



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

# ESTUDO DO ACONDICIONAMENTO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO EM SISTEMAS UNITIZADOS

*Valéria Delgado de Almeida Anjos*

Orientadora: *Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes*

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos

**Campinas**

**Maiο, 2005**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

An58e Anjos, Valéria Delgado de Almeida  
Estudo do acondicionamento de café torrado e moído em sistemas unitizados / Valéria Delgado de Almeida Anjos. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Hilary Castle de Menezes  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Café. 2. Unidades. 3. Vida-de-prateleira. 4. Avaliação sensorial. 5. Consumidores – Testes. I. Menezes, Hilary Castle de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Título em inglês: Study of the packing of roasted and ground coffee in unity system

Palavras-chave em inglês (Keywords): Coffee, Unity, Shelf life, Sensorial Analysis, Consumers – Tests

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Hilary Castle de Menezes  
José de Assis Fonseca Faria  
Flávia Maria Neto  
Maria Fernanda Penteadó Moretzsohn  
Carlos Raimundo Ferreira Grosso  
Eduardo Vicente  
Alfredo de Almeida Vitali

## BANCA EXAMINADORA

---

*Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes*  
DTA/FEA - UNICAMP

---

*Prof. Dr. José de Assis F. Faria*  
DTA/FEA - UNICAMP

---

*Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia Maria Neto*  
DEPAN/FEA - UNICAMP

---

*Dra. Maria Fernanda Penteado M. de Castro*  
Unidade Laboratorial de Referência de Microbiologia/ITAL

---

*Prof. Dr. Carlos Raimundo F. Grosso*  
DEPAN/FEA - UNICAMP

---

*Dr. Eduardo Vicente*  
Centro de Química/ITAL

---

*Dr. Alfredo de Almeida Vitali*  
Grupo de Engenharia/ITAL

## DEDICATÓRIA

*Às minhas filhas Fabiana e Paula,  
ao meu marido, Carlos,  
aos meus pais Frederico e Carolina (in memorian).*

*Talvez tenha sido um avô, talvez um professor ou um amigo da família. Uma pessoa mais velha, paciente e sábia, que se interessou por nós e nos compreendeu, quando éramos jovens, inquietos e inseguros. Uma pessoa que nos fez olhar o mundo de uma perspectiva diferente e nos ajudou com seus conselhos e seu afeto a encontrar nossos caminhos...*

*A última grande lição*

*Mitch Albom*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos, força e coragem.

À Profa. Hilary pela confiança e orientação.

Aos colegas do LAFISE, do Centro de Química, FRUTHOTEC, TECNOLAT e CETEA, pela colaboração nas análises sensoriais, químicas, embalagem e pela permissão no uso de plantas-piloto, câmaras e equipamentos.

Ao Pesquisador Eduardo Vicente e ao Técnico Fernando (*in memoriam*) pelo auxílio na condução das análises cromatográficas para determinação de voláteis.

Aos estagiários Fabrício, estudante de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, à estudante do curso de Nutrição Simone Galvão Menezes e Michelle Alves do Curso de Tecnologia de Alimentos do SENAI – Campinas, ao Leandro Perón do Colégio Técnico de Paulínia, à aluna Rebeca Levantese do Instituto de Química e ao Técnico Márcio Costa do LAFISE pelo auxílio na preparação das amostras e análises.

Às técnicas Karina Cintra, Camila Teles e Camila Monteiro pelo auxílio nas análises sensoriais.

A toda equipe de provadores de café do LAFISE.

A todas as famílias que gentilmente participaram no teste de uso doméstico.

Aos funcionários do Setor de Manutenção pelo empréstimo e uso da prensa entre outros serviços, principalmente na pessoa do Sr. Amaral, sempre disposto e pronto para resolver os problemas.

Ao Dr. Alfredo Vitalli, Dra. Emília Mori pela contribuição na condução e direcionamento do trabalho.

Ao pesquisador Katumi Yotsuyanagi, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À empresa Lilla pelo fornecimento do molde para prensagem do café.

À EMBRAPA – Empresa de Pesquisa Agropecuária através do Consórcio Nacional de Pesquisa em CAFÉ – CNP&CAFÉ, pelo financiamento do projeto.

À empresa Mitsui Alimentos e à COOXUPÉ – Cooperativa de Produtores de Café de Guaxupé pelo fornecimento de café cru.

À empresa Itamaraty pelo fornecimento de embalagem, café e pelo processamento realizado na sua Unidade em Rolândia.

À empresa ALCAN e SHELMAR pelo fornecimento de embalagem.

Aos membros da banca examinadora pelas correções e sugestões.

A todos que através de obras ou em pensamento contribuíram para que eu cumprisse mais esta etapa da minha carreira.

A ordem de aparecimento não é diretamente proporcional à importância que exerceram neste trabalho, pois cada um de forma ímpar contribuiu de maneira brilhantemente em sua especialidade.

***Que DEUS abençoe a todos com muita generosidade.***

# SUMÁRIO

## RESUMO GERAL

|   |    |
|---|----|
| Estudo do acondicionamento de café torrado e moído em sistemas unitizados obtidos por prensagem ..... | xv |
|---|----|

## GENERAL SUMMARY

|   |      |
|---|------|
| Study of packing of the roast, ground coffee in unity system obtained by press..... | xvii |
|---|------|

## INTRODUÇÃO GERAL .....XIX

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | xxi |
|----------------------------------|-----|

## CAPÍTULO 1

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 1

|  |    |
|--|----|
| 1 O CAFÉ.....  | 1  |
| 1.1 Origem e principais espécies.....                                    | 1  |
| 1.2 Classificação.....   | 2  |
| 1.3 Composição química.....  | 3  |
| 2 INDUSTRIALIZAÇÃO.....  | 4  |
| 2.1 Torração.....  | 4  |
| 2.1.1 Alterações físicas.....  | 4  |
| 2.1.2 Alterações químicas.....   | 6  |
| Carboidratos.....  | 6  |
| Lipídios.....  | 7  |
| Proteínas e aminoácidos.....   | 7  |
| Ácidos.....  | 8  |
| Minerais.....  | 8  |
| Alcalóides.....  | 9  |
| Voláteis.....  | 9  |
| 3 GRAU DE TORRA.....   | 12 |
| 4 MOAGEM.....  | 13 |
| 5 O CAFÉ TORRADO E MOÍDO.....  | 15 |
| 5.1 Estabilidade do café torrado e moído.....                            | 16 |
| 5.1.1 Fatores responsáveis pelas alterações do café torrado e moído..... | 16 |
| Umidade.....   | 16 |
| Oxigênio.....  | 18 |
| Perda de aroma.....  | 20 |
| Liberação de gás carbônico.....  | 22 |
| 5.1.2 Fatores responsáveis pela qualidade da bebida.....                 | 23 |
| a) A proporção entre café e água no preparo da bebida.....               | 23 |
| b) Grau de moagem e tempo de extração.....                               | 23 |
| c) Parâmetros que podem ser controlados na preparação da bebida.....     | 23 |
| 6 EMBALAGEM E SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO PARA CAFÉ TORRADO E MOÍDO ... | 25 |
| 6.1 Embalagem metálica.....  | 25 |
| 6.2 Embalagens laminadas de alta barreira.....                           | 26 |
| 6.3 Embalagens com atmosfera normal.....                                 | 27 |
| 6.4 Novos sistemas de acondicionamento de café torrado e moído.....      | 27 |
| Referências Bibliográficas.....  | 29 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 2</b>   |           |
| <b>DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA UNITIZADO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO –<br/>OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO Prensagem</b> | <b>35</b> |
| Resumo.....   | 35        |
| SUMMARY.....  | 36        |
| 1 INTRODUÇÃO.....   | 37        |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....   | 38        |
| 2.1 Matéria-prima.....  | 38        |
| 2.2 Torração do café.....   | 38        |
| 2.3 Moagem do café.....   | 39        |
| 2.4 Granulometria.....  | 39        |
| 2.5 Densidade aparente e massa específica.....  | 39        |
| 2.6 Operação de prensagem.....  | 39        |
| 2.7 Determinação da porcentagem de espaço-livre ( porosidade).....  | 41        |
| 2.8 Determinação da porcentagem de redução do volume do bloco.....  | 41        |
| 2.9 Avaliação na bebida.....  | 42        |
| 2.9.1 Determinação de sólidos solúveis.....   | 42        |
| 2.9.2 Determinação de cor instrumental.....   | 42        |
| 2.10 Ensaio de compressão do bloco de café.....   | 42        |
| 2.11 Teste de simulação de transporte.....  | 42        |
| 2.12 Ensaio de queda.....   | 44        |
| 2.13 Isoterma de adsorção.....  | 45        |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 45        |
| 3.1 Granulometria.....  | 45        |
| 3.2 Densidade aparente, massa específica e volume aparente do café.....                                       | 46        |
| 3.3 Prensagem e altura final do bloco.....  | 47        |
| 3.4 Determinação da porcentagem de espaço-livre.....  | 48        |
| 3.5 Determinação da porcentagem de redução do volume.....   | 49        |
| 3.5 Análise da bebida.....  | 49        |
| 3.5.1 Determinação da cor instrumental e sólidos solúveis.....  | 49        |
| 3.6 Ensaio físico-mecânicos.....  | 51        |
| 3.6.1 Compressão dos blocos de café.....  | 51        |
| 3.6.2 Teste de simulação de transporte:.....  | 52        |
| 3.6.3 Teste de queda:.....  | 52        |
| 3.7 Isoterma de adsorção.....   | 52        |
| 4 CONCLUSÕES.....   | 54        |
| Referências Bibliográficas.....   | 54        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b>   |           |
| <b>ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CAFÉ UNITIZADO Prensado</b>  | <b>57</b> |
| RESUMO.....   | 57        |
| SUMMARY.....  | 58        |
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 59        |
| 2. Material e Métodos.....  | 60        |
| 2.1 Matéria-prima.....  | 60        |
| 2.2 Classificação do café cru quanto ao tipo.....   | 60        |
| 2.3 Classificação do café pelo tamanho.....   | 61        |
| 2.4 Determinação de densidade aparente e massa específica do grão cru.....                                    | 61        |
| 2.5 Caracterização físico-químico do café cru e do café torrado e moído.....                                  | 62        |
| 2.6 Processo de torração.....   | 62        |
| 2.7 Caracterização física do café cru, torrado em grão e café torrado moído.....                              | 62        |
| 2.7.1 Determinação da densidade aparente do grão cru.....   | 62        |
| 2.7.2 Determinação do grau de torra.....  | 62        |
| 2.7.3 Moagem e determinação da distribuição granulométrica.....   | 63        |
| 2.8 Material e preparação das embalagens.....   | 63        |
| 2.9 Preparação das amostras e acondicionamento.....   | 63        |

