são: contato prolongado das castanhas com o solo, vestuário de manipuladores e higienização adequada de mãos, controle de pragas, ações corretivas em pontos críticos de controle, testes que assegurem a conformidade com padrões estabelecidos e finalmente, as pessoas encarregadas desses programas (GILES, 2001).

### **3.3.1 Classificação das amêndoas de castanha de caju**

As amêndoas de castanha de caju são classificadas de acordo com a sua qualidade, tamanho e dimensionamento. A classificação e as especificações exigidas pelo mercado internacional são determinadas pela AFI (AFI, 2008) e em nível nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece o regulamento técnico da amêndoa de castanha de caju (BRASIL, 2009).

De acordo com a qualidade, as amêndoas de castanha de caju são classificadas em Primeira Qualidade, Segunda Qualidade, Terceira Qualidade, Quarta Qualidade e *Dessert* (AFI, 2008). As características de cada tipo de amêndoa são especificadas no QUADRO 2.

| Classificação      | Características  |
|--------------------|--|
| Primeira Qualidade | - Cor uniforme, podendo ser branca, amarelo claro ou marfim claro  |
| Segunda Qualidade  | - Cor amarelo, marrom claro, marfim claro ou escuro e cinza claro  |
| Terceira Qualidade | - Cor amarelo escuro, marrom, âmbar e azul claro a escuro<br>- Podem ser ligeiramente murchas, imaturas, manchadas ou descoloridas |
| Quarta Qualidade   | - Apresentam características de Primeira ou Segunda Qualidade, mas com pontos pretos ou brocadas                                   |
| <i>Dessert</i>     | - Podem ser riscadas, murchas, manchadas ou descoloridas   |

QUADRO 2 - Características das amêndoas de castanha de caju de acordo com a classificação de qualidade.

A classificação brasileira baseada na qualidade da amêndoa é semelhante à internacional, apresentando algumas diferenças: as amêndoas são classificadas em tipos de 1 a 4, mas com as mesmas características descritas no QUADRO 2 (Primeira à Quarta Qualidade), mais duas categorias são incluídas, o “tipo 5” e o “tipo M” e não há a categoria “*dessert*”. O “tipo 5” caracteriza amêndoas inteiras, com coloração idêntica à dos tipos 3 e M e acentuadamente brocadas e o “tipo M” está relacionado à amêndoas inteiras avermelhadas ou de coloração marrom escura, com manchas acentuadas, queimadas ou com dano superficial (BRASIL, 2009).

Além de colorações distintas, a qualidade das amêndoas de castanha de caju está associada aos limites máximos de tolerância de defeitos, sendo estes defeitos leves ou graves (ANEXOS A, B e C). Os defeitos leves são aqueles cuja incidência sobre a amêndoa não restringem ou inviabilizam a sua utilização, como, arroxamento, brocas, imaturação, manchas, película aderente, queimaduras, dano superficial e variação de cor. Defeitos graves são aqueles cuja incidência comprometem seriamente a sua aparência, conservação e qualidade, restringindo ou inviabilizando o seu uso, como, ardor, dano por inseto, impurezas, matérias estranhas, mofo e ranço (BRASIL, 2009).

As amêndoas são classificadas também de acordo com o seu tamanho/dimensionamento. As amêndoas inteiras (W) são aquelas com o formato característico de amêndoa de castanha de caju e no máximo 1/8 da amêndoa tenha se separado. Os batoques (B) são amêndoas quebradas transversalmente em um ou ambos os cotilédones, com dimensão superior a 3/8 e inferior a 7/8 do tamanho original da amêndoa. As bandas (S) são amêndoas partidas longitudinalmente e no máximo 1/8 do cotilédone tenha sido separado. (AFI, 2008; BRASIL, 2009). Os pedaços recebem diversas classificações de acordo com seus tamanhos (QUADRO 3) (AFI, 2008). A legislação brasileira (BRASIL, 2009) acrescenta mais três classificações em relação ao tamanho, grânulos, xerém e farinha, os quais são especificados apenas como tipos de pedaços de acordo com AFI (2008), além disso, subclassifica os pedaços em pedaço grande (P), pedaço médio (PM), pedaço pequeno (SP) e pedaço super pequeno (SSP), que são diferenciados de acordo com a abertura de peneiras por onde atravessam e ficam retidos. Diferentes tamanhos de amêndoas podem ser visualizados na FIGURA 3.

| Classificação                | Tipo                           |
|------------------------------|--------------------------------|
| LWP, SP, SPS, DP, P1, P2, P3 | Pedaços grandes                |
| SWP, SSP, DSP, SP1, SP2, SP3 | Pedaços pequenos               |
| SSP1, SSP2, SSP3             | Pedaços pequenos especiais     |
| G1, G2, G3                   | Grânulos                       |
| X                            | Grânulos diminutos             |
| FE                           | Partículas diminutas (farinha) |
| P1M, P2M, P3M                | Pedaços misturados             |

QUADRO 3 - Classificação das amêndoas de castanha de caju de acordo com o tipo de pedaço.

Nota: Os pedaços são dimensionados de acordo com o n° da peneira pela qual atravessam e ficam retidos.



FIGURA 3 - Amêndoas em diferentes tamanhos. Fonte: AUTOR.

a=inteiras; b=batoques; c=bandas; d=pedaços; e=grânulos.

Em relação ao tamanho das amêndoas devem ser levados em consideração alguns fatores: o dimensionamento é obrigatório para as amêndoas de Primeira Qualidade ou tipo 1, mas é opcional para as demais; a quantidade de amêndoas quebradas ou pedaços não deverá exceder 10% do peso de amêndoas inteiras e a quantidade de pedaços não deverá exceder 10% do peso de batoques e bandas (AFI, 2008; BRASIL, 2009). A designação de tamanho das amêndoas inteiras em relação à contagem de unidades por quilo e por libra é apresentado na TABELA 2 (AFI, 2008; BRASIL, 2009).

A amêndoa de castanha de caju quando torrada, com ou sem sal, será classificada por equivalência, somente em relação ao tamanho e granulometria, neste caso, para a identificação do produto, acrescenta-se a letra T para amêndoas torradas e as letras TS para amêndoas torradas e salgadas (BRASIL, 2009).

Vale ressaltar, que em nível de comercialização nacional, as indústrias beneficiadoras de amêndoa de castanha de caju possuem classificações particulares e/ou diferentes para sua produção, isto pode ser influenciado, dentre outros fatores, pelas exigências dos compradores, que solicitam determinados tipos de amêndoas com características específicas para seus interesses.

### **3.4 Beneficiamento industrial da castanha de caju**

A finalidade principal do beneficiamento da castanha de caju é obter amêndoas inteiras, totalmente despelculadas, de cor branco-marfim, sem manchas e de bom tamanho. Esses atributos são decisivos na cotação de preços no mercado interno e externo (EMBRAPA, 2006). A partir da amêndoa beneficiada (crua desprovida de casca e película), pode-se seguir com o processamento, o qual consiste no processo de torrefação ou fritura, incluindo ou não a salga (BRASIL, 2009).

TABELA 2 - Designação de tamanho das amêndoas de castanha de caju de acordo com a contagem por quilo e libra

| Designação de Tamanho | Contagem por |           |
|-----------------------|--------------|-----------|
|                       | Quilo (Kg)   | Libra (L) |
| 180 (ou SLW)          | 266-395      | 140-180   |
| 210 (ou LW)           | 395-465      | 181-210   |
| W240                  | 485-530      | 220-240   |
| W280*                 | -            | 260-280   |
| W320                  | 660-706      | 300-320   |
| W450                  | 880-990      | 400-450   |
| SW*                   | -            | 451-500   |

\* Classificação pertencente apenas à legislação brasileira.

Além da amêndoa inteira, a extração do subproduto LCC é de grande importância econômica para as indústrias beneficiadoras, assim como a produção de amêndoas em pedaços, sendo este produto bastante comercializado como ingrediente para indústrias de chocolates, sorvetes, produtos de panificação e confeitaria.

A indústria brasileira de beneficiamento de castanha de caju é caracterizada por dois segmentos, o segmento mecanizado, composto por 12 indústrias processadoras e com capacidade de processar cerca de 90% da produção brasileira (SINDICAJU, 2010), e o segmento semi-mecanizado, formado por mais de cem minifábricas, com capacidade de processar 20 mil toneladas por ano (EMBRAPA, 2006).

Os dois tipos de segmentos da indústria processadora de castanha de caju podem ser identificados através de diferenças significativas na quebra da casca da castanha (tecnicamente denominada de decorticação). Enquanto no processo mecanizado tradicional as castanhas com casca são cozidas no seu próprio líquido (LCC), depois ressecadas para serem submetidas ao processo de retirada da casca por impacto, no processo semi-mecanizado das minifábricas, as castanhas são autoclavadas (cozinhas no vapor), estufadas e depois seguem para a quebra semi-manual da casca (USAID, 2006).

Um dos grandes problemas enfrentados pela indústria de beneficiamento de castanha de caju é a disponibilidade no mercado de equipamentos. Em geral, os equipamentos utilizados nas grandes indústrias são adaptações, principalmente, dos equipamentos da indústria de café. Este fato além de influenciar o rendimento industrial, também dificulta uma higienização eficaz, possibilitando a contaminação microbiológica.

O beneficiamento industrial é iniciado com a chegada das castanhas na indústria em caminhões, acondicionadas em sacos de aniagem ou a granel. Na recepção, os lotes de castanhas são pesados, sendo retiradas as amostras para a determinação de umidade, avaliação do percentual de castanhas defeituosas ou estragadas e teor de impurezas, entre outras. Desse modo, se as castanhas

possuírem umidade menor ou igual a 10% e atenderem aos atributos especificados pela indústria, são descarregadas no secador.

Após recebimento das castanhas, estas passam pela operação de secagem, já que a safra do caju é curta, a indústria precisa formar estoques para que possa trabalhar o ano todo. As castanhas devem ser secas até obter umidade de 7 % a 9 %, para que não haja problemas de deterioração, principalmente por fungos, durante a estocagem.

A secagem é feita sob exposição solar sobre piso cimentado e coberto com telhas de fibra de vidro, sendo as castanhas constantemente misturadas por processo manual, com auxílio de rodos. As castanhas permanecem na secagem por um período que pode alcançar até sete dias e após uma prévia limpeza, que ocorre em peneiras vibratórias, é efetuada a classificação por tamanho, geralmente feita em cilindros horizontais rotativos, perfurados com diversos calibres visando uma padronização da castanha, permitindo uma maior uniformidade no processamento e rendimento industrial.

Após a etapa de classificação por tamanho podem ser armazenadas em média por até um ano ou encaminhadas para beneficiamento. A prévia armazenagem antes do beneficiamento pode durar meses, portanto, o local de estocagem deve possuir alguns pré-requisitos para garantir a conservação das castanhas, como estrados afastados das paredes, entradas protegidas contra animais e insetos e também contra chuva ou umidade.

Em seguida, as castanhas são lavadas e submetidas à reidratação ou umidificação, sendo colocadas em silos, onde ficam imersas em água, por um período que varia de 140 a 330 minutos, de acordo com a classificação por tamanho feita anteriormente (SOARES, 1986). A lavagem é uma etapa de complementação de limpeza da casca da castanha, que possui sujidades aderidas e também retira pedras. A finalidade da umidificação é elevar o teor de umidade das castanhas, visando facilitar a remoção do LCC durante o cozimento e proteger as amêndoas da ação do calor durante sua extração (HOLANDA, 1988).

Após a umidificação ocorre a etapa de cozimento da castanha, na qual é extraído o primeiro produto nobre do processo de beneficiamento, o LCC. A castanha é imersa em LCC aquecido a uma temperatura de aproximadamente 210°C. O LCC contido na casca da castanha é então arrastado pelo LCC aquecido juntamente com a água absorvida na umidificação.

Antes da retirada da casca (decorticação), as castanhas são resfriadas, classificadas novamente por tamanho e armazenadas por aproximadamente 12 horas, visando um melhor rendimento na etapa de decorticação. A operação de decorticação é baseada na quebra centrífuga, onde as castanhas são aceleradas centrifugamente e arremessadas em alta velocidade contra a superfície metálica interna do decortificador, sendo separada a casca da amêndoa. A casca retirada é queimada para produzir um vapor, utilizado no próprio processo. Em seqüência, as amêndoas passam por peneira vibratória visando a separação das cascas remanescentes das amêndoas e seguem para a estufagem. Nas grandes indústrias esta etapa vem sendo realizada em estufas contínuas, que reduzem a umidade inicial da amêndoa de 10 % a 15 % para 3 % a 4 %. Em seguida, após resfriamento natural, é feita a despeliculagem.

Com a desidratação, as amêndoas tendem a se contrair e a película torna-se quebradiça, aderindo fracamente à amêndoa. Aproveitando-se destas características físicas especiais, procede-se a despeliculagem, que consiste na remoção da película que envolve a amêndoa, mediante injeção de ar comprimido, que atritando as amêndoas, faz com que haja o desprendimento ou a quebra da película. Em seguida, as amêndoas seguem para um classificador, onde são separados os pedaços, bandas e batoques das amêndoas inteiras.

Na etapa seguinte (seleção), é feita uma separação por cor, integridade física e retirada de amêndoas com defeitos. A seleção das amêndoas inteiras absorve bastante mão-de-obra, pois, precisa ser realizada manualmente, devido aos vários tipos de amêndoas a serem separadas. As máquinas eletrônicas, com sistemas de células fotoelétricas, utilizadas nesta etapa, antes de passar pelas esteiras, apenas fazem uma pré-seleção das amêndoas. Após a seleção, ainda cruas, as amêndoas são classificadas em 30 diferentes combinações de tamanho e

cor. Parte das amêndoas cruas é embalada e comercializada, outra parte é encaminhada pro setor de torragem.

Os pedaços de amêndoas que não atendem os requisitos de classificação da AFI (2008) e Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009) são submetidas ao processo de estufagem, visando a padronização da umidade e redução da carga microbiana, sendo encaminhados para ao setor de aproveitamento, onde serão processadas em diferentes tipos de pedaços, grânulos e farinha, crus ou torrados. Um fluxograma geral de processamento de amêndoas de castanha de caju em pedaços torrados é mostrado na FIGURA 4.

No início do processamento (setor de pedaços) é feita a retirada de partículas estranhas por ventiladora pneumática, após essa etapa as amêndoas são trituradas e selecionadas em diferentes tamanhos no próprio equipamento. Na etapa seguinte as amêndoas são selecionadas por cor em equipamento de leitura óptica, onde amêndoas com manchas ou brocadas são retiradas. Em seguida, é feita novamente a retirada de partículas estranhas por gravidade, para depois as amêndoas serem encaminhadas para torragem a seco. A torragem é feita em fornos que atingem uma temperatura de aproximadamente 121,5 °C durante 8 a 9 minutos. O resfriamento do produto é feito em mesas ou monoblocos para resfriamento. Após o resfriamento, o tamanho dos grânulos e pedaços são padronizados e passados novamente por ventiladora pneumática para retirada de partículas estranhas que permaneceram ou foram aderidas nas amêndoas.

O detector de metais encontra-se no final do processamento e funciona como uma espécie de imã, removendo os materiais ferrosos, que passaram despercebidos nas etapas anteriores. Após esta etapa, o produto é pesado e embalado a vácuo.

### **3.5 Aspectos microbiológicos de nozes**

Os micro-organismos evidenciam um comportamento bastante variável em relação ao intervalo de pH em que apresentam crescimento. Em geral, as

bactérias crescem com maior rapidez (pH ótimo) na faixa de 6,0 a 8,0; as leveduras entre 4,5 e 6,0 e os fungos entre 3,5 e 4,0 (ICMSF, 2005).

O pH de todas as nozes é próximo ao neutro, em teoria, torna-as suscetíveis ao crescimento de vários tipos de micro-organismos durante o seu desenvolvimento. Na prática, as cascas funcionam como uma efetiva barreira para a entrada de micro-organismos durante a maturação das nozes. A baixa atividade de água da maioria das nozes inibe a deterioração bacteriana e a produção de toxinas. No entanto, a contaminação desses frutos pode ocorrer após a colheita, principalmente após a retirada das cascas (ICMSF, 2005).

Além da contaminação após a colheita, as castanhas de caju estão sujeitas à contaminação microbiana antes da colheita e durante o processamento. Pesquisas realizadas no Brasil têm demonstrado que quase 10% da safra anual é imprópria para consumo humano e, portanto, não pode ser exportada (FREIRE; KOZAKIEWICZ; PATERSON, 1999). Insetos e fungos (em maior incidência) são responsáveis por estas perdas.

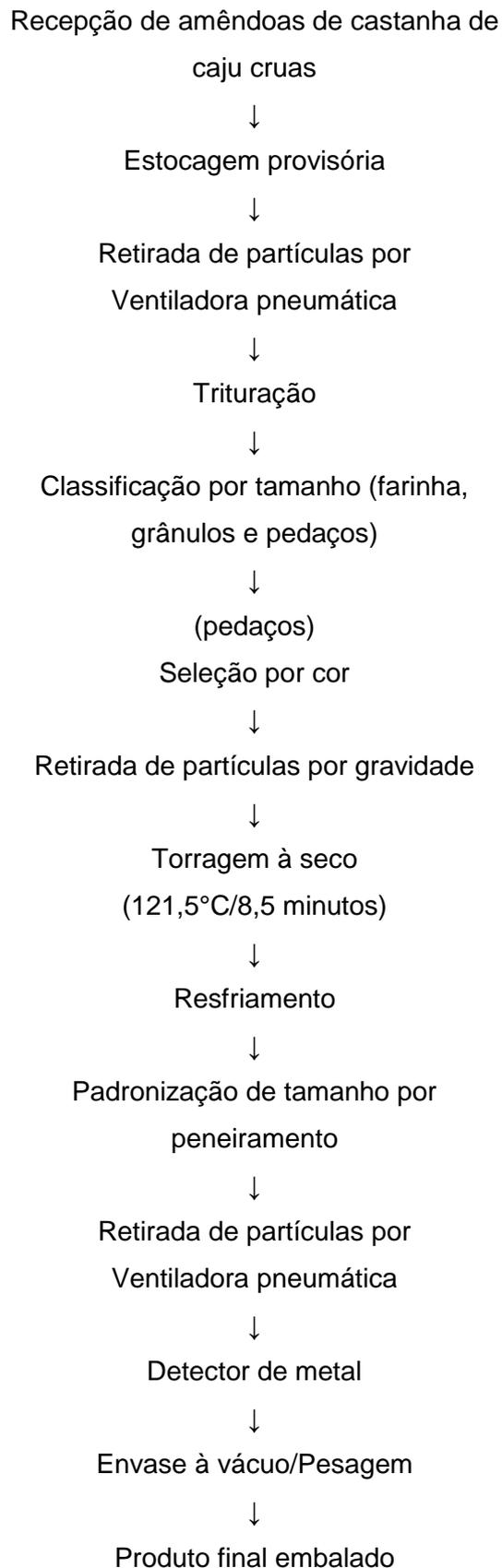


FIGURA 4 - Fluxograma geral de processamento de amêndoas de castanha de caju em pedaços torrados.

De acordo com King e Jones (2001), os baixos valores de atividade de água (Aa), variando de 0,34 a 0,54, determinam condições inapropriadas para o crescimento microbiano. No entanto, uma vez instalados, os micro-organismos patogênicos podem constituir um risco se as amêndoas forem adicionadas como ingredientes em outros produtos, como é o caso das amêndoas em grânulos e pedaços.

Uma forma de contaminação por esses micro-organismos nesse tipo de alimento pode ser através da exposição das amêndoas aos resíduos do processo. No ambiente industrial, durante o beneficiamento das amêndoas de castanha de caju, é formado bastante pó pelos equipamentos com ventilação. Sendo este resíduo propício à absorção de umidade e agregação nas amêndoas ali expostas, poderá favorecer o desenvolvimento de micro-organismos na superfície do produto, comprometendo desta forma a qualidade do processo e a segurança microbiológica da amêndoa.

Uma importante propriedade das nozes é que elas possuem em sua composição um alto percentual de lipídios, tornando-as suscetíveis à deterioração por bactérias lipolíticas e fungos, sendo os últimos capazes de produzir micotoxinas. O amendoim, cujo habitat de crescimento é o solo, são especialmente vulneráveis à contaminação por fungos antes da colheita. Já a maioria das nozes é contaminada por fungos através de danos mecânicos, danos causados por insetos ou contaminação durante o processamento (ICMSF, 2005).

Sendo a maioria das nozes comercializadas após industrialização, onde passam por diversas etapas durante seu processamento, possíveis contaminações microbiológicas podem ocorrer, através do contato com equipamentos, utensílios, manipuladores e ambiente.

As indústrias de alimentos devem controlar a qualidade microbiológica das matérias-primas destinadas à produção de seus produtos e comprovar a eficácia dos sistemas de fabricação dos mesmos, a fim de obter alimentos que apresentem segurança microbiológica (ANDERSON, 1989). A preservação das características originais dos alimentos, pelo maior tempo possível, após sua transformação, é um

dos grandes objetivos da indústria de alimentos. Dependendo do tipo de produto, vários critérios podem ser utilizados para se determinar a vida de prateleira, como por exemplo, quando se percebe o crescimento de fungos no alimento, alta contagem bacteriana ou a presença de micro-organismos potencialmente tóxicos (LIMA; BRUNO, 2007).

A educação em higiene pessoal e práticas de higienização na indústria são necessárias para melhorar a segurança microbiológica das amêndoas de castanha de caju. Boas práticas sanitárias pós-processamento são importantes para prevenir a contaminação microbiana e os regulamentos para a produção de alimentos devem ser aplicados. O programa APPCC é uma ferramenta que garante um menor risco de contaminação por micro-organismos patogênicos.