|   |    |
|---|----|
| 2.10 Estudo da vida-de-prateleira .....   | 64 |
| 2.10.1 Avaliação físico-química da bebida de café .....                         | 64 |
| 2.10.2 Avaliação da embalagem .....   | 65 |
| 2.10.2.1 Determinação do volume de gás no espaço-livre das embalagens.....      | 65 |
| 2.10.2.2 Teores de oxigênio e gás carbônico do espaço-livre das embalagens..... | 65 |
| 2.11 Avaliação sensorial .....  | 66 |
| Análise sensorial descritiva quantitativa da bebida .....                       | 66 |
| 2.12 Determinação de 1,2 butanodiona (diacetil) .....                           | 66 |
| Procedimento para extração do diacetil .....                                    | 67 |
| 3 RESULTADOS .....  | 67 |
| 3.1 Caracterização química do café cru e café torrado e moído .....             | 67 |
| 3.2 Caracterização físicas do café cru, torrado em grão e torrado e moído ..... | 69 |
| 3.2.1 Determinação da distribuição granulométrica.....                          | 70 |
| 3.3 Estudo da vida-de-prateleira .....  | 70 |
| 3.3.1 Avaliações físico-químicas .....  | 70 |
| 3.3.2 Avaliação do espaço livre.....  | 73 |
| 3.3.3 Determinação de 1,2 butanodiona (diacetil) .....                          | 76 |
| 3.3.4 Avaliação sensorial.....  | 76 |
| 3.3.5 Estimativa da vida-de-prateleira.....                                     | 79 |
| 4 CONCLUSões .....  | 84 |
| Referências Bibliográficas .....  | 84 |

## **CAPÍTULO 4**

### **ACOMPANHAMENTO DA ALTERAÇÃO DO AROMA DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO ACONDICIONADO A VÁCUO EM SISTEMA UNITIZADO .....**

|  |     |
|--|-----|
| Resumo.....  | 91  |
| SUMMARY.....   | 91  |
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 93  |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 95  |
| 2.1 Caracterização do café torrado e moído.....                        | 95  |
| 2.1.1 Distribuição granulométrica .....                                | 95  |
| 2.1.2 Densidade aparente .....   | 96  |
| 2.1.3 Determinação de umidade .....                                    | 96  |
| 2.1.4 Atividade de água.....   | 96  |
| 2.1.5 Determinação do grau de torra .....                              | 96  |
| 2.1.6 Sólidos solúveis.....  | 96  |
| 2.1.7 Avaliação sensorial da bebida.....                               | 96  |
| 2.2 Caracterização do material de embalagem .....                      | 97  |
| 2.2.1 Estrutura, espessura e gramatura do material da embalagem .....  | 97  |
| 2.4 Avaliações periódicas .....  | 97  |
| 2.4.1 Acompanhamento da perda de frescor do café torrado e moído ..... | 97  |
| 2.4.2 Composição do espaço livre .....                                 | 98  |
| 2.4.3 Determinação do volume de gás no espaço-livre .....              | 98  |
| 2.4.4 Determinação de hexanal .....                                    | 99  |
| 3 RESULTADOS .....   | 99  |
| 3.1 Caracterização do café torrado e moído.....                        | 99  |
| 3.2 Caracterização do material de embalagem .....                      | 101 |
| 3.3 Avaliação sensorial da bebida .....                                | 102 |
| 3.4 Acompanhamento da perda do frescor do café.....                    | 103 |
| 3.5 Determinação do volume de gás no espaço-livre.....                 | 104 |
| 3.6 Determinação do hexanal .....                                      | 105 |
| 3.7 Cálculo da vida-de-prateleira .....                                | 107 |
| 4 CONCLUSÃO .....  | 109 |
| Referências Bibliográficas .....                                       | 109 |



## **CAPÍTULO 5**

### **MONITORAMENTO DA PERDA DA QUALIDADE DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO UNITIZADO OBTIDO POR Prensagem**

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO .....   | 115 |
| SUMMARY .....  | 115 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 117 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS .....   | 125 |
| 2.1 Material .....   | 125 |
| 2.1.1 Características físicas do café torrado e moído .....  | 125 |
| 2.1.2 Características do material de embalagem .....   | 126 |
| 2.1.3 Preparação dos blocos para a avaliação sensorial, teste de aceitabilidade e<br>acompanhamento dos compostos voláteis. .... | 126 |
| 2.2 Avaliação sensorial .....  | 127 |
| 2.3 Teste de consumidor em laboratório .....   | 128 |
| 2.4 Monitoramento de voláteis do aroma do café .....   | 129 |
| 2.4.1 Determinação do tempo de retenção para cada composto volátil .....   | 129 |
| 2.4.2 Determinação do grau de oxidação .....   | 130 |
| 2.4.2.1 Extração do óleo .....   | 130 |
| 2.4.2.2 Determinação do grau de oxidação .....   | 131 |
| 2.4.2 Análise estatística .....  | 131 |
| 3 RESULTADOS .....   | 131 |
| 3.1 Ensaio para avaliação do grau de frescor do café .....   | 131 |
| 3.1.1 Análise de regressão .....   | 133 |
| 3.2 Teste de consumidor em laboratório .....   | 133 |
| 3.3 Monitoramento dos compostos voláteis .....   | 135 |
| 3.3.1 Tempo de retenção dos padrões e determinação dos compostos voláteis no café ao<br>longo da estocagem. ....                 | 135 |
| 3.4 Determinação do grau de oxidação .....   | 138 |
| 4 CONCLUSÃO .....  | 140 |
| Referências Bibliográficas .....   | 140 |

## **CAPÍTULO 6**

### **TESTE DE USO DOMÉSTICO DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO UNITIZADO OBTIDO POR Prensagem**

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO .....   | 145 |
| SUMMARY .....  | 145 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 146 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS .....   | 147 |
| 2.1 Material .....   | 147 |
| 2.1.1 Características do café torrado e moído .....  | 147 |
| 2.1.2 Característica da embalagem .....  | 147 |
| 2.1.3 Preparação dos blocos para a avaliação sensorial, desempenho físico-mecânico e<br>para o teste de aceitabilidade. .... | 147 |
| 2.1.4 Teste de uso doméstico .....   | 147 |
| 3. RESULTADOS .....  | 151 |
| 3.1 Teste de uso doméstico .....   | 151 |
| 3.1.1 Perfil do consumidor .....   | 151 |
| 3.1.2 Pesquisa ao consumidor .....   | 158 |
| 4 CONCLUSÃO .....  | 167 |
| Referências Bibliográficas .....   | 167 |
| Anexo 6.1. Critério de Classificação Econômica Brasil .....  | 168 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. Mapa de estabilidade das reações em alimentos em função da atividade de água (CABRAL; FERNANDES, 1982)..... | 18 |
| FIGURA 2. Curva da taxa de oxidação em função da pressão parcial do oxigênio (LABUZA et al., 2001).....               | 20 |

### CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. Molde com seis cavidades utilizado na prensagem do café .....  | 40 |
| FIGURA 2. Detalhe do cabeçote da prensa utilizada na prensagem do café. ....   | 40 |
| FIGURA 3. Detalhe dos blocos de café obtidos por prensagem .....   | 41 |
| FIGURA 4. Protótipo dos cartuchos (a) contendo seis unidades de blocos de café prensado (b), ilustração em perspectiva dos blocos no cartucho com dimensões (8x4x2,5 cm).....                                    | 43 |
| FIGURA 5. Arranjo das caixas de café prensado sobre a mesa de vibração .....   | 43 |
| FIGURA 6. Disposição das caixas na vertical (a) e horizontal (b) no ensaio de queda a 1,5 m da plataforma e distribuição das caixas após o ensaio de queda (c) para os cafés prensado em blocos unitizados. .... | 44 |
| FIGURA 7. Avaliação comparativa da força de compressão dos blocos de café nos níveis P3, P6 e P9 para as moagens fina (M3), média (M5) e grossa (M7). ....   | 51 |
| FIGURA 8. Isoterma de adsorção do café torrado e moído para as moagens fina, (M3), média (M5) e grossa (M7) obtida a 35°C. ....  | 53 |

### CAPÍTULO 3

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. Café unitizado sem prensagem e prensado.....  | 64 |
| FIGURA 2. Evolução de gás carbônico e consumo de oxigênio ao longo da estocagem para o café não prensado (NP) e prensado (P) estocado à 25°C..... | 75 |
| FIGURA 3. Evolução de gás carbônico e consumo de oxigênio ao longo da estocagem para o café não prensado (NP) e prensado (P) estocado à 35°C..... | 75 |
| FIGURA 4. Curva de regressão linear da perda de qualidade versus tempo de estocagem para o café solto estocado a 25°C.....                        | 81 |
| FIGURA 5. Perda de qualidade versus tempo de estocagem para o café prensado estocado a 25°C. ....   | 81 |
| FIGURA 6. Perda de qualidade versus tempo de estocagem para o café solto estocado a 35°C. ....  | 82 |
| FIGURA 7. Perda de qualidade versus tempo de estocagem para o café prensado estocado a 35°C. ....   | 82 |

## CAPÍTULO 4

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 1. Protótipos de embalagens de café torrado e moído unitizadas acondicionadas sob vácuo. ....  | 95  |
| FIGURA 2. Ficha de avaliação do grau de frescor do café do café torrado e moído acondicionado sob vácuo .....                                       | 98  |
| FIGURA 3. Pressão parcial dos gases carbônico e oxigênio no espaço-livre da embalagem de café a vácuo estocado à temperatura de 25 °C e 25 °C. .... | 104 |
| FIGURA 4. Cromatograma com o tempo de retenção do hexanal. ....   | 105 |
| FIGURA 5. Área total de pico versus tempo de estocagem para a determinação do hexanal. ....   | 105 |
| FIGURA 6. Curva de regressão linear da perda de frescor <i>versus</i> tempo de estocagem para o café estocado a 25 °C. ....                         | 108 |
| FIGURA 7. Curva de regressão linear da perda de frescor <i>versus</i> tempo de estocagem para o café estocado a 35 °C. ....                         | 108 |

## CAPÍTULO 5

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 1. Estrutura do suporte para a fibra SPME- (A) vista externa e (B) vista interna com a fibra exposta. ....   | 119 |
| FIGURA 2. Parte móvel para a adsorção dos aromas com a fibra – (A) = fibra escondida no interior da agulha; (B) – fibra exposta e (C) –fibra presa ao suporte. ....   | 120 |
| FIGURA 3. Processo de adsorção por microextração de fase sólida (SPME) - 1° – perfuração do septo que veda o frasco pela agulha do amostrador; 2° – exposição da fibra no seio da matriz, 3° – recolhimento da fibra para dentro da agulha e 4° – retirada da agulha. ....                  | 121 |
| FIGURA 4. Sequência do processo de dessorção dos voláteis no injetor do cromatógrafo- 1° – perfuração do septo do injetor do cromatógrafo; 2° – exposição da fibra no injetor para dessorção dos analitos; 3° – recolhimento da fibra para dentro da agulha e 4° – retirada da agulha. .... | 122 |
| FIGURA 5. Blocos de café obtidos por prensagem. ....  | 126 |
| FIGURA 6. Apresentação do protótipo da embalagem com os blocos de café prensados. ....  | 127 |
| FIGURA 7. Resultado do teste sensorial do café durante 45 dias de estocagem.....  | 132 |
| FIGURA 8. Avaliação comparativa dos atributos sensoriais do café, fragrância do pó (FP), aroma da bebida (AB), sabor característico (SC), sabor oxidado (SO), grau de diferença (GD) e perda de qualidade (PQ) avaliado para o tempo zero e para 45 dias de estocagem.....                  | 132 |
| FIGURA 9. Curva de regressão da perda da qualidade do café ao longo da estocagem. ....  | 133 |
| FIGURA 10. Cromatograma dos voláteis determinados no espaço livre do café torrado e moído. ....   | 135 |
| FIGURA 11. Área total de pico para o composto 2-metil pirazina, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C.....  | 136 |
| FIGURA 12. Área total de pico para o composto 2,5 dimetil pirazina, obtido no café torrado e moído ao longo do 45 dias de estocagem a 25 °C.....  | 136 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 13. Área total de pico para o composto álcool furfúrico, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C..... | 136 |
| FIGURA 14. Área total de pico para o composto betadamasconona, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C.....  | 137 |
| FIGURA 15. Área total de pico para o composto guaiacol, obtido no café torrado e moído ao longo do 45 dias de estocagem a 25 °C.....         | 137 |
| FIGURA 16. Área total de pico para o composto hexanal. ....  | 137 |

## CAPÍTULO 6

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 1. Histograma de freqüência da faixa etária dos consumidores. ....   | 152 |
| FIGURA 2. Histograma de freqüência para o número de consumidores de café por família. ....  | 152 |
| FIGURA 3. Histograma de freqüência para a quantidade de café comprada por mês. ....   | 153 |
| FIGURA 4. Histograma de freqüência para o tipo de embalagem para café utilizado pelas famílias entrevistadas. ....  | 154 |
| FIGURA 5. Histograma de freqüência para os valores atribuídos ao consumo diário de café pelos consumidores. ....  | 155 |
| FIGURA 6. Histograma de freqüência para o tipo de armazenagem do café após a abertura da embalagem. ....  | 156 |
| FIGURA 7. Histograma de freqüência para o nível de instrução para o chefe de família. ....  | 157 |
| FIGURA 8. Histograma de freqüência para as classes econômicas das famílias entrevistadas.....   | 157 |
| FIGURA 9. Histograma de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade da comercialização do produto prensado em porções como uma alternativa para a comercialização do café torrado e moído..... | 159 |
| FIGURA 10. Histograma de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto ao aspecto de segurança em relação ao produto tradicional.....  | 160 |
| FIGURA 11. Histograma de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à praticidade. ....   | 161 |
| FIGURA 12. Distribuição de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à facilidade de preparo. ....   | 162 |
| FIGURA 13. Distribuição de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à comercialização em caixa com 6 unidades. ....   | 163 |
| FIGURA 14. Distribuição de freqüência da opinião dos provadores quanto à venda do produto em porções e garantindo melhor qualidade em relação ao produto tradicional do mercado. ....                 | 164 |
| FIGURA 15. Distribuição de freqüência para os valores atribuídos à intenção de compra do produto. ....  | 165 |