O *Codex International Code of Hygienic Practice* para nozes preconiza requerimentos básicos de higiene para produção de nozes, que vão desde as boas práticas agrícolas até o beneficiamento das nozes em escala comercial. É recomendado que as nozes ou produtos de nozes devam ser analisados por métodos adequados para atender as seguintes especificações: estar livres de microrganismos patogênicos e não conter nenhuma substância originária de micro-organismos em quantidade que possa ser tóxica (CAC, 1972).

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) estabelece padrões microbiológicos para amêndoas, sendo de  $10^3$  UFC/g a tolerância em amostra indicativa para coliformes termotolerantes e ausência em 25 g para *Salmonella* sp. Essa resolução visa o estabelecimento de padrões que garantam a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos e não a avaliação do processo tecnológico utilizado para obtenção do produto, por isso, na legislação encontra-se padrões apenas em relação a dois tipos de micro-organismos.

### **3.6 Micro-organismos indicadores de condições higiênico-sanitárias em alimentos**

O número e tipos de micro-organismos presentes nos alimentos produzidos podem ser usados para avaliar com segurança a qualidade

microbiológica dos mesmos. Micro-organismos indicadores são grupos ou espécies de micro-organismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração do alimento, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento e armazenamento (FRANCO; LANDGRAF, 2008), como contaminação pós-processamento e contaminação ambiental (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001).

Na maioria das indústrias um planejamento adequado de análises microbiológicas de amostras de produtos é necessário para validar a implantação de boas práticas durante as linhas de produção, armazenamento e distribuição (MOSSEL; CORRY; STRUIJK, 1995). A pesquisa de micro-organismos patógenos é raramente necessária na rotina de acompanhamento da segurança microbiológica de alimentos, com exceção dos casos em que os clientes ou os países importadores exigem análises de patógenos específicos em uma determinada amostragem (MOSSEL; CORRY; STRUIJK, 1995).

Tem sido sugerido que os micro-organismos indicadores de um produto devem satisfazer alguns critérios, como, estar presentes e serem detectáveis em todos os alimentos cuja qualidade deve ser avaliada, seu crescimento e contagens devem ter uma correlação negativa com a qualidade do produto, devem ser facilmente detectados e enumerados e ser claramente distinguidos de outros organismos, devem ser numerados em um curto período de tempo e seu crescimento não deve ser afetado por outros componentes da flora do alimento (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001).

### **3.6.1 Indicadores de contaminação fecal ou da qualidade higiênico-sanitária**

#### **3.6.1.1 *Enterobacteriaceae*, coliformes e *E. coli***

A família *Enterobacteriaceae* é composta por bacilos, gram-negativos, aeróbios e anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativos e que fermentam a glicose com produção de ácido. Inclui os gêneros: *Escherichia*,

*Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Yersinia*, entre outros (BRENNER; FARMER III, 2005).

Os membros da família *Enterobacteriaceae* não estão presentes apenas no trato intestinal, podem ser isolados de uma grande variedade de fontes não intestinais. As espécies pertencentes a esse grupo são relativamente sensíveis ao calor e por isso, quando encontradas em alimentos que sofreram algum processo térmico indicam que há deficiência na higiene do ambiente de processamento (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

*E. coli* é um membro da família *Enterobacteriaceae* e está amplamente distribuída no intestino de humanos e animais de sangue quente. Embora a maioria das cepas de *E. coli* não sejam consideradas patogênicas, algumas podem ser patogênicas oportunistas que causam infecções em hospedeiros imunodeprimidos. Há também as cepas patogênicas de *E. coli* que quando ingeridas causam doenças gastrointestinais em humanos saudáveis (FENG; WEAGANT; GRANT, 2002).

Em 1892, Shardingger propôs o uso de *E. coli* como um indicador de contaminação fecal, baseado na premissa que esta bactéria é abundante nas fezes de humanos e animais e normalmente, não é encontrada em outros locais. Além disso, como a *E. coli* pode ser facilmente detectada pela sua capacidade de fermentar a glicose (mais tarde passou a ser lactose), ficou mais fácil do que isolar patógenos gastrointestinais conhecidos. Então, a presença de *E. coli* em alimentos ou água tornou-se aceita como indicativo de contaminação fecal recente e da possível presença de patógenos (FENG; WEAGANT; GRANT, 2002). Além disso, a presença de *E. coli* sugere ainda uma deficiência geral da higienização durante o processamento e manipulação de um determinado alimento (ICMSF, 1980).

Embora o conceito de utilização de *E. coli* como um indicador indireto de risco para a saúde tivesse fundamentado, ficou complicado na prática, devido à presença de outras bactérias entéricas como *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, que também podem fermentar a lactose e são semelhantes à *E. coli* nas características fenotípicas, mas elas não são facilmente distinguidas. Como

resultado, o termo "coliformes" foi criado para descrever este grupo de bactérias entéricas (FENG; WEAGANT; GRANT, 2002).

O grupo dos coliformes inclui tanto bactérias de origem exclusivamente fecal como também as de origem não fecal (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001). Coliformes não é uma classificação taxonômica, mas é uma definição bastante utilizada para descrever um grupo de bacilos Gram-negativos, anaeróbias facultativas, que fermentam a lactose produzindo ácido e gás dentro de 48 horas a 35 °C (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

Uma crítica relativa à utilização de coliformes como micro-organismos indicadores é a de que sua ausência poderia proporcionar uma falsa confiança de inocuidade quando predominam os micro-organismos lactose negativos, como bactérias dos gêneros *Salmonella* e *Shigella*. Por esta razão, cada vez mais estão sendo utilizadas as análises para a totalidade de *Enterobacteriaceas* (ADAMS; MOSS, 1995).

Contaminação de um alimento com *E. coli* implica um risco de outros patógenos entéricos estarem presentes (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001), entretanto, a presença de *E. coli*, nem sempre está relacionada com a presença de salmonelas ou outros micro-organismos patogênicos. Existem gêneros patogênicos dentro da família *Enterobacteriaceae* que são predominantemente de origem fecal e que geralmente não são detectados em provas de coliformes, tais como *Salmonella*, *Shigella* e *Yersinia*. Logo, a análise de coliformes fecais por si só não é um bom indicador da presença de patógenos de origem fecal (ICMSF, 1996).

Os coliformes fecais podem estar presentes em equipamentos e utensílios dentro do ambiente de processamento de alimentos e podem contaminar alimentos já processados (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001). Em muitos casos, as contagens de *Enterobacteriaceae* não guardam relação com a presença de *E. coli*, várias espécies de *Enterobacteriaceae* permanecem mais tempo que *E. coli* em alimentos e em superfícies de utensílios e equipamentos (ICMSF, 1980).

As bactérias da família *Enterobacteriaceae* são facilmente destruídas pelo calor, portanto, nos alimentos que tenham recebido um tratamento térmico para garantir sua segurança, a presença de *Enterobacteriaceae* ou de coliformes indica falhas durante processamento ou, mais comumente, contaminação posterior ao tratamento por equipamentos ou manipuladores deficientes em higiene (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001).

As bactérias da família *Enterobacteriaceae* são bons micro-organismos indicadores para o monitoramento da segurança microbiológica de alimentos processados, seu uso exclusivo, no entanto, foi questionado algumas vezes, especialmente quando não são realizadas análises de patógenos entéricos simultaneamente (MOSSEL; CORRY; STRUIJK, 1995).

Em um estudo realizado por Little *et al.* (2010), foram analisadas 2886 amostras de nozes, apenas 0,8%(23) das amostras apresentaram contaminação por *E. coli*, sendo na maioria destas, amostras de castanha do Pará. Apenas uma das amostras contaminadas apresentou níveis microbiológicos insatisfatórios.

Muniz *et al.* (2006) não detectou a presença de *E. coli* em nenhuma das 90 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas oriundas de minifábricas no Estado do Ceará, mas verificou a contaminação por coliformes totais em 10 amostras, a autora sugere que a fonte de contaminação não tenha sido de origem fecal. Nesse mesmo estudo, 15 amostras apresentaram-se contaminadas por *Enterobacteriaceae*, mas nenhuma com contagens superiores a  $10^4$  UFC/g, no entanto, as amostras contaminadas refletem a deficiência em higiene durante o processamento, no qual coexistia intensa manipulação e contato com vários tipos de superfícies.

### **3.6.2 Indicadores gerais de contaminação do alimento**

#### **3.6.2.1 Contagem de bactérias aeróbias mesófilas**

São micro-organismos capazes de multiplicação em aerobiose a médias temperaturas, compreendidas entre 25°C a 40°C. Estão inclusos nesse grupo bactérias patogênicas e não patogênicas (ANDERSON, 1989).

A contagem padrão em placas, como também é chamada a contagem de bactérias aeróbias mesófilas, é comumente usada para determinar o total de micro-organismos em alimentos. Essa contagem não diferencia tipos de bactérias, sendo utilizada para avaliar a qualidade sanitária dos produtos e a implantação de boas práticas de manufatura. A contagem padrão em placas pode fornecer informações acerca das condições de processamento do alimento, matérias-primas utilizadas, manipulação, condições de embalagem e vida de prateleira do produto (MORTON, 2001).

A contagem padrão em placas não é um bom indicador de segurança, pois não está diretamente relacionada à presença de patógenos ou toxinas. Baixas contagens não significam ausência de patógenos no alimento e altas contagens podem representar risco para a saúde dos consumidores, uma vez que patógenos podem estar presentes. Dependendo da situação, pode ser útil na avaliação da qualidade do alimento, porque altas populações de bactérias podem indicar deficiência na sanitização ou falha no controle do processo ou ingredientes (MORTON, 2001).

A maioria dos alimentos industrializados deve ser considerada como inadequada para o consumo quando apresenta altas contagens de bactérias aeróbias mesófilas. A maioria das bactérias patogênicas conhecidas veiculadas por alimentos são mesófilas e podem estar inseridas nas contagens de bactérias mesófilas (ICMSF, 1988).

#### 3.6.2.2 Bolores e leveduras

Bolores e leveduras estão amplamente distribuídos no solo, plantas, matéria orgânica em decomposição, água, ar e poeira. Conseqüentemente, produtos não processados de origem animal e vegetal podem tornar-se contaminados com uma ampla variedade de espécies fúngicas (PRADO *et al.*, 2008).

Esses micro-organismos apresentam uma grande versatilidade para se desenvolver em substratos e condições em que outros micro-organismos não são capazes. Podem crescer em condições de Aa reduzida, entre 0,65 e 0,99, crescem em condições de amplo pH (2,0 – 9,0) e em uma ampla faixa de temperatura (<0°C a 40°C). Os fungos são capazes de utilizar uma grande variedade de substratos como fontes de carbono, nitrogênio e energia e têm a capacidade de formar esporos para disseminação em diferentes condições (TANIWAKI; SILVA, 2001).

Em alimentos com baixa atividade de água, bolores e leveduras crescem com maior rapidez que as bactérias, podendo ocasionar alterações em frutas secas, cereais e alimentos desidratados (ICMSF, 2005). Em amêndoas de castanha de caju, os fungos são os organismos deteriorantes de maior importância (FREIRE; BARGUIL, 2001).

Freire e Offord (2002) analisaram amêndoas de castanha de caju e castanhas-do-Brasil, dentre outros produtos, em relação à contaminação por bactérias e leveduras e detectaram *Pichia* sp., *P. guillermondii* e *Rhodotorula* sp. em ambos os alimentos. Em amêndoas de castanha de caju, a população de leveduras foi mais elevada que a de bactérias.

Em um estudo realizado por Muniz *et al.* (2006), um total de 90 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas foi analisado quanto aos aspectos microbiológicos, foi encontrada contaminação por bolores e leveduras em 33 % das amostras. Esta contaminação pode ter sido ocasionada por falhas nas práticas higiênicas durante o processamento (pelos utensílios utilizados ou pelo ar atmosférico) ou no estágio de pré-colheita.

De acordo com Freire e Barguil (2001), são encontrados cerca de 64 espécies de fungos associados à amêndoas dos Estados da Bahia, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Dentre os fungos encontrados nas amêndoas, os de maior frequência são os dos gêneros: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Nigrospora*, *Curvularia* e *Choanephora*, sendo que os dois primeiros merecem destaque já que ocorrem com maior frequência e são potencialmente produtores de micotoxinas.

Micotoxinas são metabólitos tóxicos do metabolismo secundário de fungos filamentosos, principalmente dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Existem descritas cerca de 400 micotoxinas, sendo as mais comuns as aflatoxinas, ocratoxina A, fumonisina, desoxinivalenol, patulina, toxina T-2 e zearalenona. As micotoxinas têm sido detectadas em vários alimentos de muitas partes do mundo e são consideradas como um dos mais perigosos contaminantes de alimentos e rações animais (PRADO *et al.*, 2008).

Além de diversos efeitos tóxicos agudos, as micotoxinas podem acarretar problemas crônicos graves como imunossupressão e carcinogenicidade. Ainda que o fungo possa ser inativado ou retirado durante o processamento e não estar presente no produto manufaturado, as toxinas podem permanecer viáveis, pois não são facilmente degradáveis (NUNES *et al.*, 2003).

Dentre as micotoxinas conhecidas, as aflatoxinas são as mais potentes hepatocarcinogênicas, capazes de causar câncer em todas as espécies de animais estudadas, incluindo pássaros, peixes e humanos. Os efeitos tóxicos das aflatoxinas incluem ainda atividade imunossupressora e genotóxica (ICMSF, 2001). O International Agency for Research on Cancer (IARC) classificou as aflatoxinas como uma substância natural que reconhecidamente pode causar câncer (GLORIA *et al.*, 2006).

As aflatoxinas são produzidas principalmente por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, sendo freqüentemente encontradas em amendoim, nozes e milho. As quatro aflatoxinas mais produzidas são a B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>. *A. flavus* produz apenas aflatoxinas B e *A. parasiticus* produz B e G. As aflatoxinas receberam essas denominações, B e G, devido suas características fluorescentes, *Blue* (azul) e *Green* (verde), quando expostas à luz ultravioleta. A União Européia adotou o limite de tolerância máximo de 2,0 µg/kg para a aflatoxina B<sub>1</sub> e de 4,0 µg/kg para as aflatoxinas totais nas partes comestíveis de amendoim, amêndoas, nozes em geral e frutas secas para consumo direto ou como ingrediente de alimentos (UNIÃO EUROPÉIA, 2006).

Caldas, Silva e Oliveira (2002) analisaram 366 amostras de alimentos coletados entre julho de 1998 e dezembro de 2001 com relação ao teor de aflatoxinas. Não foi detectada aflatoxina em nenhuma das amostras de amêndoas pesquisadas.

Em estudo realizado por Vieira *et al.* (2007), foram analisadas, quanto ao teor de aflatoxina, 50 amostras de diversas classificações de amêndoas de castanha de caju obtidas de indústrias dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Nas amostras do tipo F2 (farinha) foi encontrada aflatoxina B1 (0,22 µg/kg), porém, com teor abaixo da especificação permitida, que é de 2 µg/kg de acordo com legislação internacional (UNIÃO EUROPÉIA, 2006).

Freire, Kozakiewicz e Paterson (1999), apesar da alta incidência de *A. flavus* em amostras de amêndoas de castanha de caju analisadas, não detectaram teores de aflatoxinas nesse produto.

Além da capacidade dos bolores de produzir micotoxinas, os fungos ao se desenvolverem nos alimentos causam alterações indesejáveis, tanto na composição química quanto na estrutura e aparência (TANIWAKI; SILVA, 2001). Dessa forma, a detecção e quantificação de fungos é uma análise essencial na caracterização microbiológica de amêndoas de castanha de caju, sendo a população fúngica um parâmetro importante no julgamento das condições higiênicas durante o processamento e estocagem desse produto.

### **3.6.3 Micro-organismos patogênicos**

#### **3.6.3.1 *Salmonella* sp.**

As salmonelas são bactérias enteropatogênicas que infectam humanos e animais, causando aproximadamente 1,3 bilhões de casos por ano da doença humana que vai desde a diarreia à febre tifóide sistêmica (MCGHIE *et al.*, 2009).

De acordo com Eduardo *et al.* (2004), entre 1990 e 2003 foram notificados ao Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo (CVE) 1.024 surtos de diarreia, envolvendo 27.499 casos. Dos 459 surtos com etiologia identificada, 325 (70,8%) foram causados por bactérias e, dentre esses, 140 (43,1%) foram devido à *Salmonella*, envolvendo 3.001 pacientes. Nos Estados Unidos, a cada ano são reportados aproximadamente 40.000 casos de salmonelose (CDC, 2005).

*Salmonella* é um gênero da família *Enterobacteriaceae*, as bactérias desse grupo são caracterizadas por ser bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos e não formadores de esporos. Produzem ácido e podem produzir gás a partir da glicose, são normalmente catalase-positivo e reduzem nitratos a nitritos. A faixa de temperatura ótima de crescimento para esse gênero é de 35 a 43°C, pH de 7 a 7,5 e Aa de 0,99. Muitos membros dessa família são encontrados no trato intestinal de humanos e animais (ICMSF, 1996).

O gênero *Salmonella* inclui várias espécies e possui uma classificação antigênica que determina os diferentes sorovares, sendo identificados 2463 sorovares, que são diferenciados de acordo com seus antígenos somáticos (O) e flagelares (H). A nomenclatura é complexa e diferentes sistemas têm sido utilizados para referir-se às bactérias desse gênero (BRENNER *et al.*, 2000).

De acordo com a classificação proposta por Popoff *et al.* (1998) *apud* Zucon (2008) e adotada pelo *US Center for Disease Control and Prevention* (CDC), *American Society for Microbiology* (ASM) e Organização Mundial da Saúde (OMS), o gênero *Salmonella* divide-se em duas espécies, *Salmonella enterica* e *Salmonella bongori*. A espécie *Salmonella enterica*, por sua vez, subdivide-se em seis subespécies, *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) e *indica* (VI), enquanto *S. bongori* tem uma única subespécie *bongori* (V).

Mais de 50% dos sorotipos de *Salmonella* pertencem à *S. enterica* subespécie *enterica*, dentre eles estão os sorotipos Paratyphi, Typhimurium, Choleraesuis, Typhi, Enteritidis e Galinarum. Entre os sorotipos capazes de infectar humanos, a *S. Enteritidis* e a *S. Typhimurium* são responsáveis pela maioria dos casos de doença (CDC, 2005).

Em estudo conduzido por Fernandez *et al.* (2006) no Estado de São Paulo no período de 1996 a 2003, foram estudadas 3.554 isolados de *Salmonella* spp. Os sorovares *S. Enteritidis* (67,4 %) e *S. Typhimurium* (5,2 %) foram os de maior ocorrência em humanos.

Em humanos a infecção ocorre via fecal-oral, sendo a dose necessária de  $10^5$  UFC/g (CDC, 2005). O período de incubação em humanos para amostras não tifóides é de 12 a 72 horas e os sintomas mais comuns são cefaléia, náusea, vômito, cólica abdominal, febre moderada e diarreia com duração de até duas semanas, porém a fase aguda dura de dois a sete dias. Na maioria dos casos a recuperação é espontânea, sendo a maior parte dos registros hospitalares e letalidade, referentes à população de risco (CDC, 2005).

Os sorotipos Typhi e Paratyphi podem ser veiculados por alimentos e são responsáveis pela febre tifóide e paratifóide, caracterizando-se por um quadro septicêmico, febre alta e continuada e ausência de gastroenterite. O sorotipo Typhi é altamente invasivo, penetrando na mucosa intestinal e atingindo o sistema linfático, onde é engolfado por leucócitos, multiplicando-se em seu interior, ocasionando o quadro septicêmico (ICMSF, 1988).

*Salmonella* não pode se multiplicar em nozes, mas pode sobreviver nesses produtos por longo período. Esse gênero foi isolado de nozes, como amendoim, amêndoas, pistachios, amêndoas de castanha de caju e castanha do Pará (ZUCON, 2008).

Existem poucos dados publicados sobre a contaminação de nozes por *Salmonella*. Pesquisas com amêndoas têm sido realizadas nos EUA depois que surtos de *Salmonella* foram associados com o consumo dessas nozes no início do ano de 2000 (LITTLE *et al.*, 2010). Danyluk *et al.* (2007) analisaram 9274 amostras de amêndoas de indústrias processadoras, de 2001 a 2005. Destas, 81 (0,9%) estavam contaminadas com 35 sorotipos de *Salmonella*.

Em um estudo realizado por Little *et al.* (2010), foram analisadas 2886 amostras de nozes coletadas em lojas de varejo do Reino Unido, produzidas em 30

países. Três amostras apresentaram contaminação por *Salmonella* spp., sendo 2 destas amostras de amêndoas de castanha do Pará.

Em estudo realizado por Muniz *et al.* (2006), das 90 amostras de amêndoas de castanha de caju analisadas, oriundas de minifábricas do Estado do Ceará, 18 (20%) estavam contaminadas com *Salmonella* sp., indicando falhas severas de práticas higiênico-sanitárias em etapas de processamento após tratamento térmico, além do produto estar em desacordo com a legislação (BRASIL, 2001).

### 3.6.3.2 *Staphylococcus aureus*

*S. aureus* é uma espécie do gênero *Staphylococcus*, caracterizada como cocos Gram-positivos que se dividem em mais de um plano, formando aglomerados de células que lembram um cacho de uva. São anaeróbios facultativos e catalase positivos (ICMSF, 1996).

O gênero *Staphylococcus* compreende 38 espécies, dessas, 16 podem ser encontradas na pele e mucosas do ser humano, sendo o *S. aureus* a espécie mais virulenta.

O reservatório de *S. aureus* são os seres humanos e animais de sangue quente, ocorrendo nas vias nasais, garganta, pele e cabelos. Os manipuladores são a fonte mais freqüente de contaminação, embora os equipamentos e superfícies do ambiente também possam contaminar os alimentos (SILVA *et al.*, 2007).

A temperatura ótima de crescimento de *S. aureus* é de 35 a 40°C, os limites de pH para crescimento estão entre 4,2 e 9,3 e a Aa mínima é de 0,85% (SILVA *et al.*, 2007).