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1. Composição média do café cru arábica e robusta.....   | 3  |
| TABELA 2. Composição química do grão de café antes e após a torração para as variedades arábica e robusta (% em peso seco)..... | 6  |
| TABELA 3. Constituintes aromáticos do café.....   | 11 |
| TABELA 4. Grau de torra do café de acordo com a cromaticidade e ângulo de tom.....  | 13 |
| TABELA 5. Classificação do grau de moagem.....  | 14 |
| TABELA 6. Especificação físico-química para o café torrado e moído.....   | 15 |

### CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1. Pressão aplicada em cada cavidade do molde para cada condição utilizada.....   | 40 |
| TABELA 2. Avaliação granulométrica do café torrado e moído para a moagem fina, média e grossa. <sup>(1)</sup> .....  | 46 |
| TABELA 3. Densidade aparente, massa específica e volume ocupado por 50g de café torrado e moído, para a moagem fina, média e grossa. <sup>(1)</sup> .....                  | 47 |
| TABELA 4. Altura dos blocos obtidos após prensagem nos níveis P3, P6 e P9, para as moagens fina, média e grossa. <sup>(1)</sup> .....                                      | 47 |
| TABELA 5. Volume do bloco de café (V1) após a prensagem e porcentagem de espaço-livre para a moagem fina, média e grossa. <sup>(1)</sup> .....                             | 48 |
| TABELA 6. Redução de volume dos blocos de café após a prensagem.....   | 49 |
| TABELA 7. Análise comparativa dos resultados luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) e de sólidos solúveis da bebida de café, obtida da prensagem P3, P6 e P9..... | 50 |

### CAPÍTULO 3

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1. Caracterização físico-química do grão do café cru e do torrado e moído.....                                | 68 |
| TABELA 2. Resultado de análise física do café cru, em grão e torrado e moído.....                                    | 69 |
| TABELA 3. Determinação granulométrica do café torrado e moído.....   | 70 |
| TABELA 4. Resultados obtidos para a acidez do café torrado e moído não prensado e prensado estocado a 25 e 35°C..... | 71 |
| TABELA 5. Determinação da umidade (B.S.) <sup>(1)</sup> .....  | 72 |
| TABELA 6. Percentual de sólidos solúveis dos cafés prensado e não prensado estocados a 25°C e 35°C.....              | 73 |
| TABELA 7. Concentração do diacetil ao longo da estocagem <sup>(1)</sup> .....  | 76 |
| TABELA 8. Resultados da análise sensorial do café sem prensar estocado a 25°C.....                                   | 77 |

|   |    |
|---|----|
| TABELA 9. Resultados da análise sensorial do café prensado estocado a 25°C.....   | 78 |
| TABELA 10. Resultados da análise sensorial do café sem prensar estocado a 35°C.....   | 78 |
| TABELA 11. Resultados da análise sensorial do café prensado estocado a 35°C.....  | 79 |
| TABELA 12. Relação funcional entre a perda de qualidade e a estimativa da vida-<br>de-prateleira do café não prensado e prensado armazenados respectivamente a 25 e<br>35°C.....  | 80 |
| TABELA 13. Coeficientes de correlação linear estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) da<br>perda de qualidade para o café solto e prensado em relação aos atributos<br>sensoriais condicionados nas temperaturas de 25 e 35°C.*..... | 83 |

#### **CAPÍTULO 4**

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 1. Resultados da caracterização físico-química do café torrado e moído<br>acondicionado sob vácuo em 50g. .... | 100 |
| TABELA 2. Gramatura e espessura total e parcial. ....   | 101 |
| TABELA 3. Resultado da avaliação sensorial da bebida.....   | 102 |
| TABELA 4. Grau de frescor do café torrado e moído ao longo da estocagem . ....  | 103 |
| TABELA 5. Relação funcional da perda de frescor do café com o tempo.....  | 107 |

#### **CAPÍTULO 5**

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 1. Padrões cromatográficos de compostos voláteis do aroma do café. ....  | 130 |
| TABELA 2. Avaliação da bebida e classificação do café torrado e moído quanto ao grau de<br>frescor e intenção de compra. .... | 134 |
| TABELA 3. Nível de oxidação para o óleo de café determinado ao longo da estocagem. ....                                       | 139 |

## RESUMO GERAL

### **Estudo do acondicionamento de café torrado e moído em sistemas unitizados obtidos por prensagem**

Uma alternativa para o acondicionamento de café torrado e moído foi desenvolvida, usando três diferentes níveis de pressão 3t (P3), 6t (P6) e 9t (P9) para obter blocos de 50g. O objetivo do estudo foi obter um produto seguro e prático para uso, comparado aos sistemas tradicionais encontrados no mercado. O efeito das moagens fina (M3), média (M5) e grossa (M7) e da pressão foi determinado sobre a cor CIELab e sólidos solúveis da bebida preparada com o café prensado. Foi avaliado também o desempenho dos blocos de café quanto à resistência à compressão, queda e ao transporte. De acordo com os resultados selecionou-se como melhores condições a prensagem com 4.618,7 kPa - (P9) e café com moagem média, com maior retenção na peneira de 40mesh para obtenção de um bloco com volume final de 77cm<sup>3</sup>. Os blocos apresentaram bom desempenho nos testes de queda, compressão e simulação de transporte.

A vida-de-prateleira dos blocos de café, acondicionados em embalagens laminadas e armazenados nas temperaturas de 25 e 35 °C foi determinada, sendo considerado como critério a perda da característica sensorial global. A vida-de-prateleira encontrada para o café armazenado nas temperaturas de 25 °C e 35 °C foi de 106 e 91 dias, respectivamente, com Q10 de 1,2.

Estimou-se a vida-de-prateleira do café acondicionado a vácuo a 20polHg, para os blocos de 50g, estocado a 25 e 35 °C. Determinou-se como critério a perda da fragrância característica por meio da inalação do pó. Durante a estocagem avaliou-se o espaço-livre da embalagem com respeito ao consumo de oxigênio e evolução do gás carbônico, por cromatografia gasosa. O composto hexanal também foi monitorado como indicador de oxidação do café. De acordo com os resultados a vida-de-prateleira média do café foi de 165 e 122 dias para o café armazenado respectivamente nas temperaturas de 25 e 35 °C. O composto hexanal apresentou um decréscimo durante aos 120 dias de estocagem,

apresentando correlação linear com o tempo de estocagem para a temperatura de 25°C e decréscimo exponencial a 35°C, indicando que o hexanal já se encontra presente no produto, como um composto componente do aroma e não como um produto de oxidação.

As alterações sensoriais ocorridas no café torrado e moído, acondicionado em embalagens laminadas e estocado durante 45 dias a 25°C foram determinadas por análise descritiva qualitativa por equipe sensorial treinada. Aplicou-se também um teste de aceitação da bebida preparada com o café rejeitado pela equipe com 30 consumidores. A perda de alguns compostos chaves do aroma do café foi determinado durante a estocagem. Verificou-se que o café foi considerado inaceitável para consumo aos 45 dias de estocagem, confirmado pela equipe de consumidores não treinados. Houve perda acentuada de aromas e acréscimo na oxidação do café durante os 30 dias de estocagem.

Um teste de consumidor doméstico foi realizado com 57 famílias, sendo distribuído um bloco de 50g do café prensado para cada família, acompanhado de dois questionários, sendo um para determinar o perfil das famílias e outro para determinar a aceitabilidade do produto. Os resultados mostraram que a classe predominante das famílias foi a B2 de acordo com o “Critério de Classificação Econômica Brasil”, representando 28% das populações avaliada, seguido pela classe C com 24,5%, classe B1 com 16%, classe A2 com 14% e classes D e A1 com um percentual acumulado de 8,8%. O café prensado unitizado em 50 g foi bem aceito pelas famílias, sendo considerado uma boa alternativa para a comercialização. Os consumidores avaliaram o café prensado unitizado em 50g, sendo considerado uma boa alternativa para comercialização do café torrado e moído, levando em conta os aspectos de segurança, praticidade, qualidade e facilidade no preparo e intenção de compra.



## GENERAL SUMMARY

### **Study of the packing of roasted and ground coffee in unity system**

An alternative system to the packing of roasted and ground coffee was developed, using pressure in the three different levels, 3t (P3), 6t (P6) e 9t (P9) to obtain 50g blocks. The objective of this study was obtain a safe and useful product comparing to the traditional system. The effect of the grind fine (M3), medium (M5) and coarse (M7) and press was determined on the color CIELab and soluble solids of the beverage prepared with the coffee. The mechanical resistance of the blocks was tested by compression trials, fall tests and transport simulation. According to the results it was found that the best condition to obtain the block was 9t (P9) with the medium grind. The blocks presented satisfactory performance in the trials with falling, compression and transport simulation.

It was determined the shelf life of the blocks hold in the 25 and 35°C. Physicals, chemicals, sensory and the packaging system analysis were carried out. The shelf life based in the lost sensorial global characteristics of the coffee beverage for the pressed product hold at 25 and 35°C, was 106 and 91 days respectively, with Q10 value of 1,2.

It was estimated the shelf life of the ground roasted coffee vacuum packed at 20" Hg, in 50g portions, stored at 25 and 35°C. The oxidized or non-characteristic aroma was determined using a sensory evaluation of the powder fragrance by inhaling the sample. During the storage it was evaluated the head space to packing relating the percentage of oxygen and carbon dioxide by gas chromatography. The hexanal was also monitored, like a indicative of the coffee oxidation. According to the results the mean estimated shelf life was 165 and 122 days for the coffee stored at 25 and 35°C, respectively. The compound hexanal measured as the total peak area, decreased during 120 days of storage, showing a linear function at 25°C and exponential at 35°C, indicating its presence in the product as an aroma component and not as an oxidation product.

The sensory changes in pressed unitized ground roasted coffee, packed in an aluminum laminate, were determined by qualitative descriptive analysis, during storage at 25°C in order to monitor losses in beverage quality during storage. An acceptance test of the beverage was also carried out in the laboratory with 30 consumers. The loss of some key compounds, characteristic of coffee aroma, was also determined during storage, as compared to a reference sample storage frozen at -19°C. The product was shown to be unacceptable for consumption after 45 days of storage. The consumer test proved that the coffee rejected by the sensory panel was also rejected by the consumers. An accentuated loss of aroma and increasing level of oxidation was shown up to 30 days of storage.

A domestic use test was carried out with 57 families, distributing one 50g unit of pressed coffee to each family, accompanied by two questionnaires, one being to determine the consumer profile according to the “Brazilian Criterion for Economic Classification” and the other to evaluate product acceptance. The results showed that class B2 predominated, representing 28% of the families consulted, followed by classes C with 24,5, B1 with 16%, A2 with 14% and classes D and A1 with an accumulated percentage of 8,8%. The unitized press coffee in 50g portion as well accepted by the families, being considered a good alternative for the commercialization of ground roasted coffee, regarding to aspects of safety, practicality, quality, ease of preparation and intention to buy.

## INTRODUÇÃO GERAL

O café, um dos principais produtos agrícolas e segundo gerador de riquezas do planeta, perdendo para apenas para o petróleo, é produzido em mais de 50 países, sendo Brasil, Colômbia, Indonésia, México e Vietnã, responsáveis por cerca de 56% da produção mundial. A cafeicultura brasileira vem contribuindo para o desenvolvimento e industrialização do país, principalmente na região sudeste, destacando atualmente o Estado de Minas Gerais, responsável por mais de 50% da produção nacional de café arábica e Espírito Santo com café da espécie robusta da variedade conilon. O café arábica é mais fino, resultando em uma bebida de qualidade superior, com mais aroma e sabor; já o robusta é indicado para a produção de café solúvel por apresentar maior teor de sólidos, podendo também ser usado na formação de *blends* com o café arábica, com a finalidade de conferir mais corpo à bebida e diminuir a acidez da mistura (NACIF, 2003).

O café cru após submetido ao processo de torração e moagem é matéria-prima para uma das bebidas mais apreciadas no mundo. De acordo com a pesquisa “Tendência do Consumo de Café no Brasil em 2004”, realizada pelo Grupo Gestor de Marketing do Ministério da Agricultura – GGM, apresentada pela ABIC, 2005, o café ocupa o segundo lugar entre as bebidas mais consumidas pelos entrevistados, sendo apenas superado pela água mineral. Entre as razões para o consumo do café encontra-se o hábito, a tradição da família, a influência de outras pessoas, o sabor, por ser estimulante e apresentar odor e sabor agradáveis. Verifica-se entretanto, pela pesquisa, uma mudança comportamental do consumidor, que vem substituindo o hábito e tradição, pela satisfação de tomar café, devido à melhoria de suas características de sabor e aroma. Os consumidores também estão atentos aos prazos de validade e ao selo de pureza, bem como aos lançamentos de novos produtos de café no mercado. Os dados da pesquisa comprovam o aumento no consumo de produtos derivados de café mais fáceis de preparar e consumir, tais como café solúvel, *capuccino*, misturas prontas e café *espresso*.

Visando atender as expectativas do mercado com um produto mais prático com maior segurança alimentar e vida-de-prateleira mais longa comparado ao sistema tradicional de embalagem tipo almofada, o presente estudo foi realizado com os seguintes objetivos básicos:

- Desenvolver um sistema alternativo para acondicionamento de café torrado e moído em porções de 50g, em atmosfera normal ou sob vácuo, para ser preparado pelo modo tradicional.
- Otimizar as condições para obtenção de café torrado e moído em blocos em unidades de 50g.
- Determinar a vida-de-prateleira do café em blocos de 50g armazenado sob condições controladas de temperatura.
- Avaliação da perda de qualidade do café torrado e moído por meio do monitoramento das alterações sensoriais e físico-químicas ao longo da estocagem.
- Determinação da aceitabilidade do café torrado e moído unitizado em blocos de 50g, como forma alternativa de comercialização do café, por meio de teste com consumidor a nível doméstico.

O presente trabalho encontra-se dividido em 6 capítulos. No capítulo 1 é apresentada a revisão bibliográfica, com as principais características do café quanto aos aspectos botânicos, as características químicas do grão cru, as características do café torrado e moído e seus requisitos de proteção, incluindo também os principais fatores responsáveis para a preparação do café e sistemas de embalagem.

No capítulo 2 são apresentados os ensaios necessários para otimização das condições para obtenção dos blocos de café, considerando o nível de pressão, tipo de moagem e desempenho físico mecânico dos blocos.

O capítulo 3 trata da determinação da vida-de-prateleira do café prensado em 50g, em duas temperaturas comparado com o café sem prensar para verificar a influência da prensagem e da temperatura sobre a vida útil do produto.

No capítulo 4, a vida-de-prateleira do café acondicionado a vácuo foi determinada utilizando como critério a perda da fragrância característica e o ganho de aromas estranhos. Utilizou-se apenas a técnica sensorial com inalação do produto, comparado a uma “amostra referência” estocada sob congelamento.

No capítulo 5 determinou-se também, a vida-de-prateleira do café em blocos de 50g por meio de avaliações sensoriais, com equipe treinada, comprovado por consumidores não treinados. Alguns compostos-chave responsáveis pelo aroma do café também foram monitorados, bem como o aumento da oxidação do café ao longo da estocagem.

O capítulo 6 refere-se à aplicação do teste de consumidor a nível doméstico realizado com 57 famílias da classe B, visando verificar a aceitabilidade do produto estudado pelo consumidor no capítulo 5.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS**

NACIF, A. P. (Ed) CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ- **Relatório de Gestão** - 1998/2003, 148 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Tendência do Consumo de Café no Brasil em 2004. Projeto “Tendência – II.** Disponível em: <[http://www.Abic.com.br/ estat\\_pesquisa.html](http://www.Abic.com.br/estat_pesquisa.html)> Acesso em 07/05/05.



# CAPÍTULO 1

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1 O CAFÉ

#### 1.1 Origem e principais espécies

Originário das regiões montanhosas da Etiópia nas províncias de Kaffa-Jima, Sidamo e HAR, a cultura do café se estendeu aos continentes europeu e americano, chegando ao Brasil pela Guiana Holandesa, a partir de sementes cultivadas no Jardim Botânico de Amsterdã, procedentes por sua vez da ilha de Java, cujos os primeiros cultivos foram feitos com cafés da Índia.