A intoxicação alimentar estafilocócica é uma síndrome caracterizada por náuseas, vômitos, diarreia, mal estar e debilidade geral. Os sintomas começam a manifestar-se de uma a seis horas após o consumo do alimento, sendo raramente mortal, mas pode levar à desidratação grave e posterior choque. Esses sintomas

são devidos a diversos polipeptídeos antigenicamente distintos que atuam como toxinas eméticas: as enterotoxinas estafilocócicas. Alimentos processados são possíveis de causar uma intoxicação mesmo após destruição de elevada população de *S. aureus*, devido à termorresistência das enterotoxinas (ICMSF, 1988).

A enterotoxina é produzida quando a quantidade de células está entre  $10^5$  e  $10^6$  UFC/g ou mL do alimento. Essas toxinas são proteínas de baixo peso molecular (26.000- 34.000 Da). Hoje são conhecidas onze tipos de enterotoxinas (A, B, C, C, C, D, E, G, H, I e J), as quais podem ser diferenciadas por meio de sorologia. As enterotoxinas são altamente termoestáveis e resistentes à cocção ou à enzimas proteolíticas. Uma dose de toxina menor que 1,0 g/Kg (300 a 500ng) em alimentos contaminados produz sintomas de toxiose por estafilococos (BALABAN; RASOOLY, 2000; FORSYTHE, 2002).

As células vegetativas de *S. aureus* são altamente vulnerável à destruição por tratamento térmico e a quase todos os agentes saneantes. Assim, a presença desta bactéria ou de suas enterotoxinas em alimentos processados ou em equipamentos de processamento de alimentos é geralmente uma indicação de manipulação em condições higiênico-sanitárias insatisfatórias ou saneamento precário (BENNETTE; LANCETTE, 2001).

Em estudo realizado por Muniz *et al.* (2006), das 90 amostras de amêndoas de castanha de caju analisadas, oriundas de minifábricas do Estado do Ceará, 4 estavam contaminadas por *S. aureus*. Em outro estudo, Freire e Oxford (2002) também isolaram *S. aureus* de amêndoas de castanha de caju e de castanha do Pará.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Matéria-prima**

Foram analisadas 128 amostras de amêndoas de castanhas de caju em pedaços **(A)** e 43 amostras de resíduos **(R)**, provenientes de três indústrias beneficiadoras (A, B e C) da região Nordeste.

### **4.2 Coleta de amostras**

Foram realizadas cinco coletas em cada indústria, no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. Em cada coleta foram obtidas 9 amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e 3 amostras de resíduos, conforme indicado na FIGURA 5.

Cada amostra foi coletada em duplicata, em sacos de amostra estéril de 200g, em condições assépticas. Em seguida, foram encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/UFC, onde foram analisadas em até 2 horas após a chegada.

Para as análises físico-químicas, foi utilizado 100 g das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços coletadas nas seguintes etapas do processamento: A1 (Recebimento de amêndoas cruas), A5 (Antes da torragem) e A6 (Resfriamento). As análises de pH, umidade (%) e atividade de água foram realizadas no Laboratório de Frutos Tropicais do DTA/CCA/UFC.

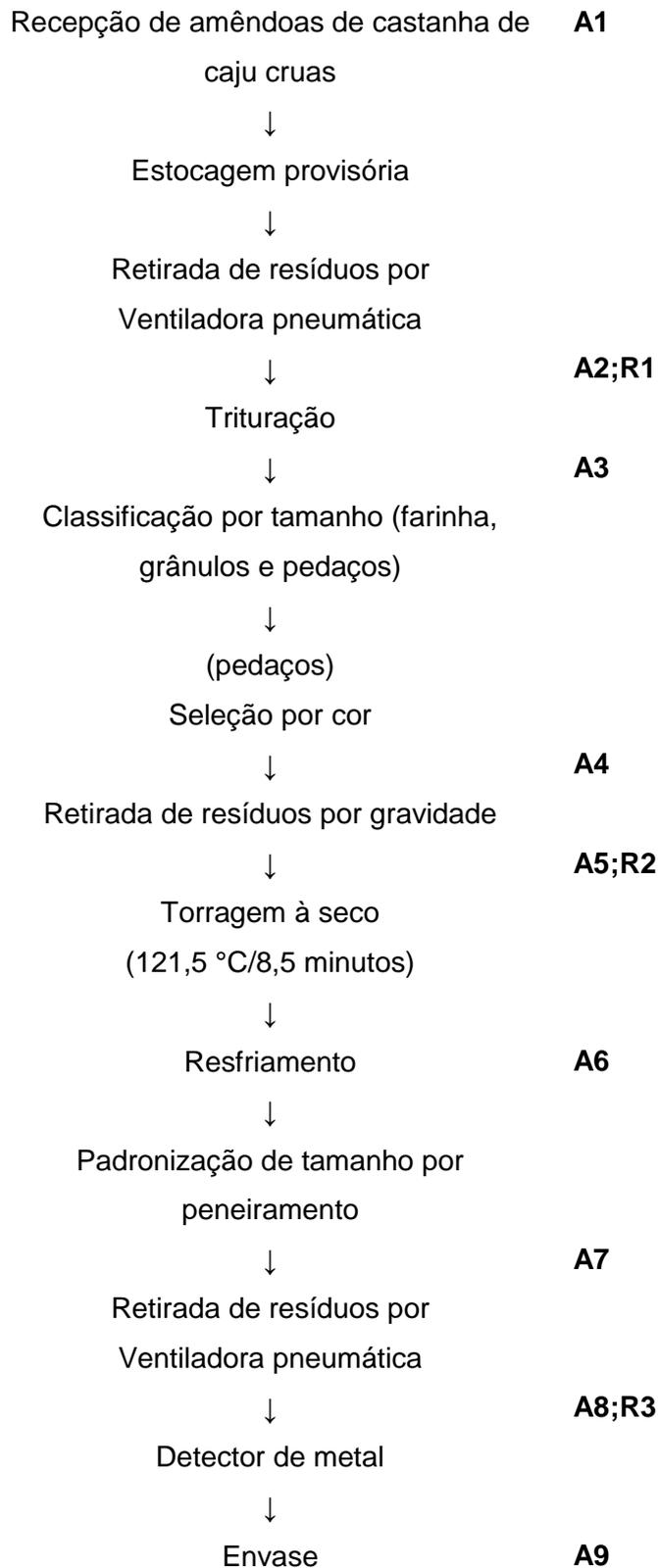


FIGURA 5 - Fluxograma geral de processamento de amêndoas de castanha de caju em pedaços torrados.

A = Amostra de amêndoa de castanha de caju; R = Amostra de resíduo

## 4.3 Métodos

### 4.3.1 Análises físico-químicas

#### 4.3.1.1 pH

O pH foi determinado em três repetições de acordo com Brasil (2005). O processo utilizado para determinação do pH foi o eletrométrico, no qual utilizou-se um potenciômetro WTW (modelo 330i/SET) especialmente adaptado para uma determinação direta, simples e precisa.

Pesou-se 5,0 g da amostra em um béquer e adicionou-se 50 mL de H<sub>2</sub>O destilada. O conteúdo foi agitado em agitador magnético até que as partículas ficassem uniformemente suspensas.

#### 4.3.1.2 Umidade (%)

A umidade foi determinada em triplicata por evaporação direta a 70 °C, com base na metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1996).

#### 4.3.1.3 Atividade de água (Aa)

A atividade de água foi obtida em triplicata através de medida direta em aparelho digital tipo HIGROTHERMO 95.

#### 4.3.2 Análises microbiológicas

As amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos foram analisadas quanto à contagem de coliformes totais e *E. coli*, bolores e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae* e detecção de *Salmonella* sp. As análises microbiológicas citadas, exceto a detecção de *Salmonella* sp., foram realizadas pelo método rápido sistema Petrifilm™ (3M Company) (FIGURA 6), recomendado pela American Public Health Association (DOWNES; ITO, 2001). A detecção de *Salmonella* sp. foi realizada seguindo-se a metodologia tradicional, de acordo com o *Bacteriological Analytical Manual* (ANDREWS; HAMMACK, 2007) da *Food and Drug Administration* (FDA).

##### 4.3.2.1 Preparo das amostras

Para cada amostra, após homogeneização, foi retirado 25 g e transferido para um frasco com 225 mL de água peptonada (0,1%). A partir desta diluição foram preparadas diluições decimais até  $10^{-5}$  e inoculadas nas placas Petrifilm específicas para cada tipo de micro-organismo.

##### 4.3.2.2 Contagem de coliformes totais, *E. coli*, bolores e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, *S. aureus* e *Enterobacteriaceae*

Colocou-se a placa em uma superfície plana, levantou-se o filme superior, posicionou-se a ponta da pipeta perpendicular ao centro do filme inferior e inoculou-se 1 mL de cada diluição da amostra em placa Petrifilm™ específica para contagem do micro-organismo pesquisado: EC (coliformes totais e *E. coli*), YM (bolores e leveduras), AC (bactérias aeróbias mesófilas), Staph Express (*S. aureus*) e EB (*Enterobacteriaceae*). Em seguida, baixou-se o filme superior sobre o líquido, evitando a formação de bolhas, posicionou-se um difusor plástico sobre o centro do filme superior e com leve pressão, espalhou-se o líquido sobre o filme inferior.

As placas foram incubadas na posição horizontal, com o lado transparente para cima. O tempo e a temperatura de incubação variaram de acordo com cada

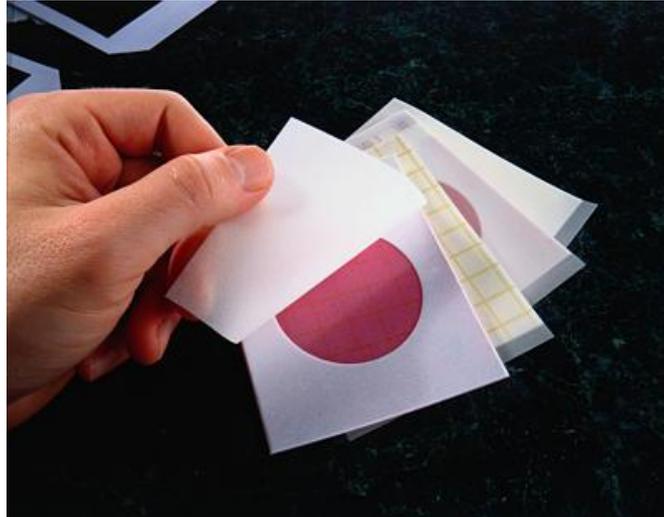


FIGURA 6 - Placas Petrifilm™ (Fonte: 3M COMPANY).

micro-organismo (QUADRO 4) e após esse período, as colônias características (FIGURAS 7, 8, 9 e 10) foram contadas em contador de colônias e o resultado foi expresso em UFC/g.

Devido à inexistência de padrões microbiológicos na Legislação Brasileira e Internacional para amêndoa de castanha de caju em relação à *Enterobacteriaceae*, coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras, os resultados das análises desses micro-organismos foram adotados em relação a parâmetros higiênico-sanitários da seguinte forma: <10 UFC/g (contagem não significativa), < 10<sup>3</sup> UFC/g (baixa contagem) e ≥ 10<sup>3</sup> UFC/g (alta contagem).

#### 4.3.2.3 Detecção de *Salmonella* sp.

##### - Pré-enriquecimento

Foi transferida uma porção de 25 g da amostra para um frasco contendo 225 mL de caldo lactosado e em seguida o frasco foi incubado a 35 °C por 24 horas.

##### - Enriquecimento seletivo

Decorrido o período de incubação, a cultura em caldo lactosado foi transferida no volume de 0,1 mL para 10 mL de Caldo Rappaport-Vassilidis Modificado (RV) e 1 mL para 10 mL de Caldo Tetrionato (TT). O RV foi incubado em banho-maria a 42 °C por 24 horas e o TT a 35 °C por 24 horas.

##### - Plaqueamento diferencial

Os tubos de enriquecimento seletivo foram agitados em agitador tipo “vortex” antes de estriar uma alçada do caldo TT e RV em placas de Ágar Entérico de Hectoen (HE), Ágar Bismuto Sulfito (BS) e Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD). As placas foram incubadas invertidas a 35 °C por 24 horas.

Não foram observadas colônias típicas de *Salmonella* sp. nesta etapa, portanto, não foram necessárias as confirmações preliminares e definitiva.

QUADRO 4 – Tempo e temperatura de incubação por tipo de micro-organismo

| Micro-organismo                    | Tempo de incubação                                      | Temperatura de incubação |
|------------------------------------|---|--------------------------|
| Coliformes totais e <i>E. coli</i> | 24 horas (Col. totais) e<br>48 horas ( <i>E. coli</i> ) | 35 °C                    |
| Bactérias aeróbias mesófilas       | 48 horas  | 35 °C                    |
| <i>S. aureus</i>                   | 24 horas  | 35 °C                    |
| <i>Enterobacteriaceae</i>          | 24 horas  | 35 °C                    |
| Bolores e leveduras                | 5 dias  | 25 °C                    |

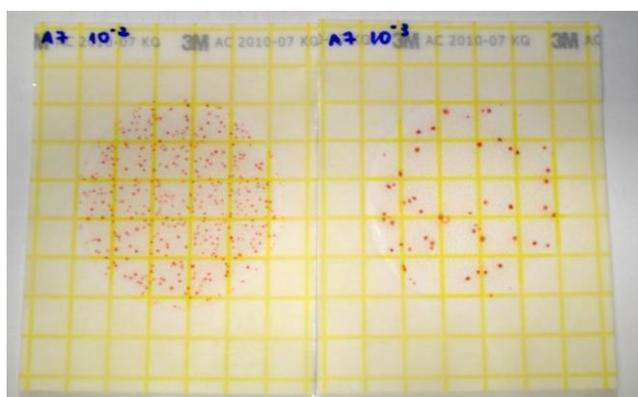


FIGURA 7 - Colônias típicas de bactérias aeróbias mesófilas em placas Petrifilm™ AC.

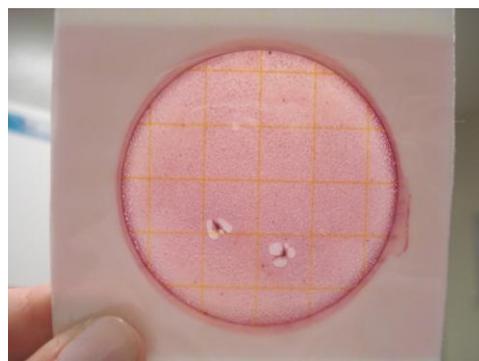


FIGURA 8 - Colônias típicas de coliformes totais em placa Petrifilm™ EC.

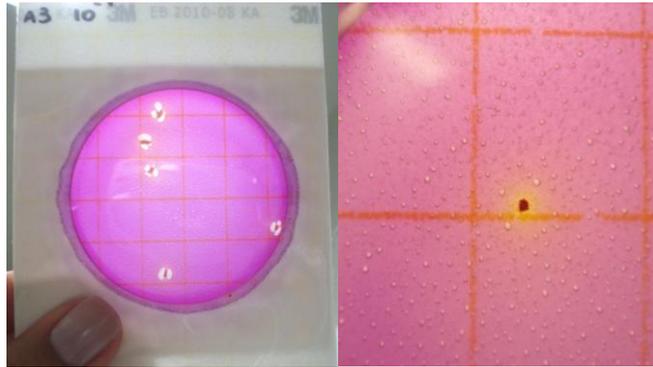


FIGURA 9 – Colônias típicas de *Enterobacteriaceae* em placa Petrifilm™ EB.

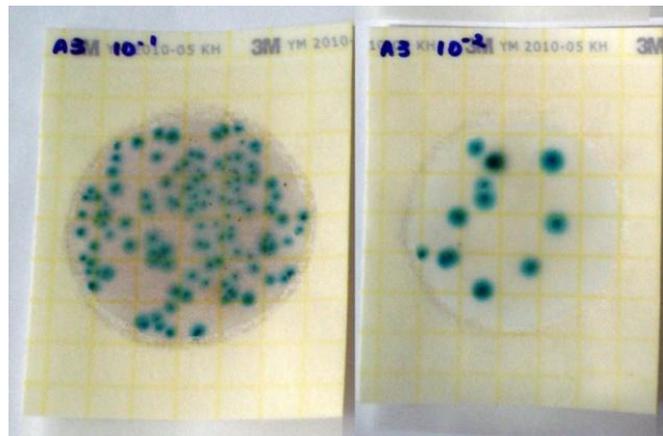


FIGURA 10 – Colônias típicas de bolores em placa Petrifilm™ YM.

### 4.3.3 Identificação de bolores

A partir das placas Petrifilm™ (YM) foram observadas colônias de bolores com morfologia distinta, tendo sido estas isoladas em Batata Dextrose Agar (BDA) acidificado e incubadas a 25 °C durante 5 dias.

Foram selecionadas para identificação as colônias de bolores associadas a mais de três amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos. Estas colônias puras e isoladas foram mantidas em BDA, sendo encaminhadas para o Laboratório de Micologia e Patologia de Sementes do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC, onde foram feitas lâminas para observação microscópica e identificação dos bolores. As cepas de bolores foram identificadas com auxílio da chave proposta por Barnett e Hunter (1998).

## 4.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos nas análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância. Foi realizado o teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade. Foram empregados procedimentos do programa estatístico SAS versão 9.1 (2006).

Para os resultados microbiológicos, foi aplicado o teste two-way ANOVA e o pós-teste de Bonferroni com nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análises físico-químicas

#### 5.1.1 pH

As médias dos valores de pH das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços coletadas em três etapas diferentes (A1, A5 e A6) (FIGURA 5) durante o processamento em três indústrias (A, B e C) estão apresentadas na TABELA 3.

TABELA 3 – Valores de pH das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C

| ETAPAS                            | indústria A    | indústria B    | indústria C   |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Recepção de amêndoas cruas * (A1) | 6,28 ± 0,05 ab | 6,48 ± 0,04 a  | 6,33 ± 0,01 a |
| Antes da torragem** (A5)          | 6,35 ± 0,10 b  | 6,61 ± 0,03 b  | 6,40 ± 0,01 b |
| Resfriamento** (A6)               | 6,14 ± 0,04 a  | 6,54 ± 0,03 ab | 6,30 ± 0,02 a |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\* matéria-prima; \*\* pedaços

O pH das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes do processo de torragem variou de 6,28 a 6,61 estando próximo aos valores encontrados em castanha de caju cruas inteiras por Muniz (2004) e Lima (2003) que encontraram valores entre 6,13 a 6,64 e 6,17 a 6,99, respectivamente. Ocorreu uma redução do pH nas amostras no resfriamento (A6) quando comparadas à etapa anterior (A5) apresentando uma redução significativa ( $p < 0,05$ ), exceto para a indústria B.

O pH de um alimento é um dos vários fatores que determinam o desenvolvimento de micro-organismos, que possuem valor de pH ótimo para crescimento próximo à 7,00, sendo as bactérias *E. coli*, *Salmonella* sp., *S. aureus* e o fungo *Aspergillus flavus* exemplos desses micro-organismos (ICMSF, 1980).

De acordo com os resultados, o pH dos pedaços de amêndoas analisadas apresenta-se favorável ao desenvolvimento de micro-organismos, mais especificamente de bactérias.

### 5.1.2 Umidade (%)

As médias dos percentuais de umidade das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços são apresentadas na TABELA 4

TABELA 4 – Valores de umidade (%) das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C

| ETAPAS                           | indústria A   | indústria B   | indústria C   |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Recepção de amêndoas cruas* (A1) | 5,81 ± 0,21 a | 5,97 ± 0,72 a | 5,90 ± 0,30 a |
| Antes da torragem** (A5)         | 5,17 ± 0,20 b | 5,10 ± 0,18 a | 5,13 ± 0,10 b |
| Resfriamento** (A6)              | 2,56 ± 0,18 c | 2,84 ± 0,11 b | 2,52 ± 0,05 c |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\* matéria-prima; \*\* pedaços

O teor de umidade das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes do processo de torragem (A1 e A5) variou de 5,10 % a 5,97 %, sendo superiores aos valores encontrados por Muniz (2004) e Lima (2003) em amêndoas de castanha de caju cruas inteiras, que detectaram valores entre 2,38 % a 4,01 % e 3,00 % a 5,50 %, respectivamente.

Ocorreu uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) do percentual de umidade nas amostras na etapa de resfriamento (A6) quando comparadas à etapa anterior (A5).

A legislação brasileira estabelece o percentual máximo de 5.00% de umidade como tecnicamente recomendado para amêndoa de castanha de caju (BRASIL, 2009), estando as amostras analisadas, após a torragem (A6), dentro deste parâmetro. Os valores de 5,10 a 5,97 de umidade, antes da torragem (A1 e A5), pode ser atribuído à troca de água com ambiente, em decorrência do tempo que as amêndoas de castanha de caju permanecem em processo, sendo este em média de três dias.

### 5.1.3 Atividade de água (Aa)

As médias dos valores de Aa das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços analisadas estão descritas na TABELA 5.

TABELA 5 – Valores de Aa das amostras de amêndoas de castanha de caju em diferentes etapas do processamento nas indústrias A, B e C

| ETAPAS                            | indústria A    | indústria B    | indústria C    |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Recepção de amêndoas cruas * (A1) | 0,580 ± 0,00 a | 0,534 ± 0,00 a | 0,515 ± 0,00 a |
| Antes da torragem** (A5)          | 0,575 ± 0,00 a | 0,592 ± 0,00 b | 0,495 ± 0,00 b |
| Resfriamento** (A6)               | 0,440 ± 0,00 b | 0,436 ± 0,00 c | 0,462 ± 0,00 c |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\* matéria-prima; \*\* pedaços

O teor de Aa das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes do processo de torragem (A1 e A5) variou de 0,495 a 0,592, sendo superiores aos valores encontrados por Muniz (2004) e Lima (2003) em amêndoas de castanha de caju cruas inteiras, o quais foram de 0,341 a 0,537 e 0,323 a 0,671, respectivamente.