A porta de entrada do café aqui no Brasil foi o Estado de Belém no início do século XVIII, percorrendo os Estados do Ceará, Rio de Janeiro (1779). Propagando-se para o Estado de São Paulo (1800) na região do Vale do Paraíba, chegando em Campinas, em 1809, estendendo para a região de Ribeirão Preto em 1875. Em 1830, o Brasil era o principal produtor mundial de café (TEIXEIRA, 1999).

O cafeeiro pertencente ao Gênero *Coffea*, é uma planta da família das Rubiáceas (*Rubiaceae*) e as duas espécies que mais se destacam quanto ao valor comercial são as espécies de *Coffea arábica* (café arábica) e *Coffea canéfora* (café robusta). Cerca de 75% do café comercializado no mundo é do tipo arábica e 25% robusta (ILLY et al., 1998).

O café arábica, nativo do sudoeste da Etiópia, sudoeste do Sudão e norte do Quênia, é a espécie mais nobre, que produz uma bebida de boa qualidade. O Brasil e a Etiópia produzem um café considerado natural, ou seja, de terreiro. A Colômbia, Guatemala, Honduras, Índia e México produzem café arábica tipo suave por via úmida.

A outra espécie de interesse comercial *C. Canephora* tem distribuição geográfica mais ampla, ocorrendo nas regiões mais quentes do continente africano, nas regiões tropicais e subtropicais. Os países Vietnã, Indonésia, Costa do Marfim,

Uganda e Camarões são os maiores produtores de café robusta. O café robusta se destaca pela resistência a doenças e pragas, pelo alto teor de cafeína e sólidos solúveis (TEIXEIRA, 1999), (ILLY et al., 1988).

## **1.2 Classificação**

A classificação é uma etapa de avaliação do café verde necessária ao processo de comercialização. A classificação utilizada no Brasil é resultante do Decreto n. 27.173 de 14/09/1949, e classifica o melhor café como tipo 2 (4 defeitos) e tipo 8 (360 defeitos) o de pior qualidade. Nesta classificação, além do tipo e subtipos do café, é determinado também o tamanho do grão ou fava, de acordo com a peneira, aspecto, cor e seca (BRASIL, 2003).

Os defeitos do café podem ser considerados intrínsecos, quando decorrentes da colheita precoce ou tardia, resultando os grãos verdes, pretos, ardidos, ou devido à má formação na planta, com obtenção de grãos mal granados, ou pela infestação de insetos ou fungos, com aparecimento de grãos brocados, chochos ou manchados. Os defeitos considerados extrínsecos são aqueles estranhos ao café, que foram acidentalmente introduzidos aos grãos, devido principalmente ao inadequado preparo, aparecendo então cafés coco, marinheiro, cascas, paus e pedras (TEIXEIRA, 1999).

ANJOS, COSTA; MORI (2001), avaliando 80 amostras selecionadas de café vindos dos Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santos e Bahia, verificaram que os principais defeitos eram danos por insetos, má formação, grãos quebrados e com baixa presença de grãos pretos, verdes e ardidos, denominados PVA, sendo considerados estes últimos defeitos capitais, pois quando presentes, depreciam a bebida acrescentando à mesma sabores amargo, adstringente, e fermentado intensos (ISO, 1993).

Avaliando as mesmas amostras de café, quanto ao tamanho, verificou-se maior incidência de grãos classificados como peneira 17 (51,3%), seguindo a peneira 18 (34,2%), peneira 16 (9,2%) e com menor incidência na peneira 15 (5,3%).



### 1.3 Composição química

A composição básica de café cru pode variar de acordo com a espécie. ILLY et al. (1998), apresentam a composição média do café cru arábica e robusta em porcentagem de matéria seca, conforme Tabela 1.

**TABELA 1.** Composição média do café cru arábica e robusta.

| Composição                    | Arábica | Robusta |
|-------------------------------|---------|---------|
| Cafeína e traços de purina    | 1,2     | 2,2     |
| Trigonelina                   | 1,0     | 0,7     |
| Aminoácidos totais            | 10,3    | 10,3    |
| Carboidratos                  | 58,9    | 60,8    |
| Ácido alifático               | 1,7     | 1,6     |
| Ácido clorogênico             | 6,5     | 10,0    |
| Lipídeos                      | 16,0    | 10,0    |
| Minerais                      | 4,2     | 4,4     |
| Potássio (maior concentração) | 1,7     | 1,8     |

*FONTE: ILLY et al. (1998)*

MORI et al. (2001), avaliaram 80 amostras de café arábica, provenientes dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Espírito Santo e os seguintes resultados foram obtidos: o café verde apresentou teores de umidade que variaram de 8,1 a 12,7 g/100g, cinza de 3,0 a 3,8 g/100g, proteína de 9,8 a 15,9g/100g, lipídios entre 6,8 a 14,8 g/100g, conteúdo de açúcar entre 4,5 a 11,2 g/100g, açúcar redutor 4,5 a 11,2g/100g, tanino 1,7 a 4,7g/100g , fibra crua 9,8 a 5,7g/100g, ácido clorogênico 4,4 a 7,0 g/100g, trigonelina 0,7 a 1,2g/100g e cafeína 0,8 a 1,3 g/100g. Neste estudo, constatou-se a presença de minerais, tais como: alumínio, bário, cálcio, cobalto, cobre, ferro, fósforo, magnésio, níquel, potássio e zinco.

Os resultados obtidos por MORI et al. (2001), mostraram que cafés de diferentes origens apresentaram variação na composição química quanto à concentração de

minerais. Observou-se também que a maior concentração foi do mineral potássio variando de 9.656 a 25.806mg/kg, fósforo com teores entre 1.145 a 2.773mg/kg, magnésio entre 1.136 a 3.813mg/kg e cálcio 795 a 5.014mg/kg entre outros com menor concentração (zinco, bário e cobre).

## **2 INDUSTRIALIZAÇÃO**

### **2.1 Torração**

O café deve passar pelo processo de torração para adquirir sabor e aroma característicos. A torração é um processo dependente de tempo e da temperatura, que causa grandes alterações químicas e físicas na estrutura do grão de café (CLARKE; MACRAE, 1989). O processo de torração pode ser dividido em três fases principais. Primeiramente o grão passa pela secagem, durante a qual a umidade é eliminada, em seguida pela fase de torração propriamente dita, responsável pelas modificações físicas e químicas dos grãos, acontecendo as reações de pirólise (190 a 210°C), modificando a cor e o aroma do grão e finalmente a fase de resfriamento do café, necessária para reduzir de forma drástica o calor gerado na fase de torração (ILLY et al., 1998).

#### **2.1.1 Alterações físicas**

A alteração física mais evidente é o escurecimento do grão com a mudança da cor de amarelo esverdeado para marrom, devido a caramelização de açúcares e pela reação de Maillard, em temperatura acima de 120°C. Esta última, característica de escurecimento não-enzimático, pode ser dividida em três estágios, quais sejam: o primeiro é decorrente da condensação do grupo amina (NH<sub>2</sub>) de aminoácidos, peptídeos e de proteína com grupo carbonila (C=O), formando a base de Schiff, que sofre rearranjo para o composto Amadori, se a carbonila é derivada de uma cetona, ou composto de Heynes quando produzido a partir de um aldeído. Os compostos Amadori e Heynes são incolores e sem aroma. Estes formam o grupo

alfa-carbonila, muito reativo, que através de diversas reações pode gerar primeiramente os compostos aromáticos pirazinas e no estágio final da reação o hidroximetil furfural, formando pigmentos escuros de melanoidinas (HO et al.,1993).

De acordo com ARAÚJO (1995), lipídios também podem participar desta reação, uma vez que nos processos oxidativos do ácido graxo, grupos carbonilas de aldeído, peróxido e epóxidos são formados e interagem com grupos amina dos aminoácidos e das proteínas.

No processo de torração, a mudança de cor inicia-se na temperatura em torno de 160°C, atingindo a pirólise entre 190 e 210°C. A temperatura pode atingir 220°C para torração muito escura (ILLY et al., 1998). O escurecimento é um indicador de torração muito utilizado, pois equivale a um determinado grau de pirólise e, portanto, a determinado perfil de aroma e sabor.

O grão também perde massa. A perda total depende do grau de torração do café. Para torrações claras a perda de massa é de 1 a 5%, para a torração média valores entre 5 e 8%, torração escura entre 8 a 12%, acima de 12 a 16% para torração muito escura (CLARKE; MACRAE, 1989).

Simultaneamente à perda de massa, ocorre o aumento de volume do grão provocado pela pressão dos gases produzidos em seu interior, principalmente devido ao vapor de água e gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Da quantidade total de CO<sub>2</sub> produzida, metade é perdida durante a torração e a outra metade fica retida no grão, que contém entre 2 a 5ml de CO<sub>2</sub> por grama de café torrado. A perda de massa e o aumento do volume associados determinam o decréscimo da densidade do grão. A densidade absoluta no grão cru diminui de 1,25-1,3g/ml para 0,7g/ml. O grão de café também torna-se áspero e quebradiço, o que facilita a moagem do café (ILLY et al., 1998).

### 2.1.2 Alterações químicas

As reações químicas que ocorrem durante a torração são em grande número e complexas. Na Tabela 2 são apresentadas as variações na composição dos principais grupos químicos do café durante a torração.

**TABELA 2.** Composição química do grão de café antes e após a torração para as variedades arábica e robusta (% em peso seco).

| Composição         | Café arábica  |             | Café robusta  |               |
|--------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
|                    | Cru (%)       | Torrado (%) | Cru (%)       | Torrado (%)   |
| Minerais           | 3,0 - 4,2     | 3,5 - 4,5   | 4,0 - 4,5     | 4,6 - 5,0     |
| Cafeína            | 0,9 - 1,2     | ≅1,0        | 1,6 - 2,4     | ≅2,0          |
| Trigonelina        | 1,0 - 1,2     | 0,5 - 1,0   | 0,6 - 0,75    | 0,3 - 0,6     |
| Lipídios           | 12,0 - 18,0   | 14,5 - 20,0 | 9,0 - 13,0    | 11,0 - 16,0   |
| Ác. clorogênicos   | 5,5 - 8,0     | 1,2 - 2,3   | 7,0 - 10,0    | 3,9 - 4,6     |
| Ác. alifáticos     | 1,5 - 2,0     | 1,0 - 1,5   | 1,5 - 2,0     | 1,0 - 1,5     |
| Oligossacarídeos   | 6,0 - 8,0     | 0 - 3,5     | 5,0 - 7,0     | 0 - 3,5       |
| Polissac. totais   | 50,0 - 55,0   | 24,0 - 39,0 | 37,0 - 47,0   | Não informado |
| Aminoácidos livres | 2,0           | 0           | 2,0           | 0             |
| Proteínas          | 11,0 - 13,0   | 13,0 - 15,0 | 11,0 - 13,0   | 13,0 - 15,0   |
| Ác. húmicos        | Não informado | 16,0 - 17,0 | Não informado | 16,0 - 17,0   |

*FONTE: CLARKE; MACRAE (1989)*

As variações na composição dos principais componentes do café cru durante a torração são discutidas a seguir.

### Carboidratos

A sacarose é o açúcar livre presente no café verde em maior quantidade. Na literatura encontram-se diferentes relatos quanto ao teor de sacarose em café, arábica, apresentando valores entre 8,2 a 8,3% (B.S.) em base seca, e de 3,3 a

4,1 % (B.S.) para o café robusta, apresentando também valores de 6,1% (B.S.) para café arábica e de 3,4% para café robusta, bem como valores de 5,1% a 8,5% (B.S.) para arábica e 6,1% (B.S.) para café robusta. (TRUGO, 1989). Segundo o autor, as diversas faixas do teor de sacarose apresentadas devem-se às diferentes metodologias de análise utilizadas, variedades, estado de maturação, processamento e condições de estocagem do café analisado. Nas torrações leves, somente 90% da sacarose presente inicialmente no grão é degradada, sendo completamente destruída nas torrações severas. A sacarose é hidrolisada a glicose e frutose, que ficam disponíveis para a reação de Maillard e formação de aminocetona que polimeriza formando as pirazinas ou oxazois, responsáveis por grande parte do aroma do café (ILLY et al, 1998). A glicose também participa da reação de caramelização, o que resulta em pigmentos de melanoidinas (ARAÚJO, 1995).

Os polissacarídeos são bem estáveis às altas temperaturas de torração, porém, estes podem sofrer despolimerização, aumentando a solubilidade em água e reagindo com aminoácidos, formando melanoidinas, produtos de coloração marrom, característico da cor do café torrado (ILLY et al., 1988).

## **Lipídios**

Os lipídios sofrem pouca alteração com o processo de torração, ocorrendo ligeira hidrólise e decomposição com liberação de ácidos graxos livres e formação de componentes voláteis. A maioria dos lipídios são retidos na estrutura celular do grão, mas podem migrar para o exterior do grão com a torração escura, devido ao rompimento das células (ILLY et al. 1998).

## **Proteínas e aminoácidos**

As proteínas são desnaturadas e degradadas com o processo de torração, liberando os aminoácidos que participam das reações de escurecimento e

formação de aromas importantes para o café, através da reação de Maillard ou Strecker (ILLY et al., 1998).

## **Ácidos**

Os ácidos predominantes e/ou importantes no café cru são os clorogênicos ou ácidos quínicos e seus isômeros, ácido fosfórico e os ácidos cítrico, málico, acético, láctico e pirúvico (CLIFFORD, 1989). Os ácidos carboxílicos, especialmente os ácidos acético, fórmico e butírico, são formados da degradação térmica dos carboidratos durante a torração, o que pode ser acompanhada pela variação do pH da bebida ao longo do processo. O pH inicial para café preparado via seca é em torno de 6,0 e é reduzido para 4,9 durante a torração leve, aumenta para 5,1 na torração média e para 5,3 na torração ideal. O índice máximo de ácidos alifáticos totais é atingido com um grau de torração entre 15 a 16% de perda total de peso. A concentração dos ácidos acético e fórmico decresce nas torrações escuras. Os ácidos cítrico e málico apresentam um aumento inicial de suas concentrações e depois uma degradação constante durante a torração (SABBAGH; YOKOMIZO; FARIA, 1977) ; (CLARKE; MACRAE, 1989).

Segundo DA PORTO et al. (1991), os ácidos cítrico, málico, acético, láctico e fumárico contribuem fortemente para a acidez total somente nos cafés cru e de torrações leves. Além destes ácidos, o aumento da acidez nos cafés de torração média é atribuído aos ácidos clorogênicos (derivados do ácido quínico ou caféico), à presença de ácido fosfórico e também a outros compostos formados e decompostos durante a torração na reação de Maillard.

## **Minerais**

Não há perda de constituintes minerais na torração, exceto para os elementos enxofre e potássio que podem sofrer uma perda mínima. Esta perda depende apenas da perda de matéria seca total do grão. Durante a torração, os minerais

são separados dos seus compostos orgânicos originais e catalisam as reações de pirólise (SIVETZ; DESROSIER, 1979).

## **Alcalóides**

Os principais alcalóides encontrados no café são a cafeína e a trigonelina. A cafeína é um composto termoestável, ocorrendo perda em torno de 10% devido à sublimação. Portanto, a percentagem de cafeína em base seca, após a torração, pode aumentar devido à perda de peso do grão durante este processo. A trigonelina, por outro lado, é rapidamente degradada. À temperatura de 180°C, verifica-se a perda de 60% do teor inicial e à temperatura de 230°C, uma perda de 85%. A degradação da trigolenina resulta, também, na formação de ácido nicotínico (niacina) vitamina do complexo B e N-metilnicotinamida, e a maior parte degradada a compostos voláteis, tais como as piridinas e pirazinas (CLARKE; MACRAE, 1989). De acordo com ILLY et al. (1998), o café torrado contém de 10 a 40mg de ácido nicotínico por 100g de pó de café e é uma importante fonte desta vitamina, uma vez que a necessidade diária é de 18 mg/dia. De acordo com os mesmos autores, em uma xícara de café *espresso* de torração escura o valor de ácido nicotínico está em torno de 2-3mg.