Pode ser observado na TABELA 5 que os valores de Aa apresentaram uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) após a torragem (A6) quando comparados à etapa anterior (A5), nas três indústrias estudadas.

Muitos micro-organismos, incluindo as bactérias patogênicas, têm seu desenvolvimento favorecido em níveis de Aa entre 0,980 a 0,990 (ICMSF, 1980). Os valores de Aa mais baixos relatados na literatura são de 0,750 para bactérias halofílicas, 0,650 para bolores xerofílicos e 0,600 para leveduras osmofílicas (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Dessa forma, considera-se o valor de 0,600 como o valor de Aa limitante para a multiplicação de qualquer micro-organismo.

Portanto, os resultados obtidos evidenciam valores muito baixos de Aa nas amostras de amêndoas em pedaços, mesmo antes do tratamento térmico, não sendo favoráveis ao desenvolvimento de micro-organismos.

## **5.2 Análises microbiológicas**

Os resultados das análises de *Enterobacteriaceae*, coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras realizadas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos estão apresentados nas TABELAS 6 a 21.

Não foi detectada a presença de *S. aureus*, *E. coli* e *Salmonella* sp. em nenhuma das amostras amêndoas de castanha de caju em pedaços analisadas, evidenciando que estas não se apresentaram comprometidas do ponto de vista sanitário.

A ausência de *S. aureus* é um bom indicador da higiene pessoal dos colaboradores da indústria, já que essa bactéria é transmitida aos alimentos através de práticas deficientes em higiene por parte dos manipuladores.

Por outro lado, a ausência de *S. aureus* e *E. coli* nas amêndoas pode ser atribuída à presença de ácidos anacárdicos na castanha de caju, pois estudos realizados têm demonstrado que estes ácidos possuem atividade antibacteriana em *Streptococcus*, *S. aureus* (LIMA; PASTORE; LIMA, 2000), *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Shigella* sp. (SILVA *et al.*, 2008).

Em estudo realizado por Lima (2003) com 140 amostras de amêndoas de castanha de caju inteiras cruas, torradas e salgadas nas linhas de beneficiamento industrial, também não foi detectada a presença de *S. aureus*, *E. coli* e *Salmonella* sp., assim como no trabalho de Lima e Borges (2004), no qual foram analisadas amostras de amêndoas de castanha de caju processadas com e sem adição de sal durante armazenamento. Em ambos os trabalhos, esses resultados indicam que o produto estava de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2001).

Muniz *et al.* (2006), analisando 90 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas oriundas de minifábricas, detectaram a presença de *S. aureus* coagulase positiva em quatro amostras, o que foi atribuído à práticas inadequadas de higiene durante o processamento. Neste mesmo estudo, 18 amostras foram positivas para *Salmonella* sp., sendo supostamente devido à uma contaminação recente, já que a Aa das amostras analisadas não era favorável ao seu desenvolvimento.

Em estudo realizado por Little *et al.* (2010), das 2.886 amostras de nozes coletadas em lojas de varejo do Reino Unido, produzidas em 30 países, apenas 0,8 % (23) das amostras apresentaram contaminação por *E. coli*, sendo na maioria destas, amostras de castanha do Pará, e apenas duas amostras eram de amêndoas de castanha de caju. Três amostras apresentaram contaminação por *Salmonella* spp, das quais duas eram de castanha do Pará. Os resultados deste estudo indicam que não há associação significativa da presença de *E. coli* e detecção de *Salmonella* em nozes comestíveis.

O uso de *E. coli* como um indicador fecal é baseado no conceito de que a detecção em alimentos e água evidencia indiretamente que as amostras estão contaminadas com material fecal e que organismos patogênicos podem estar presentes (KORNACKI; JOHNSON, 2001). Sobretudo, o uso de *E. coli* como um

organismo indicador em nozes comestíveis tem sido questionado por pesquisadores, mas nenhum substituto adequado foi identificado (LITTLE *et al.*, 2010).

O teor de nutrientes, potencial de oxido redução, pH e Aa de um alimento são fatores que determinam o desenvolvimento microbiano nos alimentos, sendo a faixa de pH das amêndoas de castanha de caju em pedaços analisadas (TABELA 3), cruas ou torradas a seco, suscetíveis ao crescimento de bactérias e fungos. Entretanto, os valores de Aa encontrados em todas as etapas analisadas, nas três indústrias (TABELA 5), são inferiores a 0,60 que é considerado limitante para a multiplicação microbiana, estando caracterizado que as amêndoas de castanha de caju podem ser veículos de micro-organismos, inclusive de patógenos. Um aspecto que pode ser considerado para justificar a ocorrência de fungos e bactérias em amêndoas de castanha de caju, principalmente em pedaços, é a presença de resíduos da própria amêndoa que ficam aderidos a sua superfície.

### 5.2.1 *Enterobacteriaceae*

Na indústria A verificou-se uma variação de  $<10$  a  $7,4 \times 10^2$  UFC/g nas contagens de *Enterobacteriaceae* das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes do processo de torragem, enquanto que após a torragem a única contagem verificada foi de  $5,0 \times 10$  UFC/g (TABELA 6). Na indústria B as contagens variaram de  $<10$  a  $3,7 \times 10^5$  UFC/g antes da torragem e de  $<10$  a  $1,6 \times 10^3$  UFC/g após a torragem (TABELA 7). Na indústria C houve uma variação de  $<10$  a  $5,3 \times 10^2$  UFC/g antes do processo de torragem e em todas as amostras coletadas após esta etapa não foram detectadas contagens significativas, sendo esses valores menores que 10 UFC/g (TABELA 8).

Durante o processamento nas indústrias A e C, antes da torragem, a maior parte das amostras analisadas de amêndoas de castanha de caju em pedaços apresentou contagens de  $<10^2$  UFC de *Enterobacteriaceae*/g (GRÁFICO 2), e após a torragem todas as amostras de ambas as indústrias, exceto uma da indústria A, apresentaram valores de  $<10$  UFC de *Enterobacteriaceae*/g (GRÁFICO 3), indicando

eficácia do processo térmico e uma eficiente higienização de equipamentos e utensílios, como mostra o APÊNDICE A.

Nas amostras provenientes da indústria B, antes da torragem, detectaram-se contagens entre  $10^2$  a  $10^3$  UFC/g em sua maioria, sendo a única indústria a apresentar contagens até  $10^5$  UFC de *Enterobacteriaceae*/g (GRÁFICO 2). Após a etapa de torragem, esta indústria apresentou contagens que variaram de 10 a  $<10^4$  UFC/g (GRÁFICO 3), evidenciando uma possível recontaminação do produto e um tratamento térmico ineficiente na redução da carga microbiana presente nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem. A redução observada não foi significativa ( $p>0,05$ ) quando consideradas as médias das contagens das cinco coletas (APÊNDICE A).

As espécies pertencentes à família *Enterobacteriaceae* são relativamente sensíveis ao calor e por isso, quando encontradas em alimentos que sofreram algum tratamento térmico, indicam que existe deficiência na higiene ambiental, pois são excelentes colonizadoras de uma ampla variedade de nichos em plantas processadoras (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

Um processamento térmico adequado para garantir a segurança microbiológica de um determinado alimento deve eliminar todas as bactérias da família *Enterobacteriaceae* presentes inicialmente e, durante a embalagem, armazenamento e distribuição, deve-se evitar a recontaminação do alimento (MOSEL; CORRY; STRUIJK, 1995).

Em estudo conduzido por Muniz *et al.* (2006) foram detectadas contagens de *Enterobacteriaceae* em 17 % das 90 amostras de amêndoas de castanha de caju inteiras pesquisadas, oriundas de seis minifábricas processadoras, em baixos níveis (1,18 a 3,56 log UFC/g). Lima (2003), ao analisar 112 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras provenientes de diferentes etapas na linha de beneficiamento industrial detectou contaminação por *Enterobacteriaceae* em apenas 6 amostras e ao analisar 28 amostras de amêndoas inteiras torradas e salgadas, verificou contaminação em 3 amostras, tendo sido encontradas baixas contagens ( $2,0 \times 10$  a  $3,0 \times 10^2$  UFC/g) para ambas.

TABELA 6 - Resultados das análises de *Enterobacteriaceae* das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g) | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g) |
|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| A1       | <10                   | **                   | <10                   | <10                   | <10                  |
| A2       | <10                   | <10                  | 2,0 x 10              | <10                   | <10                  |
| A3       | 1,6 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10             | 7,4 x 10 <sup>2</sup> | 7,0 x 10              | <10                  |
| A4       | 5,0 x 10              | 4,0 x 10             | 2,0 x 10              | 2,9 x 10 <sup>2</sup> | <10                  |
| A5       | 1,2 x 10 <sup>2</sup> | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A6       | <10                   | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A7       | *                     | *                    | *                     | *                     | *                    |
| A8       | <10                   | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A9       | <10                   | 5,0 x 10             | <10                   | <10                   | <10                  |

\* Esta etapa do processamento não é realizada na indústria em questão

\*\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 7 - Resultados das análises de *Enterobacteriaceae* das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 3,6 x 10 <sup>2</sup> | 1,9 x 10 <sup>2</sup> | 3,0 x 10              | 1,9 x 10 <sup>3</sup> | 4,2 x 10 <sup>3</sup> |
| A2       | 2,7 x 10 <sup>2</sup> | 3,7 x 10 <sup>5</sup> | 2,0 x 10 <sup>3</sup> | 2,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10              |
| A3       | 3,6 x 10 <sup>2</sup> | 3,3 x 10 <sup>4</sup> | 2,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10 <sup>4</sup> | 2,8 x 10 <sup>2</sup> |
| A4       | 2,6 x 10 <sup>2</sup> | 1,3 x 10 <sup>2</sup> | 1,5 x 10 <sup>4</sup> | 9,0 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 3,1 x 10 <sup>5</sup> | 1,3 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10              | <10                   |
| A6       | <10                   | 4,3 x 10 <sup>2</sup> | 3,0 x 10              | 1,4 x 10 <sup>3</sup> | <10                   |
| A7       | <10                   | 1,6 x 10 <sup>3</sup> | <10                   | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | <10                   |
| A8       | <10                   | 1,0 x 10              | 2,2 x 10 <sup>2</sup> | <10                   | <10                   |
| A9       | <10                   | 3,0 x 10              | 3,0 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   |

TABELA 8 - Resultados das análises de *Enterobacteriaceae* das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g) | 2ª Coleta<br>(UFC/g) | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g) |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| A1       | <10                  | <10                  | 5,3 x 10 <sup>2</sup> | <10                   | <10                  |
| A2       | 2,0 x 10             | 2,0 x 10             | <10                   | <10                   | 3,0 x 10             |
| A3       | 2,0 x 10             | 2,0 x 10             | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 5,0 x 10              | <10                  |
| A4       | <10                  | *                    | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | <10                  |
| A5       | <10                  | 3,0 x 10             | 6,0 x 10              | 6,0 x 10              | <10                  |
| A6       | <10                  | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A7       | <10                  | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A8       | <10                  | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |
| A9       | <10                  | <10                  | <10                   | <10                   | <10                  |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 9 - Resultados das análises de *Enterobacteriaceae* das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas

| INDÚSTRIAS | AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A          | R1       | 2,0 x 10              | 1,7 x 10 <sup>2</sup> | 3,9 x 10 <sup>3</sup> | 8,1 x 10 <sup>3</sup> | 3,0 X 10 <sup>2</sup> |
|            | R2       | 5,4 x 10 <sup>2</sup> | 2,0 x 10              | 1,2 x 10 <sup>4</sup> | 1,4 x 10 <sup>4</sup> | 4,1 X 10 <sup>4</sup> |
|            | R3       | *                     | 1,4 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   | <10                   |
| B          | R1       | 4,7 x 10 <sup>5</sup> | 2,0 x 10 <sup>5</sup> | 5,8 x 10 <sup>4</sup> | 3,7 x 10 <sup>5</sup> | 1,9 x 10 <sup>5</sup> |
|            | R2       | *                     | 8,8 x 10 <sup>4</sup> | 6,5 x 10 <sup>4</sup> | 3,4 x 10 <sup>5</sup> | 1,2 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R3       | 4,0 x 10              | 3,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 2,7 x 10 <sup>2</sup> | 3,0 x 10              |
| C          | R1       | 8,3 x 10 <sup>2</sup> | 3,3 x 10 <sup>3</sup> | 1,2 x 10 <sup>2</sup> | 4,8 x 10 <sup>4</sup> | 3,1 x 10 <sup>2</sup> |
|            | R2       | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 3,3 x 10 <sup>3</sup> | 1,7 x 10 <sup>4</sup> | 6,5 x 10 <sup>3</sup> | 5,0 x 10 <sup>2</sup> |
|            | R3       | <10                   | 1,6 x 10 <sup>4</sup> | 5,0 x 10              | <10                   | <10                   |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

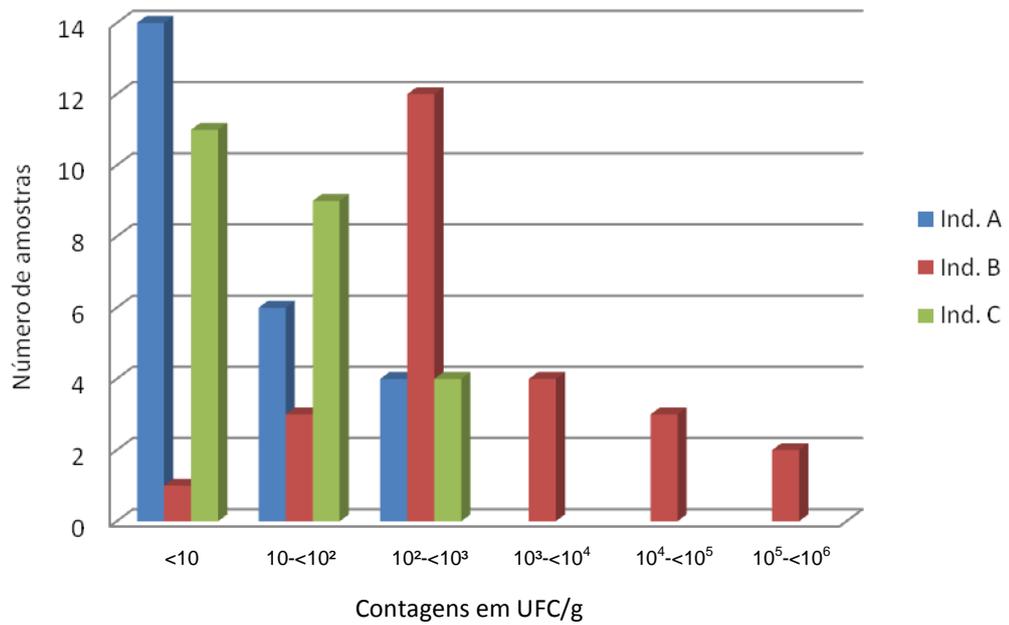


GRÁFICO 2 – Frequência das contagens de *Enterobacteriaceae* nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem.

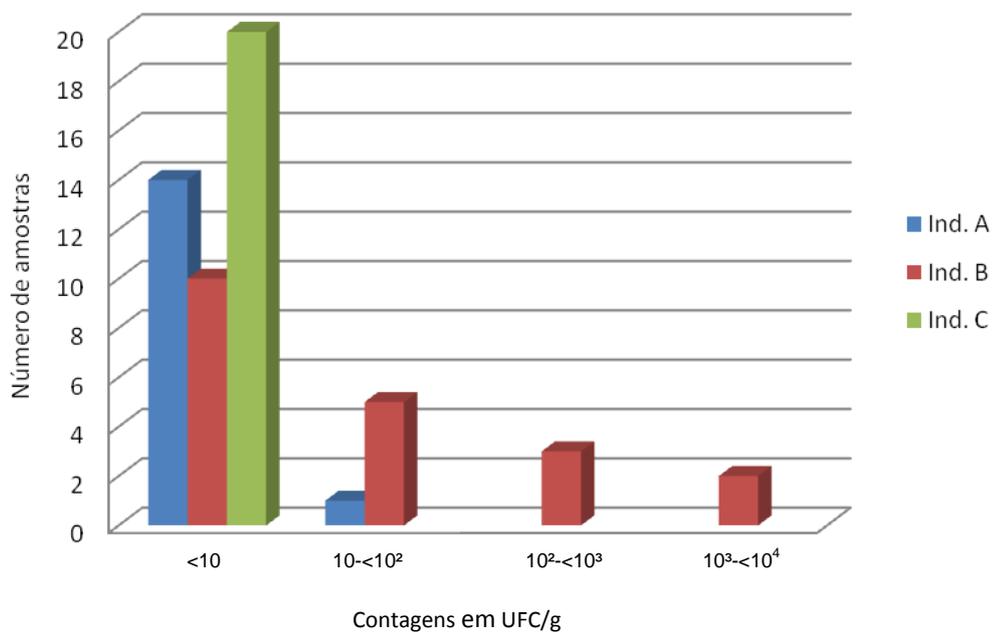


GRÁFICO 3 – Frequência das contagens de *Enterobacteriaceae* nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem.

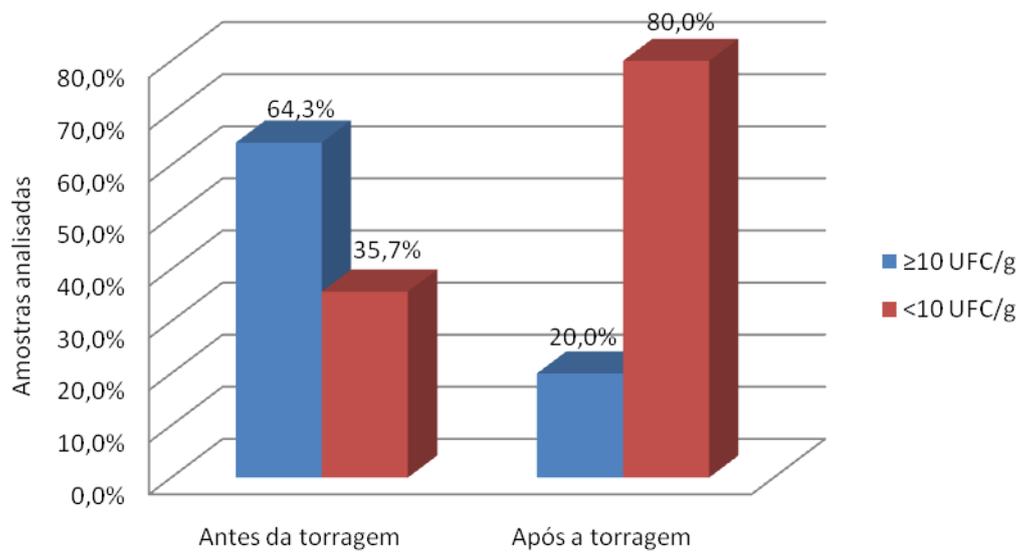


GRÁFICO 4 – Incidência das contagens de *Enterobacteriaceae* nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico.

Antes do processo de torragem, das 73 amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços analisadas, 64,3 % revelaram contagens de *Enterobacteriaceae* (GRÁFICO 4) variando de  $1,0 \times 10$  a  $3,7 \times 10^5$  UFC/g (TABELAS 6, 7 e 8). Após o processo de torragem foram analisadas 55 amostras e destas, 80 % não revelaram contagens de *Enterobacteriaceae* (GRÁFICO 4), porém, foi observada contagem de até  $1,6 \times 10^3$  UFC/g (TABELA 7) . Esses resultados mostram uma maior susceptibilidade das amêndoas de castanha de caju em pedaços à contaminação por *Enterobacteriaceae*, em função de uma maior área de exposição, quando comparados aos dados obtidos por Muniz *et al.* (2006) e Lima (2003) em amêndoas de castanha de caju inteiras.

Visto que a Aa das amostras das amêndoas analisadas (TABELA 5) não é favorável ao crescimento de micro-organismos, as contagens de *Enterobacteriaceas* detectadas nas amostras de amêndoas em pedaços podem estar relacionadas com o fato de que as amêndoas ficam expostas ao seu próprio resíduo. Este é expelido pelos equipamentos com ventilação, tornando-se presente no ambiente de beneficiamento industrial, o que pode favorecer a sua aderência nas amêndoas. Verifica-se que grande parte das amostras de resíduos referentes a etapas do beneficiamento anteriores à torragem (R1 e R2) apresentou contagens de *Enterobacteriaceas* elevadas (TABELA 9).

Nas indústrias de beneficiamento de amêndoas de castanha de caju, a limpeza de equipamentos, durante o processo, com jatos de ar comprimido pode propiciar o espalhamento do resíduo e agregação do mesmo nas amêndoas ali expostas. A não-conformidade das condições de higiene dos equipamentos e utensílios com os padrões exigidos e o contato das amêndoas por parte dos manipuladores sem uma prévia higienização de mãos também pode estar relacionado com a contaminação das amêndoas.

No presente estudo, a retirada de resíduos de amêndoas de castanha de caju em pedaços por equipamentos com ventilação mostrou relação com a redução da carga microbiana das amostras que passaram por esse processo. Avaliando-se as etapas A1/A2, A4/A5 e A7/A8 (FIGURA 5), as quais são intercaladas pelo processo de retirada de resíduos, verificou-se uma redução nas contagens de

*Enterobacteriaceae* em 62,5 % das amostras que passaram por essa etapa, considerando as cinco coletas realizadas (TABELAS 6, 7 e 8). Quando analisadas as médias das contagens de *Enterobacteriaceae* das cinco coletas em relação a estas etapas, não foi verificada redução significativa ( $p > 0,05$ ) da carga microbiana (APÊNDICE A). Foram consideradas nesta avaliação apenas as amostras A1, A4 e A7 (anteriores à retirada de resíduos) que apresentaram contagens maiores ou iguais a  $1,0 \times 10$  UFC de *Enterobacteriaceae*/g.

Neste estudo não foi detectada a presença de *E. coli* nas amostras analisadas, indicando que a fonte de contaminação por *Enterobacteriaceae* não foi fecal. De acordo com ICMSF (1988), em muitos casos, as contagens de *Enterobacteriaceae* não guardam relação com contaminação de origem fecal, em alimentos e em superfícies de utensílios e equipamentos, várias espécies de *Enterobacteriaceae* permanecem mais tempo que *E. coli*.

#### 5.2.2 Coliformes totais

Com base nos resultados, as contagens de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A apresentaram uma variação de  $<10$  a  $2,4 \times 10^2$  UFC/g antes da etapa de torragem e de  $<10$  a  $5,0 \times 10$  UFC/g após esse processo (TABELA 10). Na indústria B verificou-se que as contagens variaram de  $<10$  a  $6,2 \times 10^4$  UFC/g antes da torragem e após esta etapa variou de  $<10$  a  $1,1 \times 10^3$  UFC/g (TABELA 11). As contagens de coliformes totais das amostras provenientes da indústria C variaram de  $<10$  a  $7,0 \times 10$  UFC/g antes do tratamento térmico e após esse processo não foram detectadas contagens significativas (TABELA 12).

Antes do tratamento térmico, nas indústrias A e C, a maior parte das amostras analisadas de amêndoas de castanha de caju em pedaços apresentou contagens de  $<10^2$  UFC de coliformes totais/g, exceto uma amostra da indústria A (GRÁFICO 5) e após a torragem todas as amostras destas duas indústrias apresentaram valores  $<10$  UFC de coliformes totais/g, exceto também uma amostra da indústria A (GRÁFICO 6). Esses resultados evidenciam eficácia da etapa de torragem (APÊNDICE A) e uma eficiente higienização de equipamentos e utensílios,

assim como a aplicação de boas práticas de fabricação por parte dos manipuladores.

Nas amostras analisadas de amêndoas de castanha de caju em pedaços oriundas da indústria B, antes da torragem, foram verificadas contagens entre 10 e  $<10^4$  UFC/g em sua maioria, sendo a única indústria a apresentar contagens de até  $10^4$  UFC de coliformes totais/g (GRÁFICO 5). Após o processo de torragem, detectaram-se contagens que variaram de 10 a  $<10^4$  UFC/g (GRÁFICO 6), sugerindo uma possível recontaminação do produto e um tratamento térmico ineficiente na redução da carga microbiana presente nas amostras antes do tratamento térmico. Esta redução não foi significativa ( $p>0,05$ ) ao analisar as médias de contagens das cinco coletas (APÊNDICE A).

É bastante pertinente a análise de coliformes, assim como de *Enterobacteriaceae*, para a avaliação de qualidade geral de um alimento e das condições de higiene presentes durante o seu processamento (KORNACKI; JOHNSON, 2001). A presença de coliformes indica falhas durante processamento ou, mais comumente, quando se trata de alimentos que passaram por tratamento térmico, contaminação posterior ao tratamento por equipamentos ou manipulação deficientes em higiene (DOYLE; BEUCHAT; MONTVILLE, 2001).

Muniz *et al.* (2006) ao analisar amêndoas de castanha de caju cruas inteiras provenientes de minifábricas processadoras detectaram contagens de coliformes totais em 10 % de um total de 90 amostras, tendo sido atribuído este resultado aos manipuladores e superfícies de utensílios e equipamentos sem higienização adequada usados na classificação manual final. No estudo de Lima (2003), foram detectadas contagens de coliformes totais em 12 % (13) de 112 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras coletadas em diferentes etapas da linha de beneficiamento industrial e ao analisar 28 amostras de amêndoas inteiras torradas e salgadas, verificou contaminação em 4 amostras, tendo sido encontradas baixas contagens ( $1,0 \times 10$  a  $2,0 \times 10^2$  UFC/g) para os dois tipos de amostras.

TABELA 10 - Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g) | 3ª Coleta<br>(UFC/g) | 4ª Coleta<br>(UFC/g) | 5ª Coleta<br>(UFC/g) |
|----------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A1       | <10                   | **                   | <10                  | <10                  | 1,0 x 10             |
| A2       | <10                   | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A3       | 2,4 x 10 <sup>2</sup> | 7,0 x 10             | <10                  | 1,0 x 10             | <10                  |
| A4       | 1,0 x 10              | 5,0 x 10             | 5,0 x 10             | <10                  | <10                  |
| A5       | 4,0 x 10              | <10                  | 2,0 x 10             | <10                  | <10                  |
| A6       | <10                   | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A7       | *                     | *                    | *                    | *                    | *                    |
| A8       | <10                   | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A9       | <10                   | 5,0 x 10             | <10                  | <10                  | <10                  |

\* Esta etapa do processamento não é realizada na indústria em questão

\*\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 11 - Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 4,0 x 10              | 5,0 x 10              | 1,0 x 10              | 1,4 x 10 <sup>3</sup> | 9,0 x 10 <sup>2</sup> |
| A2       | 2,5 x 10 <sup>2</sup> | 1,3 x 10 <sup>3</sup> | 2,5 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10              | <10                   |
| A3       | 2,0 x 10              | 2,3 x 10 <sup>3</sup> | 1,2 x 10 <sup>3</sup> | 6,7 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10              |
| A4       | 3,8 x 10 <sup>2</sup> | 5,0 x 10              | 5,3 x 10 <sup>3</sup> | 2,0 x 10              | 3,0 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 6,2 x 10 <sup>4</sup> | <10                   | <10                   | <10                   |
| A6       | <10                   | 9,0 x 10              | 1,0 x 10              | 1,1 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10              |
| A7       | <10                   | 8,0 x 10              | 2,0 x 10              | 7,0 x 10              | <10                   |
| A8       | <10                   | <10                   | 3,0 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   |
| A9       | <10                   | 1,0 x 10              | 1,0 x 10              | 3,0 x 10              | <10                   |

TABELA 12 - Resultados das análises de coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g) | 2ª Coleta<br>(UFC/g) | 3ª Coleta<br>(UFC/g) | 4ª Coleta<br>(UFC/g) | 5ª Coleta<br>(UFC/g) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A1       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A2       | <10                  | 2,0 x 10             | <10                  | <10                  | <10                  |
| A3       | <10                  | <10                  | 2,0 x 10             | 1,0 x 10             | <10                  |
| A4       | <10                  | *                    | 3,0 x 10             | 7,0 x 10             | <10                  |
| A5       | <10                  | <10                  | 3,0 x 10             | 2,0 x 10             | <10                  |
| A6       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A7       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A8       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |
| A9       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  | <10                  |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 13 - Resultados das análises de coliformes totais das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas

| INDÚSTRIAS | AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A          | R1       | 1,1 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10 <sup>2</sup> | 3,1 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> |
|            | R2       | 1,0 x 10 <sup>3</sup> | 3,0 x 10              | 8,9 x 10 <sup>3</sup> | 4,6 x 10 <sup>3</sup> | 3,6 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R3       | *                     | 1,0 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   | <10                   |
| B          | R1       | 3,4 x 10 <sup>5</sup> | 2,3 x 10 <sup>4</sup> | 2,6 x 10 <sup>4</sup> | 2,0 x 10 <sup>5</sup> | 3,0 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R2       | *                     | 4,5 x 10 <sup>4</sup> | 3,2 x 10 <sup>4</sup> | 1,5 x 10 <sup>5</sup> | 4,0 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R3       | 2,0 x 10              | 6,0 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10              | 2,5 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10              |
| C          | R1       | 1,1 x 10 <sup>3</sup> | 2,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 5,0 x 10 <sup>3</sup> | 3,0 x 10              |
|            | R2       | 7,0 x 10              | 2,7 x 10 <sup>3</sup> | 6,0 x 10 <sup>3</sup> | 2,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> |
|            | R3       | <10                   | 8,0 x 10 <sup>2</sup> | 2,0 x 10              | <10                   | <10                   |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

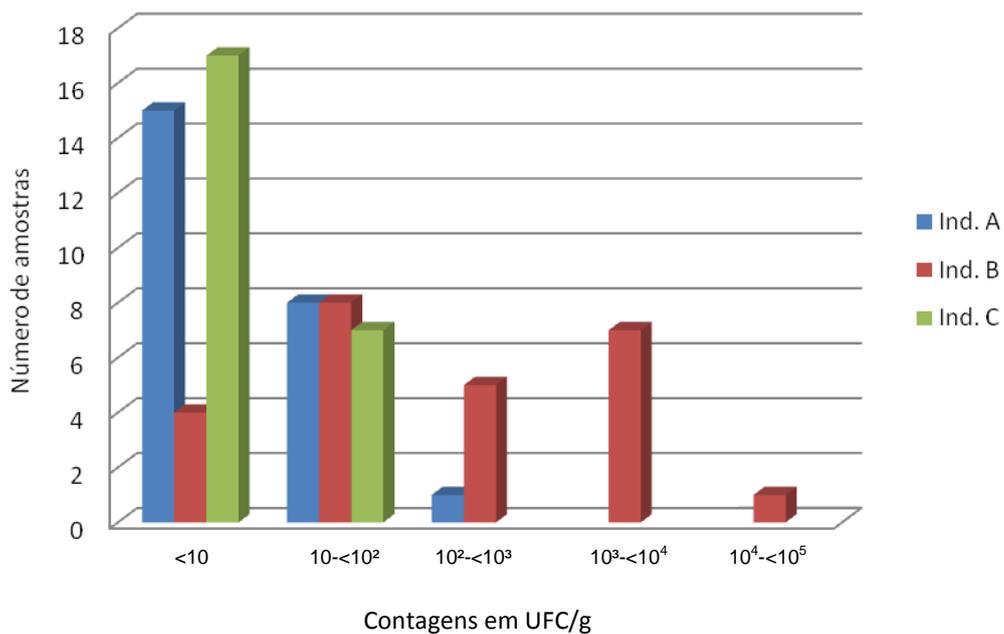


GRÁFICO 5 – Frequência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem.

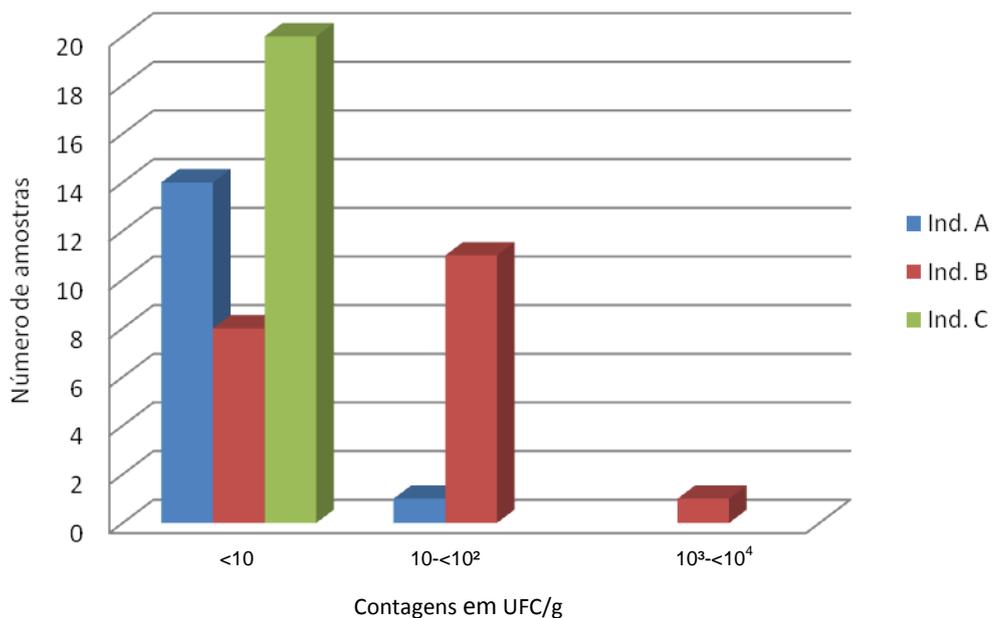


GRÁFICO 6 – Frequência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem.

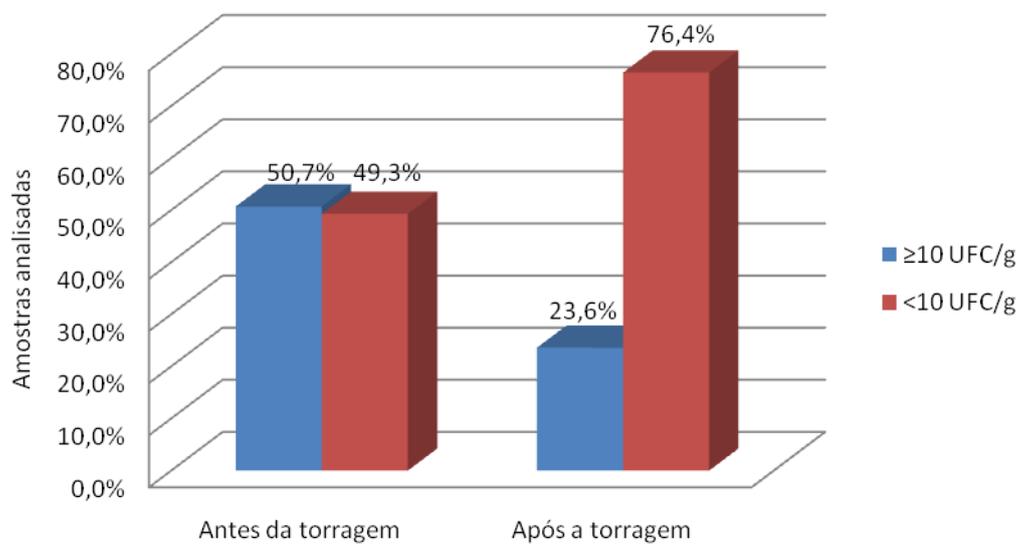


GRÁFICO 7 – Incidência das contagens de coliformes totais nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico.

Antes do tratamento térmico, das 73 amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços analisadas, 50,7 % revelaram contagens de coliformes totais (GRÁFICO 7), sendo a indústria B a que mais contribuiu para esse resultado, com contagens de até  $6,2 \times 10^4$  UFC/g (TABELAS 11). Após a etapa de torragem foram analisadas 55 amostras e a maior parte destas (76,4 %) não revelou contagens de coliformes totais (GRÁFICO 7), no entanto, foi observada contagem de até  $1,1 \times 10^3$  UFC/g (TABELA 11). Assim como em relação à contaminação por *Enterobacteriaceae*, os resultados apresentados indicam que há uma maior susceptibilidade das amêndoas de castanha de caju em pedaços à contaminação por coliformes totais, quando comparados aos estudos de Muniz *et al.* (2006) e Lima (2003) em amêndoas de castanha de caju inteiras.

Os baixos valores de Aa encontrados nas amostras de amêndoas de castanha de caju analisadas (TABELA 5) denotam condições insatisfatórias para desenvolvimento de micro-organismos, principalmente de bactérias, contudo, as contagens de coliformes totais encontradas evidenciam contaminação de origem ambiental, de equipamentos, utensílios e/ou manipulação inadequada. Os resíduos referentes a etapas anteriores ao tratamento térmico (R1 e R2) apresentaram contagens de até  $10^5$  UFC/g (TABELA 13), logo, a aderência destes nas amêndoas em pedaços podem fornecer condições mais favoráveis ao crescimento de micro-organismos.

A retirada de resíduos de amêndoas de castanha de caju em pedaços através de equipamentos com ventilação esteve relacionada com a redução da carga microbiana das amostras que passaram por essa etapa. Avaliando-se as etapas A1/A2, A4/A5 e A7/A8 (FIGURA 5), as quais são intercaladas pelo processo de retirada de resíduos, verificou-se uma redução nas contagens de coliformes totais em 63,2% das amostras que passaram por esse processo, considerando as cinco coletas realizadas (TABELAS 10, 11 e 12). Quando analisadas as médias das contagens de coliformes totais das cinco coletas em relação a estas etapas, não foi verificada redução significativa ( $p > 0,05$ ) da carga microbiana (APÊNDICE A). Foram consideradas nesta avaliação apenas as amostras A1, A4 e A7 (anteriores à retirada de resíduos) que apresentaram contagens maiores ou iguais a  $1,0 \times 10$  UFC de coliformes totais/g.

### 5.2.2 Bactérias aeróbias mesófilas

As contagens de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A apresentou uma variação de  $<10$  a  $1,0 \times 10^3$  UFC/g antes da torragem e após esta etapa variou de  $<10$  a  $5,5 \times 10^2$  UFC/g (TABELA 14). Nas amostras provenientes da indústria B, as contagens variaram de  $5,5 \times 10$  a  $5,5 \times 10^5$  UFC/g antes do tratamento térmico e após esse processo variou de  $1,0 \times 10$  a  $5,6 \times 10^4$  UFC/g (TABELA 15). Na indústria C, as contagens variaram de  $1,0 \times 10$  a  $6,9 \times 10^2$  UFC/g antes da torragem e de  $<10$  a  $2,0 \times 10$  UFC/g após esse tratamento (TABELA 16).

A maior parte das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços das indústrias A e C apresentou contagens entre  $10$  a  $<10^3$  UFC de bactérias aeróbias mesófilas/g antes do processo de torragem (GRÁFICO 8). Após o tratamento térmico, as contagens da indústria A permaneceram entre  $<10$  a  $<10^3$  UFC de bactérias aeróbias mesófilas/g e as da indústria C apresentaram valores entre  $<10$  e  $<10^2$  UFC/g (GRÁFICO 9). Apesar das baixas contagens, esses resultados indicam uma possível recontaminação das amêndoas em pedaços após a torragem, podendo ter sido ocasionada através do ambiente, equipamentos, utensílios e/ou manipuladores deficientes em higiene.

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas pode ser utilizada para avaliar as condições sanitárias de equipamentos e utensílios, podendo ser realizado durante o processamento do alimento para monitorar o acúmulo de material e após a higienização para verificar a eficácia desse procedimento (MORTON, 2001).

Durante o beneficiamento na indústria B, a maioria das amostras analisadas revelou contagens entre  $10^2$  e  $<10^3$  UFC de bactérias aeróbias mesófilas/g antes do processo de torragem (GRÁFICO 8), entretanto, foram observadas contagens de até  $10^5$  UFC/g (TABELA 15). Após o tratamento térmico, nesta indústria, detectaram-se contagens entre  $10$  e  $<10^2$  UFC/g na maior parte das amostras de amêndoas em pedaços (GRÁFICO 9), todavia, detectou-se contagem de até  $10^4$  UFC/g (TABELA 15), apontando recontaminação após tratamento térmico e ineficiência desse processo na redução da carga microbiana. Esta redução não foi

significativa ( $p > 0,05$ ) quando consideradas as médias das contagens de bactérias aeróbias mesófilas das cinco coletas (APÊNDICE B).

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas pode ser útil na avaliação da qualidade do alimento, pois altas populações de bactérias podem indicar deficiência de higiene, falha no controle do processo ou da matéria-prima (MORTON, 2001).

A legislação brasileira não estabelece padrões microbiológicos para a contagem de bactérias aeróbias mesófilas em alimentos, no entanto, esta análise é importante quando se pretende avaliar a qualidade higiênica do processo tecnológico utilizado (MUNIZ, 2006).

A contagem limitante de bactérias aeróbias mesófilas em ingredientes ou produtos finais do processo de produção de amêndoas é de  $3,0 \times 10^3$  a  $7,0 \times 10^3$  UFC/g de acordo com guias gerais (DOWNES; ITO, 2001). Vale ressaltar que essas especificações não são sempre apropriadas para produtos agrícolas crus, os quais podem apresentar grandes variações nas contagens (MORTON, 2001). No presente estudo, nas indústrias A e B foram detectadas contagens superiores a esses valores.

No estudo realizado por Muniz *et al.* (2006), no qual foram analisadas 90 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras, detectaram-se contagens de bactérias aeróbias mesófilas em 59% das amostras, com valores de até  $1,1 \times 10^6$  UFC/g. Estas contagens foram atribuídas a utensílios usados nas etapas finais do processamento, superfícies de mesas e manipuladores. No estudo realizado por Lima (2003), foi detectada contaminação por bactérias aeróbias mesófilas em 57 % das 112 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras e em 61 % de 28 amostras de amêndoas inteiras torradas e salgadas, com baixas contagens para ambos os tipos de amostras ( $1,0 \times 10$  a  $6,0 \times 10^2$  UFC/g).

TABELA 14 - Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 5,0 x 10              | **                    | <10                   | 4,0 x 10              | 4,0 x 10              |
| A2       | 1,0 x 10              | 1,0 x 10              | 3,0 x 10              | 3,0 x 10              | 1,5 x 10              |
| A3       | 3,8 x 10 <sup>2</sup> | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 7,6 x 10 <sup>2</sup> | 2,4 x 10 <sup>2</sup> | 6,0 x 10              |
| A4       | 7,5 x 10              | 1,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 9,3 x 10 <sup>2</sup> | 1,7 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 4,5 x 10              | 2,1 x 10 <sup>2</sup> | 8,5 x 10              | 1,2 x 10 <sup>2</sup> |
| A6       | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   | 1,0 x 10              |
| A7       | *                     | *                     | *                     | *                     | *                     |
| A8       | 1,0 x 10              | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10 <sup>2</sup> | 1,2 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10              |
| A9       | 1,0 x 10              | 4,4 x 10 <sup>2</sup> | 2,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,5 x 10              | 1,0 x 10              |

\* Esta etapa do processamento não é realizada na indústria em questão

\*\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 15 - Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 5,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,9 x 10 <sup>2</sup> | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 3,2 x 10 <sup>3</sup> | 1,4 x 10 <sup>4</sup> |
| A2       | 5,0 x 10 <sup>2</sup> | 4,7 x 10 <sup>5</sup> | 2,7 x 10 <sup>3</sup> | 3,5 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10              |
| A3       | 4,6 x 10 <sup>2</sup> | 5,6 x 10 <sup>3</sup> | 1,7 x 10 <sup>3</sup> | 1,4 x 10 <sup>4</sup> | 5,5 x 10 <sup>2</sup> |
| A4       | 8,9 x 10 <sup>2</sup> | 3,0 x 10 <sup>2</sup> | 3,6 x 10 <sup>4</sup> | 8,0 x 10 <sup>2</sup> | 5,2 x 10 <sup>3</sup> |
| A5       | 5,1 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10 <sup>5</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 9,5 x 10 <sup>2</sup> | 2,1 x 10 <sup>2</sup> |
| A6       | 8,5 x 10              | 5,5 x 10 <sup>2</sup> | 8,0 x 10              | 1,9 x 10 <sup>3</sup> | 5,0 x 10              |
| A7       | 1,0 x 10              | 5,6 x 10 <sup>4</sup> | 2,5 x 10              | 2,0 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10              |
| A8       | 1,0 x 10              | 6,5 x 10              | 2,2 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10              | 5,5 x 10              |
| A9       | 1,0 x 10              | 7,0 x 10              | 8,5 x 10              | 6,5 x 10              | 1,5 x 10              |

TABELA 16 - Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g) | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 4,0 x 10             | 4,5 x 10              | 6,9 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10              | 2,0 x 10              |
| A2       | 2,0 x 10             | 4,0 x 10              | 5,0 x 10              | 3,0 x 10              | 4,0 x 10              |
| A3       | 2,5 x 10             | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 3,2 x 10 <sup>2</sup> | 1,7 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10              |
| A4       | 2,0 x 10             | *                     | 1,9 x 10 <sup>2</sup> | 2,1 x 10 <sup>2</sup> | 1,9 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 2,0 x 10             | 8,0 x 10              | 7,0 x 10              | 2,2 x 10 <sup>2</sup> | 8,0 x 10              |
| A6       | <10                  | <10                   | 1,5 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   |
| A7       | 1,5 x 10             | 1,0 x 10              | <10                   | 1,0 x 10              | <10                   |
| A8       | <10                  | <10                   | 2,0 x 10              | <10                   | 1,0 x 10              |
| A9       | <10                  | <10                   | 1,0 x 10              | 1,0 x 10              | <10                   |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 17 - Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas

| INDÚSTRIAS | AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A          | R1       | 7,0 x 10              | 1,8 x 10 <sup>3</sup> | 8,8 x 10 <sup>3</sup> | 1,4 x 10 <sup>4</sup> | 4,0 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R2       | 7,2 x 10 <sup>3</sup> | 5,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,7 x 10 <sup>4</sup> | 4,1 x 10 <sup>4</sup> | 7,3 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R3       | *                     | 4,5 x 10              | 3,0 x 10              | 3,6 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10              |
| B          | R1       | 8,7 x 10 <sup>5</sup> | 3,8 x 10 <sup>5</sup> | 1,1 x 10 <sup>5</sup> | 5,2 x 10 <sup>5</sup> | 4,2 x 10 <sup>5</sup> |
|            | R2       | *                     | 1,2 x 10 <sup>5</sup> | 7,4 x 10 <sup>4</sup> | 4,6 x 10 <sup>5</sup> | 4,8 x 10 <sup>4</sup> |
|            | R3       | 3,8 x 10 <sup>2</sup> | 3,6 x 10 <sup>3</sup> | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 3,1 x 10 <sup>2</sup> | 1,8 x 10 <sup>2</sup> |
| C          | R1       | 7,0 x 10 <sup>3</sup> | 6,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,1 x 10 <sup>3</sup> | 7,4 x 10 <sup>4</sup> | 6,0 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R2       | 1,1 x 10 <sup>3</sup> | 8,0 x 10 <sup>3</sup> | 4,7 x 10 <sup>4</sup> | 2,4 x 10 <sup>4</sup> | 2,4 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R3       | 1,5 x 10              | 2,5 x 10 <sup>4</sup> | 3,9 x 10 <sup>2</sup> | 7,5 x 10              | 6,5 x 10              |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

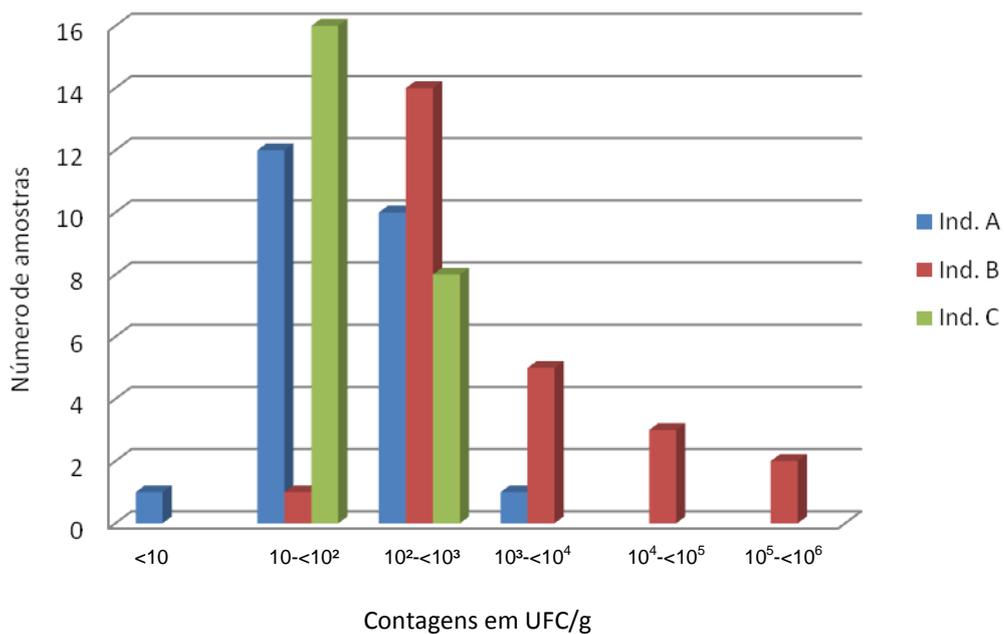


GRÁFICO 8 – Frequência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem.

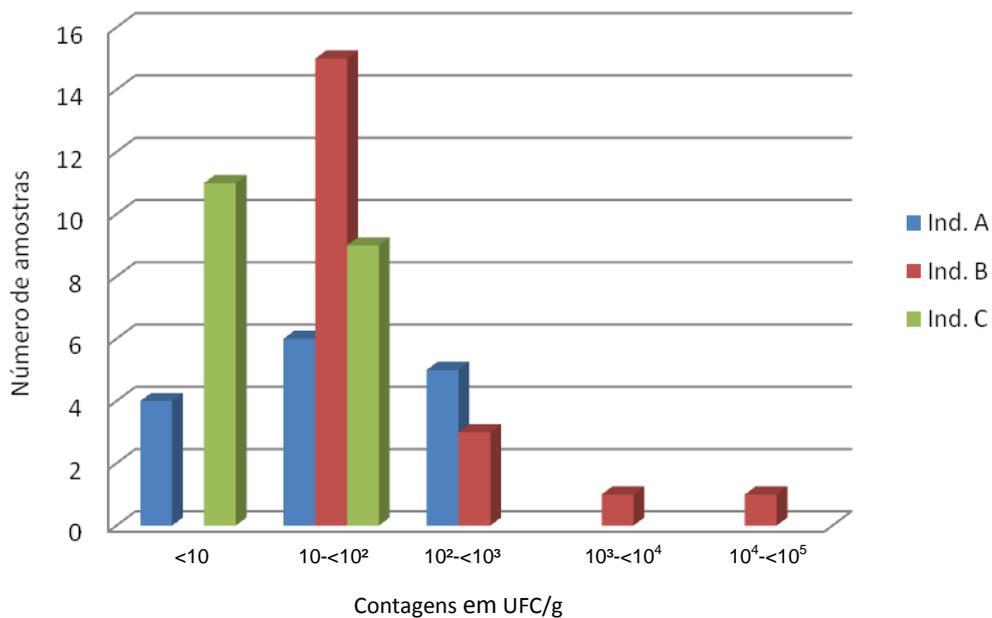


GRÁFICO 9 – Frequência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem.

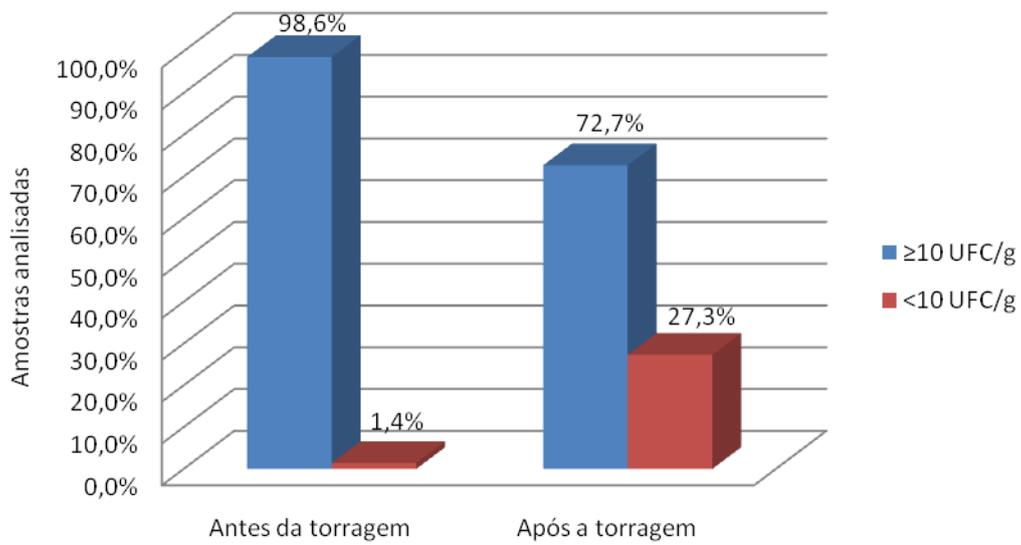


GRÁFICO 10 – Incidência das contagens de bactérias aeróbias mesófilas nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico.

No presente estudo, nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços, foi detectada contaminação por bactérias aeróbias mesófilas em 98,6% das amostras antes da torragem (GRÁFICO10), tendo sido reveladas contagens em todas as amostras da indústria B e C, com baixas contagens na indústria C (TABELAS 15 e 16). Após o tratamento térmico, na maior parte das amostras (72,7%), foi detectada contaminação por bactérias aeróbias mesófilas (GRÁFICO 10), tendo sido detectada contagem de até  $5,6 \times 10^4$  UFC/g (TABELA 15). Esses resultados mostram uma maior susceptibilidade das amêndoas de castanha de caju em pedaços à contaminação por bactérias aeróbias mesófilas, em função de uma maior superfície de contato, quando comparados aos dados obtidos por Muniz *et al.* (2006) e Lima (2003) em amêndoas de castanha de caju inteiras.

O contato das amêndoas em pedaços com o resíduo presente no ambiente e nos equipamentos pode ser um dos fatores responsáveis pela contaminação bacteriana das amostras analisadas, visto que, as contagens de bactérias aeróbias mesófilas detectadas nos resíduos foram elevadas, sobretudo nas amostras coletadas antes da torragem (R1 e R2) (TABELA 17).

A contaminação bacteriana em amêndoas não representa um problema de deterioração, visto que, esses micro-organismos não podem crescer em valores de Aa normalmente encontrados nesses alimentos, no entanto, a presença destes seria consequência de condições inapropriadas de processamento (KING; JONES, 2001).

A retirada de resíduos de amêndoas de castanha de caju em pedaços por equipamentos com ventilação mostrou relação com a redução da carga microbiana das amostras que passaram por esse processo. Avaliando-se as etapas A1/A2, A4/A5 e A7/A8 (FIGURA 5), as quais são intercaladas pelo processo de retirada de resíduos, verificou-se uma redução nas contagens de bactérias aeróbias mesófilas em 60% das amostras que passaram por essa etapa, quando consideradas as cinco coletas realizadas (TABELAS 14, 15 e 16). Ao analisar as médias das cinco coletas, não foi observada redução significativa ( $p > 0,05$ ) nas contagens dessas bactérias (APÊNDICE B). Foram consideradas nesta avaliação apenas as amostras A1, A4 e A7 (anteriores à retirada de resíduos) que apresentaram contagens maiores ou iguais a  $1,0 \times 10$  UFC de bactérias aeróbias mesófilas/g.

### 5.2.2 Bolores e leveduras

As contagens de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços provenientes da indústria A variaram de  $< 10$  a  $9,0 \times 10^2$  UFC/g antes da torragem e de  $<10$  a  $3,5 \times 10$  UFC/g após esse processo (TABELA 18). Na indústria B, antes do tratamento térmico as contagens variaram de  $1,5 \times 10$  a  $1,6 \times 10^3$  UFC/g e após essa etapa variou de  $<10$  a  $3,0 \times 10$  UFC/g (TABELA 19). Na indústria C, antes da torragem as contagens de bolores e leveduras variaram de  $<10$  a  $3,8 \times 10^2$  UFC/g e após esse processo variou de  $<10$  a  $1,0 \times 10$  UFC/g (TABELA 20).

Na linha de beneficiamento industrial, antes da torragem, a maior parte das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços pesquisadas das indústrias A e C apresentaram contagens entre 10 e  $<10^2$  UFC de bolores e leveduras/g, embora tenham sido detectadas contagens entre  $10^2$  e  $<10^3$  UFC/g (GRÁFICO 11). Após o tratamento térmico, nestas duas indústrias, a maioria das contagens de bolores e leveduras permaneceu abaixo de 10 UFC/g, em poucas amostras foram detectadas contagens de 10 e  $<10^2$  UFC/g (3 amostras para a indústria A e 3 para a C) (GRÁFICO 12). Na indústria B, antes da torragem, na maior parte das amostras analisadas foram detectadas contagens entre 10 e  $<10^3$  UFC de bolores e leveduras/g, mas essa foi a única indústria a apresentar contagens entre  $10^3$  e  $<10^4$  UFC/g (GRÁFICO 11). Após a torragem, a maioria das amostras revelou contagens  $<10$  UFC/g, embora tenha sido detectadas contagens entre 10 e  $<10^2$  UFC/g em cinco amostras (GRÁFICO 12). Estes resultados denotam uma baixa contaminação das amostras por bolores e leveduras, além da eficácia do tratamento térmico aplicado às amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços na redução desses micro-organismos. Verifica-se que esta redução foi significativa ( $<0,05$ ) nas indústrias B e C quando analisadas as médias das cinco coletas realizadas (APÊNDICE B).

No estudo realizado por Muniz *et al.* (2006), na qual foram analisadas 90 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras provenientes de minifábricas beneficiadoras, foi detectada contaminação por bolores e leveduras em 33% de 90 amostras, a qual variou de  $<10$  a  $3,8 \times 10^5$  UFC/g. No estudo de Lima

(2003) com 112 amostras de amêndoas de castanha de caju cruas e inteiras provenientes de uma indústria beneficiadora foi encontrada contaminação em 67,9% das amostras e analisando 28 amostras de amêndoas torradas e salgadas, esse percentual foi de 37,5%. Para ambos os tipos de amêndoas foram observadas baixas contagens ( $<10^2$  UFC/g).

No presente estudo, foi detectada contaminação por bolores e leveduras em 94,5% das 73 amostras analisadas antes do processo de torragem e em 21,8% após este tratamento (GRÁFICO 13), entretanto, apenas duas amostras de todas as analisadas apresentaram valores de contagem acima de  $10^3$  UFC/g (GRÁFICO 12). Estes resultados mostram uma maior susceptibilidade das amêndoas em pedaços em se contaminar por bolores e leveduras, em comparação aos estudos de Muniz *et al.* (2006) e Lima (2003), apesar de terem sido detectadas baixas contagens.

Apesar dos bolores e leveduras conseguirem se desenvolver em alimentos com baixa atividade de água, ainda assim os valores encontrados nas amêndoas de castanha de caju estudadas (TABELA 5) foram inferiores aos valores necessários para o crescimento desses micro-organismos. No entanto, as contagens observadas no presente trabalho podem ter sido decorrentes de práticas inadequadas em toda a linha de beneficiamento, principalmente no que se refere às condições de armazenamento, já que as amêndoas podem permanecer de um a três dias em processamento.

A deterioração das amêndoas de castanha de caju por bolores e leveduras é um problema essencialmente de pré-colheita, que se agrava no pós-colheita, devido ao prolongado armazenamento das castanhas em locais com elevadas umidade e temperatura (FREIRE; BARGUIL, 2001). Beuchat e Cousin (2001) também relacionaram a contaminação de amêndoas por fungos ao período de pré-colheita, já o crescimento desses micro-organismos se daria durante o armazenamento, que quanto mais longos, mais suscetível estaria à deterioração.

TABELA 18 - Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria A

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g) | 4ª Coleta<br>(UFC/g) | 5ª Coleta<br>(UFC/g) |
|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A1       | 6,0 x 10              | **                    | 2,0 x 10             | 3,0 x 10             | 1,0 x 10             |
| A2       | 1,0 x 10              | 2,0 x 10              | <10                  | <10                  | 1,0 x 10             |
| A3       | 3,0 x 10              | 4,0 x 10              | 2,5 x 10             | 2,0 x 10             | 1,5 x 10             |
| A4       | 1,4 x 10 <sup>2</sup> | 1,8 x 10 <sup>2</sup> | <10                  | 2,5 x 10             | 4,5 x 10             |
| A5       | 9,0 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10              | 1,5 x 10             | 1,0 x 10             | 1,5 x 10             |
| A6       | <10                   | <10                   | <10                  | <10                  | <10                  |
| A7       | *                     | *                     | *                    | *                    | *                    |
| A8       | <10                   | 3,5 x 10              | <10                  | <10                  | <10                  |
| A9       | <10                   | 1,0 x 10              | <10                  | 1,0 x 10             | <10                  |

\* Esta etapa do processamento não é realizada na indústria em questão

\*\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 19 - Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria B

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 2,5 x 10              | 4,0 x 10              | 1,3 x 10 <sup>2</sup> | 3,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10 <sup>3</sup> |
| A2       | 2,5 x 10              | 1,6 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10              | 1,5 x 10              | 1,5 x 10              |
| A3       | 3,0 x 10              | 1,6 x 10 <sup>3</sup> | 2,5 x 10              | 3,0 x 10 <sup>2</sup> | 7,0 x 10              |
| A4       | 4,5 x 10              | 7,0 x 10              | 9,5 x 10              | 8,0 x 10              | 4,0 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 1,3 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10 <sup>2</sup> | 4,0 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10              |
| A6       | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   |
| A7       | 1,0 x 10              | <10                   | <10                   | 1,0 x 10              | 3,0 x 10              |
| A8       | 1,0 x 10              | <10                   | <10                   | <10                   | 1,5 x 10              |
| A9       | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   |

TABELA 20 - Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços da indústria C

| AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g) | 2ª Coleta<br>(UFC/g) | 3ª Coleta<br>(UFC/g) | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1       | 4,5 x 10             | 2,5 x 10             | 6,0 x 10             | <10                   | 4,0 x 10              |
| A2       | 4,5 x 10             | 5,5 x 10             | 6,0 x 10             | 1,0 x 10              | 6,0 x 10              |
| A3       | 8,0 x 10             | 3,0 x 10             | 6,5 x 10             | 3,8 x 10 <sup>2</sup> | 1,0 x 10              |
| A4       | 6,0 x 10             | -                    | 7,5 x 10             | 1,1 x 10 <sup>2</sup> | 1,2 x 10 <sup>2</sup> |
| A5       | 4,0 x 10             | 7,5 x 10             | 7,0 x 10             | 1,1 x 10 <sup>2</sup> | 6,0 x 10              |
| A6       | <10                  | <10                  | <10                  | <10                   | <10                   |
| A7       | <10                  | 1,0 x 10             | 1,0 x 10             | <10                   | <10                   |
| A8       | <10                  | <10                  | 1,0 x 10             | <10                   | <10                   |
| A9       | <10                  | <10                  | 1,0 x 10             | <10                   | <10                   |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

TABELA 21 - Resultados das análises de bolores e leveduras das amostras de resíduos das indústrias pesquisadas

| INDÚSTRIAS | AMOSTRAS | 1ª Coleta<br>(UFC/g)  | 2ª Coleta<br>(UFC/g)  | 3ª Coleta<br>(UFC/g)  | 4ª Coleta<br>(UFC/g)  | 5ª Coleta<br>(UFC/g)  |
|------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A          | R1       | 9,5 x 10 <sup>2</sup> | 4,5 x 10 <sup>2</sup> | 5,0 x 10              | 7,0 x 10 <sup>2</sup> | 2,0 x 10 <sup>2</sup> |
|            | R2       | 4,0 x 10 <sup>2</sup> | 3,5 x 10 <sup>2</sup> | 5,5 x 10              | 2,0 x 10 <sup>2</sup> | 6,5 x 10              |
|            | R3       | -                     | <10                   | <10                   | <10                   | <10                   |
| B          | R1       | 7,6 x 10 <sup>4</sup> | 4,5 x 10 <sup>2</sup> | 2,0 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10 <sup>4</sup> | 1,2 x 10 <sup>5</sup> |
|            | R2       | -                     | 1,1 x 10 <sup>3</sup> | 7,5 x 10 <sup>2</sup> | 1,2 x 10 <sup>4</sup> | 1,1 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R3       | 4,0 x 10              | <10                   | 1,0 x 10              | 2,0 x 10              | 1,5 x 10              |
| C          | R1       | 6,0 x 10 <sup>3</sup> | 4,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,0 x 10 <sup>4</sup> | 4,5 x 10 <sup>3</sup> | 4,0 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R2       | 3,2 x 10 <sup>2</sup> | 1,6 x 10 <sup>3</sup> | 9,0 x 10 <sup>3</sup> | 5,0 x 10 <sup>3</sup> | 2,1 x 10 <sup>3</sup> |
|            | R3       | 2,5 x 10              | 2,5 x 10 <sup>2</sup> | 2,5 x 10              | 1,0 x 10              | 5,0 x 10              |

\* A amostra não estava disponível nesta etapa do processamento.

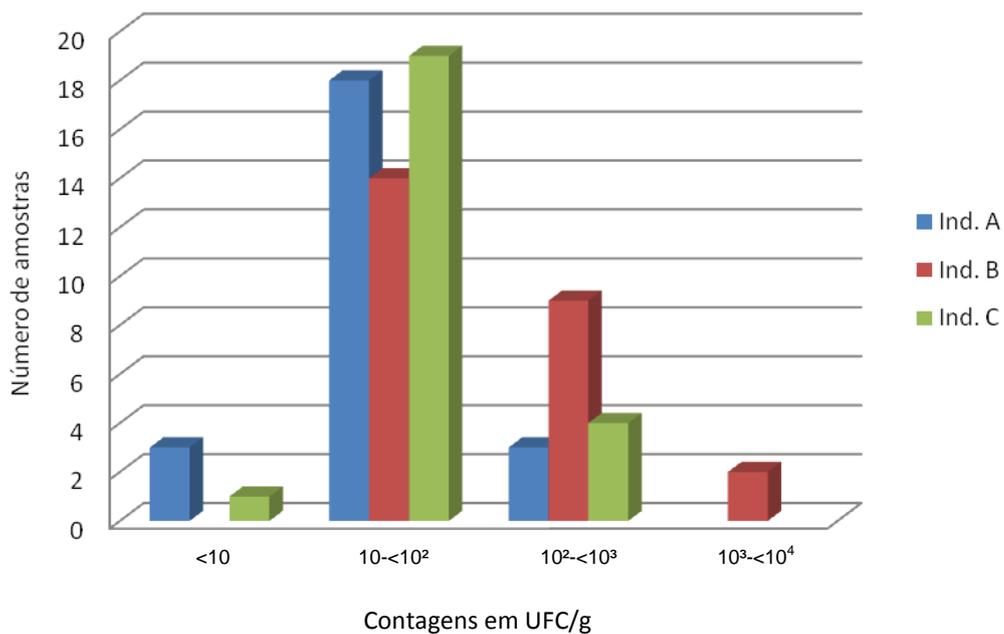


GRÁFICO 11 – Frequência das contagens de bolores e leveduras nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes da torragem.

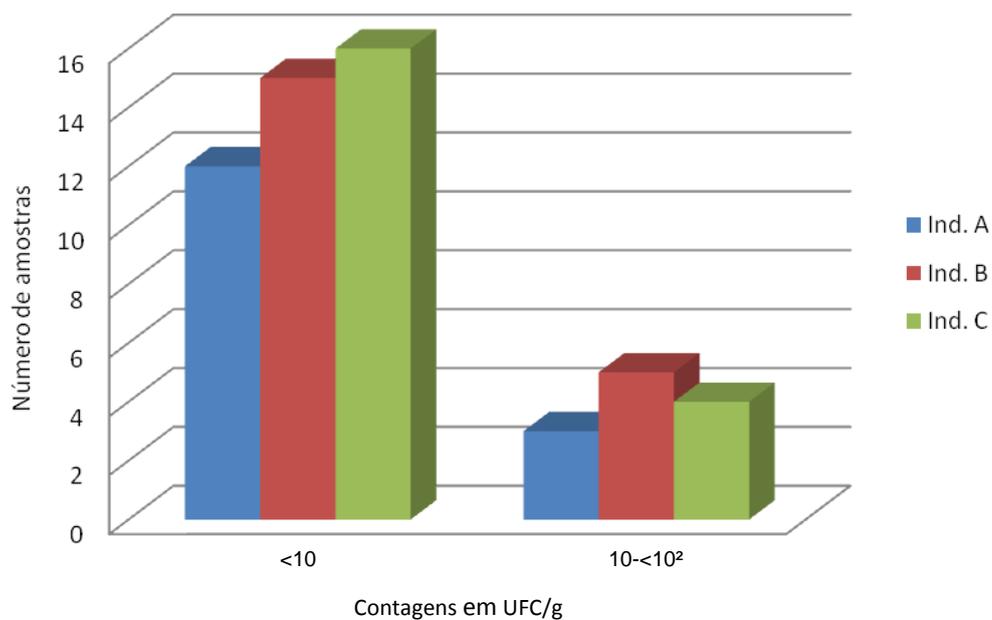


GRÁFICO 12 – Frequência das contagens de bolores e leveduras nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços após a torragem.

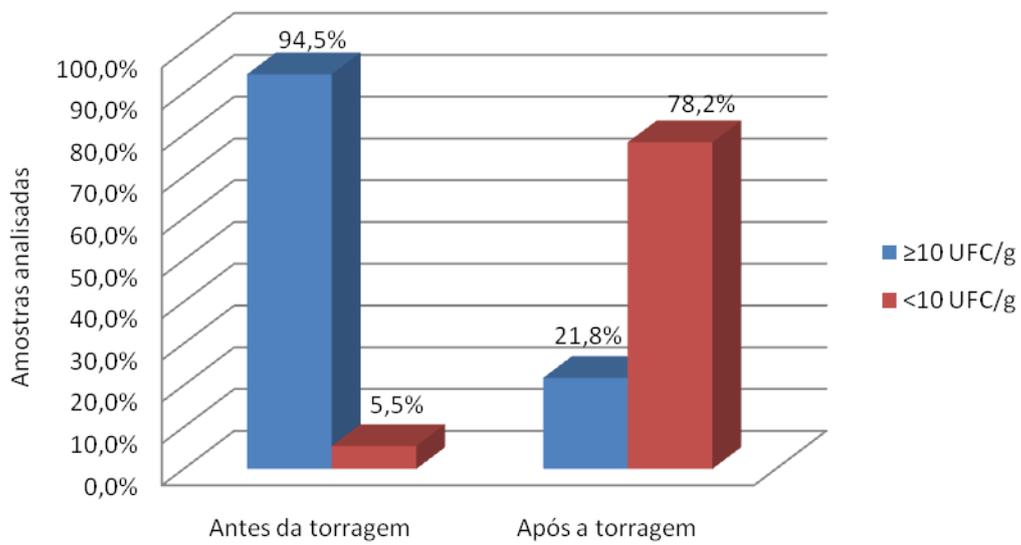


GRÁFICO 13 – Incidência das contagens de bolores e leveduras nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços antes e após o tratamento térmico.

Vale ressaltar que o resíduo da própria amêndoa presente no ambiente industrial, pode se aderir à superfície das amêndoas em pedaços e dessa forma favorecer o desenvolvimento desses micro-organismos. Contagens de até  $1,2 \times 10^5$  UFC de bolores e leveduras/g foram detectadas nos resíduos coletados antes do tratamento térmico (R1 e R2) (TABELA 21).

A retirada de resíduos de amêndoas de castanha de caju em pedaços por equipamentos com ventilação mostrou relação com a redução da carga microbiana das amostras que passaram por esse processo. Avaliando-se as etapas A1/A2, A4/A5 e A7/A8 (FIGURA 5), as quais são intercaladas pelo processo de retirada de resíduos, verificou-se uma redução nas contagens de bolores e leveduras em 51,6% das amostras que passaram por essa etapa, nas cinco coletas realizadas (TABELAS 18 a 21). Ao se observar as médias das cinco coletas, esta redução não foi significativa (APÊNDICE B). Foram consideradas nesta avaliação apenas as amostras A1, A4 e A7 (anteriores à retirada de resíduos) que apresentaram contagens maiores ou iguais a  $1,0 \times 10$  UFC de bolores e leveduras/g.

### 5.3 Identificação de bolores

A espécie de maior incidência nas amostras analisadas foi *Aspergillus niger* (105 amostras), seguida de *Aspergillus* spp. associado a outros gêneros não identificados (37 amostras), *Penicillium* sp. (14 amostras) e *Eurotium* sp. (6 amostras). O percentual de prevalência dos bolores em relação a todas as amostras analisadas está ilustrado no GRÁFICO 14.

A prevalência dos bolores identificados apresentou-se semelhante em todas as indústrias estudadas, sendo a espécie *A. niger* a de maior predominância, seguida de *Aspergillus* spp. associado a outros gêneros não identificados. Esses resultados são mostrados no GRÁFICO 15. Nota-se que as espécies de *Eurotium* foram associadas somente à indústria A.

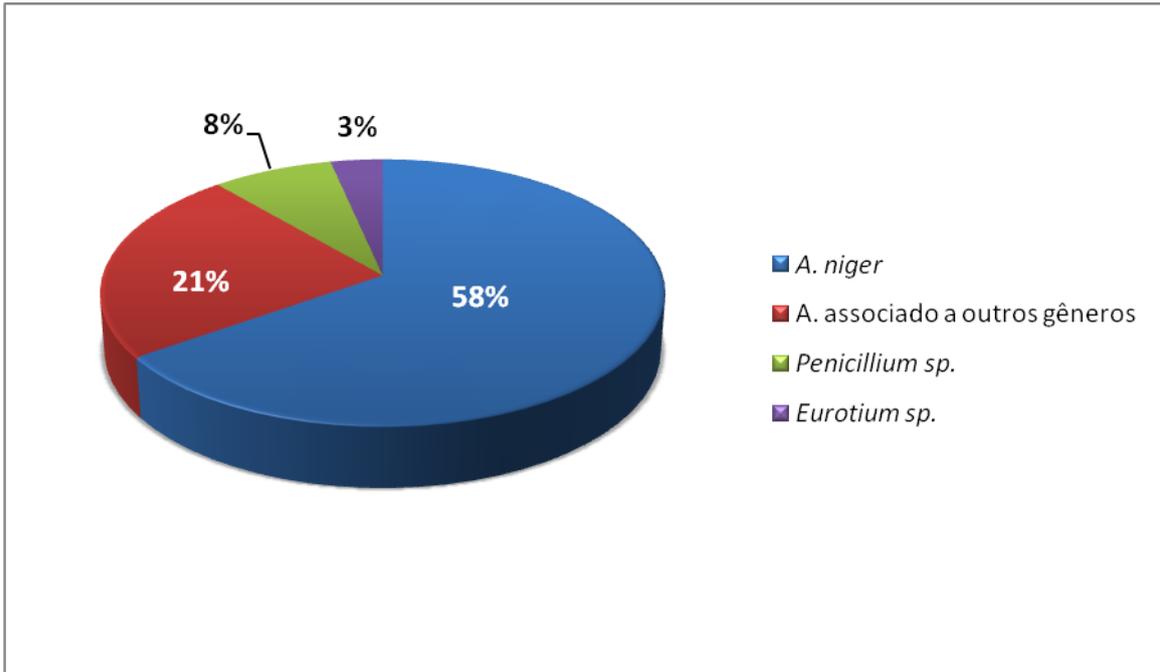


GRÁFICO 14 – Prevalência de bolores identificados nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos.

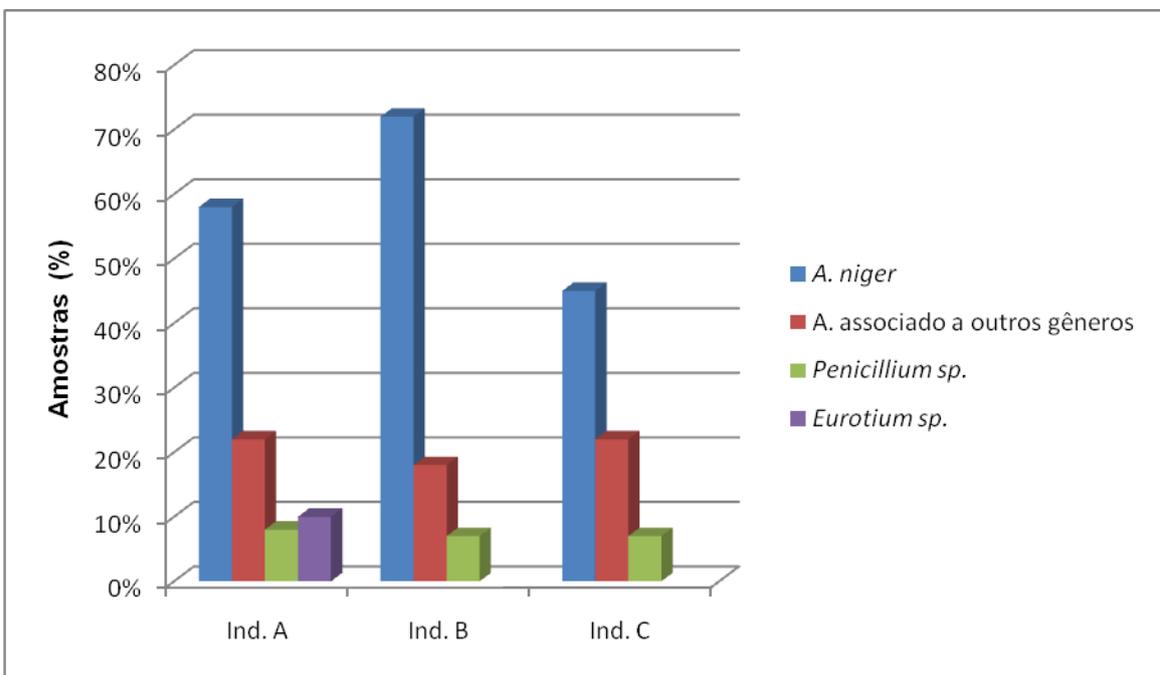


GRÁFICO 15 – Prevalência por indústria dos tipos de bolores detectados nas amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços e resíduos.

Semelhante ao presente estudo, em estudo realizado por Freire, Kozakiewicz e Paterson (1999), *Aspergillus niger* foi a espécie com mais colônias isoladas em 10 lotes de 1 kg dentre 37 diferentes espécies identificadas. Freire e Barguil (2001), ao identificarem fungos associados a amêndoas de castanha de caju, destacaram entre as principais espécies, *Aspergillus* e *Penicillium*, as quais ocorrem sempre em percentuais mais elevados, além de serem potencialmente produtores de micotoxinas (metabólitos secundários que podem provocar sérios prejuízos à saúde do homem e de animais domésticos). Neste mesmo estudo, foi associada também às amêndoas de todos os estados pesquisados a espécie *Eurotium amstelodami*, entre outras. Freire e Kozakiewicz (2005) confirmaram a identificação de 79 tipos de fungos em amêndoas de castanha de caju, sendo *Aspergillus* e *Penicillium* as espécies mais frequentes.

De acordo com ICMSF (1980), as espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* fazem parte da microbiota de nozes ainda na lavoura, indicando que as espécies detectadas durante o beneficiamento industrial neste estudo são semelhantes com a microbiota inicial das amêndoas.

*Eurotium* é um dos vários estágios sexuados produzidos pelas espécies de *Aspergillus*, as espécies desse gênero são as principais deterioradoras de alimentos de baixa Aa e têm sido isoladas de uma grande variedade de alimentos, incluindo amêndoas (TANIWAKI; SILVA, 2001).

O crescimento de fungos e produção de toxinas não são sinônimos, pois nem todos os fungos produzem toxinas. Por outro lado, as micotoxinas podem permanecer no alimento mesmo depois que os fungos responsáveis tenham sido destruídos. Os gêneros dos fungos mais comumente associados com toxinas são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (TANIWAKI; SILVA, 2001).

Pesquisas realizadas têm demonstrado que as amêndoas de castanha de caju não se comportam como um substrato adequado à formação de aflatoxinas, a despeito do elevado número de fungos já isolados (FREIRE; KOZAKIEWICZ, 2005).

## 6 CONCLUSÕES

- A presença de bactérias e fungos nas amêndoas de castanha de caju em pedaços indica que estas podem ser veículos de micro-organismos, uma vez que os baixos valores de umidade e Aa encontrados não favoreçam seu desenvolvimento.
- Não houve incidência de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. nas amostras analisadas, estando as amêndoas de castanha de caju em pedaços aptas ao consumo humano, atendendo aos padrões sanitários da Legislação Brasileira e às recomendações do *Codex Alimentarius*.
- Antes do processo de torragem, a maioria das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços apresentou incidência de *Enterobacteriaceae*, coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras, embora altas contagens tenham sido relacionadas apenas à indústria B.
- Após o processo de torragem, apenas as bactérias aeróbias mesófilas apresentaram alta incidência nas amêndoas de castanha de caju em pedaços, entretanto, somente a indústria B revelou altas contagens, inclusive de *Enterobacteriaceae* e coliformes totais.
- Nas indústrias A e C, a etapa de torragem das amêndoas de castanha de caju em pedaços foi eficiente para redução da carga microbiana de *Enterobacteriaceae*, coliformes totais e bolores e leveduras. Na indústria B, o mesmo ocorreu apenas com as contagens de bolores e leveduras.
- Houve recontaminação das amêndoas de castanha de caju em pedaços após o tratamento térmico em todas as indústrias investigadas. Apenas na indústria C não foi detectada recontaminação com relação à *Enterobacteriaceae* e coliformes totais. Altas contagens foram observadas somente na indústria B.

- A retirada de resíduos das amêndoas durante o processamento não representou redução significativa da carga microbiana presente nas amostras.
- Os bolores com maior incidência nas amostras analisadas foram *Aspergillus niger*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Eurotium* sp., além de outros gêneros não identificados.
- Um maior controle de qualidade nas indústrias é necessário, principalmente no que diz respeito à higiene do ambiente, equipamentos, utensílios e manipuladores, como forma de garantir a qualidade microbiológica das amêndoas de castanha de caju em pedaços durante o processamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Microbiología de los alimentos**. Cambridge: Acribia S.A, 1995. 464 p.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (ADECE). **Exportações do Ceará no Ano de 2010/2009, com Foco no Agronegócio**. Fortaleza, maio 2010. Disponível em: < <http://www.adece.ce.gov.br/downloads/ExpCearenses2010abril.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2010.

ASSOCIATION OF FOOD INDUSTRIES (AFI). **Specifications for Cashew Kernels**. jan. 2008. Disponível em: <<http://afi.mytradeassociation.org/bm~doc/cashews-part-i.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

ALAVASAR, C.; SHAHIDI, F. **Tree nuts : composition, phytochemicals, and health effects**. New York: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2008. 342 p.

ANDERSON, M. D. R. P. **Microbiología Alimentaria: Detección de Bacterias con Significado Higienico-Sanitario**. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 1989.

ANDREWS, W. H.; HAMMACK, T. S.. *Salmonella*. In: JACKSON, G. J; MERKER, R. I.; BANDLER, R. (Coord.). **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. 2007. cap 5. Disponível em: < <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM070149>>. Acesso em: 2 maio 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: A.O.A.C., 1996. cap. 33, p. 5.

BALABAN, N.; RASOOLY, A. Staphylococcal enterotoxins. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 61, n. 1, p. 1-10, oct. 2000.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 4th ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1998. 218 p.

BARROS, L. M. *et al.* (Ed.). **CAJU. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 148 p.

BEUCHAT, L. R.; COUSIN, M. A. Yeasts and Molds. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. cap. 20.

BENNETT, R. W.; LANCETTE, G. A. *Staphylococcus aureus*. In: JACKSON, G. J.; MERKER, R. I.; BANDLER, R. (Coord.). **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. 2001. cap. 12. Disponível em: < <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM071429>>. Acesso em: 25 nov. 2009.

BRAINER, M. S. C. P.; EVANGELISTA, F. R. **Proposta de Zoneamento para Cajucultura**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 176 p.

BRASIL. Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)>. Acesso em: 20 maio 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: MS, 2005. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº62, de 15 de dezembro de 2009. Regulamento Técnico da Amêndoa de Castanha de Caju. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 dez. 2009. Disponível em: < <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal> >. Acesso em: 20 jan.2010.

BRENNER, D. J.; FARMER III, J. J. Family I: Enterobacteriaceae In: **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. 2th ed., v. 2. New York: Springer, 2005. p. 587-607.

BRENNER, F. W. *et al.* *Salmonella* Nomenclature. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, DC, v. 38, n. 7, p. 2465-2467, jul. 2000.

CALDAS, E. D.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 319-23, mar. 2002.

CBI. Centre for the Promotion of Imports From Developing Countries. **The Preserved Fruit and Vegetables Market in the EU**. 2008. Disponível em: < [www.cbi.eu](http://www.cbi.eu) >. Acesso em: 3 jan. 2010.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Salmonellosis**. National Center for Infectious Diseases. 2005. Disponível em: < <http://www.cdc.gov/salmonella/> >. Acesso em: 5 jan. 2010.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (CAC). **Recommended international code of hygienic practice for tree nuts**. CAC/RCP 6–1972. Disponível em: < [www.codexalimentarius.net/download/standards/266/CXP\\_006e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/266/CXP_006e.pdf) >. Acesso em: 16 jun. 2010.

DANYLUK, M. D. *et al.* Prevalence and amounts of Salmonella found on raw California almonds. **Journal Food Prot.**, n. 70, p. 820–827, 2007.

DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. (Ed.). **Food microbiology: fundamental and frontiers**. 2th ed. Washington: ASM Press, 2001.

DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. 676 p.

EDUARDO, M. B. P. *et al.* *Salmonella Enteritidis*: uma importante causa de surtos bacterianos veiculados por alimentos e a necessidade de uma nova regulamentação sanitária para os alimentos implicados, São Paulo, Brasil, 1999-2003. **Boletim Epidemiológico Paulista (BEPA)**. 2004. Disponível em: < [www.cve.saude.sp.gov.br](http://www.cve.saude.sp.gov.br) >. Acesso em: 10 jan. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Iniciando um Pequeno Grande Negócio Agroindustrial: Castanha de Caju**. Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 131 p.

\_\_\_\_\_. **Processamento de Castanha de Caju**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 53 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Small-scale cashew nut processing**. Rugby, UK, 2001. Disponível em: < <http://www.fao.org/AG/Ags/agsi/Cashew/Cashew.htm> >. Acesso em: 3 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. The Statistics Division. **Major food and agricultural commodities and producers: Cashew nuts**. 2005. Disponível em: < <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=em & item=217 & year=2005> > Acesso em: 3 fev. 2010.

FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In: JACKSON, G. J.; MERKER, R. I.; BANDLER, R. (Coord.). **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. 2002. cap 4. Disponível em: < <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM064948#authors>>. Acesso em: 27 nov. 2009.

FERNANDES, S. A. *et al.* Salmonella Serovars isolated from humans in São Paulo State, Brazil, 1996-2003. **Rev. Inst. de Med. Tropical de São Paulo**, v. 48, n. 4, p. 179-184, 2006.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**, Porto Alegre: ARTMED, 2002. 424 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

FREIRE, F. C. O.; BARGUIL, B. M. **Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil**. Fortaleza: EMBRAPA, dez. 2001. Comunicado Técnico. Disponível em:<[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_2589.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2589.pdf) >. Acesso em: 19 jun. 2009.

FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWICZ, Z. Filamentous fungi, bacteria and yeasts associated with cashew kernels in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 249 – 254, maio/ago. 2005.

FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R. R. M. Mycoflora and mycotoxins of Brazilian cashew kernels. **Mycopathologia**, Netherlands, v. 145, p. 95–103, 1999.

FREIRE, F. C. O.; OFFORD, L. Bacterial and Yeast Counts in Brazilian Commodities and Spices. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, p. 1 - 4, 2002.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (FUNCAP). Agência Funcap. **Imagem Caju**. 2009., il. color. Disponível em:< [http://www.funcap.ce.gov.br/agencia-funcap-pesquisador-da-ufc-desenvolve-adubo-organico-a-partir-do-bagaco-do-caju-1/image/image\\_view\\_fullscreen](http://www.funcap.ce.gov.br/agencia-funcap-pesquisador-da-ufc-desenvolve-adubo-organico-a-partir-do-bagaco-do-caju-1/image/image_view_fullscreen)>. Acesso em: 2 fev. 2010.

GILES, J. P. Cashew quality considerations. In: **The cashew export promotion council of india**. World Cashew Congress. Kochi, India, 2001. p. 115.

GLORIA, E. M. *et al.* Perfil da Contaminação com Aflatoxina entre Embalagens de Produtos de Amendoim. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 660-665, 2006.

HALVORSEN, B. L. *et al.* A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. **The Journal of Nutrition**, v. 132, p. 461-471, 2002.

HOLANDA, L. F. F. **Castanha de caju (*Anacardium occidentale, L.*), processo mecânico de extração da amêndoa**. 1988. 216 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estados - Lavoura Permanente 2008**. 2008a. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ce&tema=lavourapermanente2008>> Acesso em: 8 out. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estados - Lavoura Permanente 2000-2008**. 2008b. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ce>> Acesso em: 8 out. 2009.

INTERNATIONAL COMMISSION OF MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). **Microorganisms in foods 3. Microbial Ecology of Foods. Food Commodities**. v. 2. New York, Academic Press, 1980.

\_\_\_\_\_. **Microorganisms in foods 5. Characteristics of Microbial Pathogens**. London: Blackie Academic & Professional, 1996.

\_\_\_\_\_. **Microorganisms in foods 7. Microbiological Testing in food safety management**. New York: Kluwer Academic & Plenum Publishers, 2001.

\_\_\_\_\_. **Microorganisms in foods 6. Microbial Ecology of Food Commodities**. 2th ed. New York: Kluwer Academic & Plenum Publishers, 2005.

\_\_\_\_\_. **Microorganisms in foods 1. Their significance and methods of enumeration**. 2th ed. Toronto: University of Toronto, 1988.

JOHN, J. A.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Journal of Functional Foods**, 2010.

KAMATH, V.; RAJINI, P. S. The efficacy of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) skin extract as a free radical scavenger. **Food Chemistry**, v. 103, p. 428-433, 2007.

KING, A.D.; JONES, T. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. p. 561-563.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. *Enterobacteriaceae*, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. cap. 8.

LIMA, C. A. A.; PASTORE, G. M.; LIMA, E. D. P. A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju dos clones de cajueiro anão precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 358-362, 2000.

LIMA, J. R.; BORGES, M. F. Armazenamento de Amêndoas de Castanha de Caju: Influência da embalagem e da Salga. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 104-109, jan./jun. 2004.

LIMA, J. R.; BRUNO, L. M. Estabilidade de pasta de amêndoa de castanha de caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 816-822, 2007.

LIMA, J. R.; DUARTE, E. A. Pastas de castanha-de-caju com incorporação de sabores. **Pesquisa Agropecuária Bras.**, v.41, n.8, p.1333-1335, 2006.

LIMA, T. O. L. **Avaliação microbiológica e físico-química das amêndoas de castanha de caju inteiras cruas e das tostadas e salgadas, nas linhas de beneficiamento industrial**. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

LIMA, V. P. M. S. (Org.). **A cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ETENE, 1988.

LITTLE, C. L. *et al.* Survey of Salmonella contamination of edible nut kernels on retail sale in the UK. **Food Microbiology**, v. 27, p. 171-174, 2010.

MCGHIE, E. J. *et al.* Salmonella takes control: effector-driven manipulation of the host. **Current Opinion in Microbiology**, v.12, p.117-124, 2009.

MEDINA, J. C. **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus subprodutos**. Série Frutas Tropicais. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, 1980. 295 p.

MESQUITA, A. L. M. *et al.* **Controle da Traça-da-Castanha com Produtos à Base de Óleos Essenciais e Hidrolatos**. Fortaleza: EMBRAPA, 2008. Comunicado Técnico Online. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/home/down/index.php?pub/cot\\_135.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/home/down/index.php?pub/cot_135.pdf)>. Acesso em: 7 maio 2009.

MORTON, R. D. Aerobic plate count. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. cap. 7.

MOSSEL, D. A. A.; CORRY, J. E. L.; STRUIJK, C. B. **Essentials of the Microbiology of Foods**. England: John Wiley & Sons Ltd., 1995.

MUNIZ, C. R. **Caracterização Microbiológica de Amêndoas de Castanha de Caju Cruas Processadas em Minifábricas no Estado do Ceará**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

MUNIZ, C. R. *et al.* Effect of Processing Conditions on the Microbiological Quality of Cashew Nuts. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.9, n.1, p. 33-38, jan./mar. 2006.

NUNES, I. L. *et al.* Arroz comercializado na região Sul do Brasil: aspectos micotoxicológicos e microscópicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 190-194, 2003.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento Industrial do Caju**. Fortaleza: EMBRAPA, CNTPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88 p.

PRADO, G. *et al.* Determinação de Aflatoxina B1 em Pimenta (*Piper nigrum* L.) e Orégano (*Origanum vulgare* L.) por Cromatografia em Camada Delgada e Densitometria. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 514-517, 2008.

RODRIGUES, F. H. A. **Ação antioxidante de derivados do líquido da castanha de caju (LCC) sobre a degradação termooxidativa do poli (1,4-cis-isopreno)**.

2006. 163 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica e Inorgânica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SAS INSTITUTE, Inc. **SAS User's Guide**: version 9.1, Cary, NC: SAS Institute, 2006.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR (SECEX). **Exportação (1996 a 2010):** amêndoa de castanha de caju. 2010. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2010.

SILVA, F. F. da. **Identificação de Agentes de Biocontrole e Níveis Naturais de Parasitismo de *Anacampsis phytomiella* (LEP: GELECHIIDAE) em Frutos e Ramos Ponteiros do Cajueiro**. 2002. 34 f. Monografia (Disciplina Atividade Supervisionada) – Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

SILVA, M. S. S. *et al.* Anacardic acid derivatives from brazilian propolis and their antibacterial activity. **Eclética Química**, São Paulo, v. 33, n.3, p. 53-58, 2008.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE CASTANHA DE CAJU E AMÊNDOAS VEGETAIS DO ESTADO DO CEARÁ (SINDICAJU). **Cajucultura: Perfil do Setor**. Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://sindicaju.org.br/?page\\_id=212](http://sindicaju.org.br/?page_id=212)>. Acesso em: 5 jun. 2010.

SOARES, J. B. **O Caju: aspectos tecnológicos**. Fortaleza: BNB, 1986. 256 p.

SOMAM, C. R. Cashew nut as a constituent of healthy diet. In: **The cashew export promotion council of india**. World Cashew Congress. Kochi, India, 2001. p. 67-71.

TANIWAKI, M. H.; SILVA, N. **Fungos em alimentos: ocorrência e detecção**. Campinas: ITAL, 2001. 82 p.

TREVISAN, M. T. *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p.188-197, 2006.

UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento (CE) nº 1881/2006 de 19 de Dezembro de 2006. Teores máximos de certos contaminantes presentes nos gêneros alimentícios. **Jornal Oficial da União Européia**. 20 dez. 2006. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:PT:PDF>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

UNITED STATES AGENCY INTERNACIONAL DEVELOPMENT (USAID). **Análise da indústria de Castanha de Caju**: Inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional. Brasil, 2006. Disponível em: < [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADM250.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADM250.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **National Nutrient Database for Standard Reference**. 2009. Disponível em: < <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>> Acesso em: 30 abr. 2010.

ZUCON, L. T. S. **Caracterização fenotípica e genotípica de amostras de *Salmonella* spp. isoladas de suínos**. 2008. 91 f. Tese (Pós-graduação em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VIEIRA, I. G. P. *et al.* Determinação de aflatoxinas em amêndoas de cajueiro por cromatografia em camada delgada. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v.38, n.4, p.430-435, 2007.

WU, X. *et al.* Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4026-4037, 2004.

3M COMPANY. **Placas 3M Petrifilm**. 2010., il. color. Disponível em: <[http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt\\_BR/Microbiology/FoodSafety/product-information/product-catalog-br/?PC\\_7\\_RJH9U5230GD8A0I8TS8A0O2C43\\_nid=2BJ86690LFbeRNSP8PD320gl](http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/Microbiology/FoodSafety/product-information/product-catalog-br/?PC_7_RJH9U5230GD8A0I8TS8A0O2C43_nid=2BJ86690LFbeRNSP8PD320gl)>. Acesso em: 7 jan. 2010.

# APÊNDICE

APÊNDICE A – Médias dos resultados das análises de *Enterobacteriaceae* e coliformes totais das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços nas três indústrias estudadas

| AMOSTRAS                 | <i>Enterobacteriaceae</i><br>(log UFC/g) |              |            | Coliformes totais<br>(log UFC/g) |              |            |
|--------------------------|--|--------------|------------|----------------------------------|--------------|------------|
|                          | A  | B            | C          | A                                | B            | C          |
| <b>Antes da torragem</b> |  |              |            |                                  |              |            |
| A1                       | 0,00±0,00a                               | 2,65±0,85abc | 0,55±1,22a | 0,26±0,60a                       | 2,09±1,27ab  | 0,00±0,00a |
| A2                       | 0,26±0,58ab                              | 2,93±2,01abc | 0,83±0,75a | 0,00±0,00a                       | 1,99±1,67ab  | 0,26±0,58a |
| A3                       | 1,71±1,07bc                              | 3,37±0,90a   | 1,31±0,81a | 1,06±1,17a                       | 2,53±1,61a   | 0,47±0,58a |
| A4                       | 1,42±0,90ab                              | 2,88±0,79abc | 1,08±1,25a | 0,89±0,58a                       | 2,36±0,93ab  | 0,84±0,97a |
| A5                       | 0,42±0,93ab                              | 2,27±2,00abc | 1,01±0,93a | 0,59±0,80a                       | 1,36±2,11abc | 0,56±0,76a |
| <b>Após a torragem</b>   |  |              |            |                                  |              |            |
| A6                       | 0,00±0,00a                               | 1,45±1,46bd  | 0,00±0,00a | 0,00±0,00a                       | 1,42±1,42abc | 0,00±0,00a |
| A7                       | -  | 1,04±1,49d   | 0,00±0,00a | -                                | 1,05±0,95bc  | 0,00±0,00a |
| A8                       | 0,00±0,00a                               | 0,68±1,05d   | 0,00±0,00a | 0,00±0,00a                       | 0,51±0,66c   | 0,00±0,00a |
| A9                       | 0,34±0,76ab                              | 0,80±0,81d   | 0,00±0,00a | 0,34±0,00a                       | 0,71±0,66c   | 0,00±0,00a |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Bonferroni.

APÊNDICE B – Médias dos resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras das amostras de amêndoas de castanha de caju em pedaços nas três indústrias estudadas

| AMOSTRAS                 | Bactérias aeróbias mesófilas<br>(log UFC/g) |                         |                          | Bolores e leveduras<br>(log UFC/g) |                         |                         |
|--------------------------|---|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | A   | B                       | C                        | A                                  | B                       | C                       |
| <b>Antes da torragem</b> |   |                         |                          |                                    |                         |                         |
| A1                       | 1,23±0.82 <sup>ab</sup>                     | 2,96±0.94 <sup>ab</sup> | 1,77±0.62 <sup>ac</sup>  | 1,41±0.78 <sup>a</sup>             | 2,13±0.65 <sup>bd</sup> | 1,30±0.73 <sup>ab</sup> |
| A2                       | 1,25±0.76 <sup>ab</sup>                     | 3,22±1.50 <sup>a</sup>  | 1,55±0.15 <sup>abc</sup> | 0,68±0.58 <sup>a</sup>             | 1,53±0.43 <sup>cd</sup> | 1,61±0.78 <sup>b</sup>  |
| A3                       | 2,36±0.42 <sup>a</sup>                      | 3,31±0.64 <sup>a</sup>  | 1,87±1.01 <sup>ac</sup>  | 1,41±0.16 <sup>a</sup>             | 2,09±0.76 <sup>bd</sup> | 1,77±0.96 <sup>b</sup>  |
| A4                       | 2,45±0.51 <sup>a</sup>                      | 3,32±0.82 <sup>a</sup>  | 2,05±0.50 <sup>c</sup>   | 1,50±0.90 <sup>a</sup>             | 2,00±0.36 <sup>bd</sup> | 1,95±0.14 <sup>b</sup>  |
| A5                       | 2,04±0.26 <sup>a</sup>                      | 3,15±1.50 <sup>a</sup>  | 1,87±0.37 <sup>ac</sup>  | 1,56±1.06 <sup>a</sup>             | 2,24±0.42 <sup>bd</sup> | 1,84±0.16 <sup>b</sup>  |
| <b>Após a torragem</b>   |   |                         |                          |                                    |                         |                         |
| A6                       | 0,42±0.85 <sup>b</sup>                      | 2,31±0.67 <sup>ab</sup> | 0,45±0.53 <sup>ab</sup>  | 0,00±0.00 <sup>a</sup>             | 0,00±0.00 <sup>a</sup>  | 0,00±0.00 <sup>a</sup>  |
| A7                       | -   | 2,25±1.74 <sup>ab</sup> | 0,66±0.53 <sup>b</sup>   | -                                  | 0,71±0.66 <sup>ac</sup> | 0,42±0.15 <sup>a</sup>  |
| A8                       | 1,61±1.30 <sup>ab</sup>                     | 1,67±0.88 <sup>b</sup>  | 0,47±0.58 <sup>ab</sup>  | 0,31±0.69 <sup>a</sup>             | 0,45±0.53 <sup>ac</sup> | 0,21±0.25 <sup>a</sup>  |
| A9                       | 1,65±1.24 <sup>ab</sup>                     | 1,57±0.81 <sup>b</sup>  | 0,42±0.20 <sup>ab</sup>  | 0,42±0.53 <sup>a</sup>             | 0,00±0.00 <sup>a</sup>  | 0,21±0.68 <sup>a</sup>  |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Bonferroni.

# **ANEXOS**

**ANEXO A - Amêndoa de Castanha de Caju Inteira – Limites máximos de tolerância de defeitos expresso em %/peso**

| Tipos        | Defeitos Graves                |                   |                             |              | Defeitos Leves          |                  |                    |                    |                |                  |                   |                     |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|---------------------|
|              | Matérias Estranhas e Impurezas | Danos por Insetos | Mofadas, Rançosas e Ardidas | Total        | Tipo ou Variação de Cor |                  |                    |                    | Manchada       | Dano Superficial | Película Aderente | Total               |
|              |                                |                   |                             |              | 2                       | 3 <sup>(1)</sup> | 4 <sup>(2)</sup>   | 5                  |                |                  |                   |                     |
| 1            | 0,5                            | 1,0               | 1,0                         | 2,0          | 10,0                    | 3,0              | 2,0                | 1,0                | 2,0            | 3,0              | 3,0               | 12,0                |
| 2            | 0,5                            | 1,0               | 2,0                         | 3,0          | na                      | 10,0             | 3,0 <sup>(3)</sup> | 3,0 <sup>(3)</sup> | 4,0            | 3,0              | 3,0               | 15,0                |
| 3            | 0,5                            | 1,0               | 2,0                         | 3,0          | na                      | na               | 9,0 <sup>(3)</sup> | 9,0 <sup>(3)</sup> | 9,0            | 7,0              | 5,0               | 15,0                |
| 4            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 4,0          | na                      | 5,0              | na                 | 3,5                | na             | 7,0              | 5,0               | 15,0                |
| 5            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 4,0          | na                      | na               | na <sup>(4)</sup>  | na                 | na             | 7,0              | 5,0               | 15,0                |
| M            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 4,0          | na                      | na               | 9,0                | 9,0                | <sup>(5)</sup> | <sup>(5)</sup>   | 5,0               | 20,0 <sup>(5)</sup> |
| Fora de tipo | Acima de 0,5                   | Acima de 0,2      | Acima de 2,0 até 5,0        | Acima de 4,0 | na                      | na               | na                 | na                 | na             | Acima de 7,0     | Acima de 5,0      | Acima de 20,0       |

**Observações:**

- (1) Nos tipos 1 e 2, admitem-se amêndoas com leve e pequena mancha.
  - (2) Nos tipos 1 e 2, admitem-se amêndoas com ponto(s) preto(s) de pequeno diâmetro.
  - (3) O somatório dos percentuais referentes à variação de cor estabelecidos para os tipos 4 e 5 não poderá exceder ao limite máximo de tolerância desse defeito estabelecido para o referido tipo 5.
  - (4) Admitem-se amêndoas brocadas com mais de um ponto preto em cada lado.
  - (5) No tipo M, os defeitos queimada, dano superficial e manchada não serão considerados.
- na: não se aplica

Fonte: BRASIL(2009).

ANEXO B - Amêndoa da Castanha de Caju (Batoques, Bandas, Pedacos Grandes e Pedacos Médios) – Limites máximos de tolerância de defeitos expresso em %/peso

| Tipos        | Defeitos Graves                |                   |                             |              | Defeitos Leves          |                  |                    |                    |                               |                   |               |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|
|              | Matérias Estranhas e Impurezas | Danos por Insetos | Mofadas, Rançosas e Ardidas | Total        | Tipo ou Variação de Cor |                  |                    |                    | Danos Superficiais (cortadas) | Película Aderente | Total         |
|              |                                |                   |                             |              | 2                       | 3 <sup>(2)</sup> | 4 <sup>(3)</sup>   | Pontos Pretos      |                               |                   |               |
| 1            | 0,5                            | 1,0               | 1,0                         | 2,0          | 10,0                    | 4,0              | 3,0                | 1,0                | 3,0                           | 3,0               | 16,0          |
| 2            | 0,5                            | 1,0               | 2,0                         | 3,0          | na                      | 10,0             | 3,0 <sup>(1)</sup> | 3,0 <sup>(1)</sup> | 3,0                           | 3,0               | 16,0          |
| 3            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 4,0          | na                      | na               | 9,0 <sup>(1)</sup> | 9,0 <sup>(1)</sup> | 7,0                           | 5,0               | 16,0          |
| 4            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 4,0          | na                      | 5,0              | Na                 | 3,5                | 7,0                           | 5,0               | 16,0          |
| Fora de tipo | Acima de 0,5                   | Acima de 0,2      | Acima de 2,0 até 5,0        | Acima de 4,0 | na                      | na               | Na                 | na                 | Acima de 7,0                  | Acima de 5,0      | Acima de 16,0 |

**Observações:**

(1) O somatório dos percentuais referentes à variação de cor estabelecidos para os tipos 4 e pontos pretos não poderá exceder ao limite máximo de tolerância desse defeito estabelecido para o defeito pontos pretos.

(2) Nos tipos 1 e 2, admitem-se amêndoas com leve e pequena mancha.

(3) Nos tipos 1 e 2, admitem-se amêndoas com ponto(s) preto(s) de pequeno diâmetro.

na: não se aplica

Fonte: BRASIL(2009).

ANEXO C - Amêndoa da Castanha de Caju (Pedaços Pequenos, Pedaços Superpequenos, Grânulos, Xerém e Farinha) – Limites máximos de tolerância de defeitos expressos em %/peso

| Tipos        | Defeitos Graves                |                   |                             |              | Defeitos Leves          |      |                              |                          |                   |               |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|------|------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
|              | Matérias Estranhas e Impurezas | Danos por Insetos | Mofadas, Rançosas e Ardidas | Total        | Tipo ou Variação de Cor |      |                              |                          | Película Aderente | Total         |
|              |                                |                   |                             |              | 2                       | 3    | Pontos Pretos <sup>(1)</sup> | Manchadas <sup>(2)</sup> |                   |               |
| 1            | 0,5                            | 1,0               | 1,0                         | 2,0          | 10,0                    | 5,0  | 5,0                          | 5,0                      | 5,0               | 18,0          |
| 2            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 3,0          | na                      | 10,0 | 7,0                          | 7,0                      | 5,0               | 18,0          |
| 3            | 0,5                            | 2,0               | 2,0                         | 3,0          | na                      | na   | 15,0                         | 15,0                     | 5,0               | 18,0          |
| Fora de tipo | Acima de 0,5                   | Acima de 0,2      | Acima de 2,0 até 5,0        | Acima de 3,0 | na                      | na   | na                           | na                       | Acima de 5,0      | Acima de 18,0 |

**Observações:**

(1) São grânulos da mesma dimensão dos demais, porém destacam-se por apresentarem pontos pretos.

(2) São grânulos da mesma dimensão dos demais, porém destacam-se por serem manchados.

na: não se aplica

Fonte: BRASIL(2009).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)