## **Voláteis**

A maioria dos compostos voláteis do café torrado é derivada da degradação e de reações de compostos não voláteis presentes no grão cru, formando uma mistura complexa. Fundamentalmente, o aroma de café torrado se forma a partir de reações de escurecimento não enzimático, principalmente pela reação de Maillard e degradação de Strecker, envolvendo proteína, aminoácido, trigonelina, serotonina, carboidratos, hidróxido, ácidos, fenóis, aminoácidos e trigonelina (DART; NURSTEN, 1989). A composição final dos aromas do café depende de inúmeros fatores, sendo os principais a variedade, a espécie, condições climáticas e de solo, armazenagem, torração e acondicionamento do produto a ser

comercializado. A maioria das pesquisas sobre a composição aromática do café tem sido feita a partir da década de 60 e atualmente há mais de 800 compostos isolados (GROSH, 1995). Estes compostos podem ser classificados em 18 famílias distintas, de acordo com seu grupo funcional e estrutura heterocíclica básica (Tabela 3). Os compostos furanos (compostos cíclicos com 4 carbonos com duas insaturações) são os predominantes na composição aromática do café com 16,1%, seguindo as priazinas com 11,8%, os compostos pirrólicos com 11,0% e cetonas com 10,5%. Os compostos furanos são derivados da degradação dos açúcares de baixo ou alto peso molecular. Deve-se salientar que os compostos sulfurados são predominantes, destacando os tiazóis, tiofenos, tióis e mercaptanas (FLAMENT; CHEVALLIER, 1988).

FIGUEIREDO (1975) relacionou a produção de voláteis com o tempo de torração do café numa temperatura de 220°C. O autor concluiu que a concentração máxima de acetaldeído foi alcançada entre 7 e 8 minutos, correspondente a uma torração clara, como produto da reação de Maillard.



**TABELA 3.** Constituintes aromáticos do café.

| <b>Grupo</b>     | <b>Número</b> |
|------------------|---------------|
| Hidrocarbonetos  | 51            |
| Álcoois          | 19            |
| Aldeídos         | 28            |
| Cetonas          | 70            |
| Ácidos           | 20            |
| Ésteres          | 30            |
| Lactonas         | 8             |
| Aminas           | 21            |
| Tioles, sulfitos | 13            |
| Fenóis           | 44            |
| Furanos          | 108           |
| Tiofenos         | 26            |
| Pirróis          | 74            |
| Oxazóis          | 28            |
| Tiazóis          | 27            |
| Piridinas        | 13            |
| Pirazinas        | 79            |
| Outros           | 11            |
| Total            | 670           |

*FONTE: FLAMENT; CHEVALLIER (1988).*

### 3 GRAU DE TORRA

O grau de torra do café é resultado das condições submetidas ao café verde no processo de torração (tempo, temperatura e do tipo de torrador) que transforma os componentes do café (açúcares, lipídios, proteínas) em produtos de coloração escura e de aroma característico de café torrado.

Para determinar o grau de torra, utiliza-se avaliação visual, que depende muito da prática do operador do torrador, discos padronizados de cor ou sistema de medição de cor por reflectância utilizando colorímetros ou espectrofotômetros, especificados para este fim.

Os colorímetros possibilitam medir o grau de torração através dos valores de luminosidade, da cor vermelha e amarela e outros parâmetros como o ângulo de tom e cromaticidade. DA PORTO et al. (1991) estudaram as mudanças físico-químicas do café durante a torração e moagem, utilizando o sistema CIELab para a determinação da luminosidade ( $L^*$ ), cor vermelha ( $+a^*$ ), cor amarela ( $+b^*$ ) e cromaticidade. Verificou-se, no estudo, a diminuição da luminosidade, acréscimo da cor amarela principalmente na primeira fase da torração. Foi observado também que o grão inteiro é mais escuro externamente e que após a moagem o café se torna mais claro, ou seja, com maior luminosidade.

SEVERINI et al. (1991) estudaram as principais alterações químicas do café das torrações leve à escura. O grau de torração foi monitorado por colorímetro pelo sistema CIELab, determinando a alteração das cores verde, vermelha, amarela e luminosidade, com a perda de massa do grão.

Através do cálculo do ângulo de tom  $\tan^{-1}b^*/a^*$  e a cromaticidade  $(+a^{*2} + +b^{*2})^{1/2}$  os autores classificaram o grau de torração conforme apresentado na Tabela 4.

**TABELA 4.** Grau de torra do café de acordo com a cromaticidade e ângulo de tom.

| Grau de torração | Cromaticidade |        | Ângulo de tom |        |
|------------------|---------------|--------|---------------|--------|
|                  | Mínimo        | Máximo | Mínimo        | Máximo |
| Café verde       | 19            | 20     | 81°           | 90°    |
| Torra clara      | 25            | 34     | 82°           | 69°    |
| Torra média      | 15            | 31     | 57°           | 66°    |
| Torra escura     | 4             | 14     | 41°           | 58°    |

Fonte: (SEVERINI et al., 1991)

Visando a padronização do grau de torra, a “Specialty Coffee Association” desenvolveu uma escala de cor, denominada escala Agtron considerando oito faixas para a classificação do café. Utilizou-se um espectrofotômetro com leitura em comprimento de onda fixo de 811nm, sendo o equipamento calibrado para um valor 0 (zero) de reflectância quando da total carbonização da sacarose, e valor de 100 quando apenas 5 a 10% desse açúcar foi consumido na torração (STAUB, s.d). Por meio desta determinação, especificou-se o grau de torra, de acordo com a seguinte escala: torração clara, valores entre 95 e 70 de reflectância; torração média clara valores de 61 a 69, para o café de torração média valores entre 50 e 60, torração moderadamente escura entre 45 a 49, torração escura valores de 35 a 44 e para a torração muito escura reflectância entre 25 e 34 (STAUB, s.d).

#### 4 MOAGEM

A função da moagem do grão é aumentar a superfície de contato entre a água e o pó de café, facilitando a extração do material solúvel, emulsificando substâncias para a bebida. O processo de moagem consiste primeiramente em esmagar e quebrar o grão em fragmentos milimétricos, acontecendo em uma segunda fase, a moagem propriamente dita, na qual os fragmentos são sujeitos a forças de cisalhamento. O sistema de moagem produz uma distribuição de partícula de

diferentes tamanhos que é caracterizada através de ensaio granulométrico (ILLY et al. 1998).

No ensaio granulométrico são utilizadas peneiras padronizadas com tamanhos de malhas conhecidos, utilizando agitador de peneiras, sendo o teste realizado com o tempo e frequência conhecidos.

Um estudo realizado por MORI; ANJOS; BRAGAGNOLO (1999), com 66 amostras do mercado nacional, mostra o perfil granulométrico do café torrado e moído comercializado no mercado nacional. Verificou-se que o percentual de retenção médio das partículas foi de 6% na peneira N°16 (1,18 mm), 21% na peneira N° 20 (850 µm), 34% na peneira N° 30 (600µm), 35% na peneira 40 (425µm), 3% de peneira N° 50 (300µm) e de 1% no fundo, totalizando 90% de retenção na peneira 20, 30 e 40, classificada como moagem fina.

A indústria americana classifica o grau de moagem a partir de 1940, utilizando 04 peneiras, conforme Tabela 5.

**TABELA 5.** Classificação do grau de moagem

| Moagem         | Retenção (%)                    |                             | Vazamento (%)      |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|
|                | 10 –14 mesh<br>(1,70mm –1,18mm) | 20-28 mesh<br>(850µm-600µm) | 28 mesh<br>(600µm) |
| Regular        | 33                              | 55                          | 12                 |
| Para filtração | 7                               | 73                          | 20                 |
| Fina           | 0                               | 70                          | 30                 |

Fonte: LINGLE, 1996.

A distribuição é feita com base no percentual de retenção acumulada nas peneiras de 10 e 14 *mesh* e 20 e 28 *mesh*, e de vazamento na peneira de 28 *mesh*, separadamente. Se a percentagem de produto que passa pela peneira de 28 *mesh* for em torno de 12%, o café é considerado de moagem regular, se o vazamento for de 20% o café é considerado apropriado para preparação de café

pelo sistema de filtração em coador de papel e quando a percentagem é de 30%, o café é considerado de moagem fina (LINGLE, 1996).

## 5 O CAFÉ TORRADO E MOÍDO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, com a produção de 38 milhões de sacas no período de 2002/2003 e com estimativa de 40 milhões de sacas para a safra 2004/2005. As indústrias brasileiras processaram 13,8 milhões de sacas no período de maio de 2003 a abril de 2004. O consumo per capita de café torrado neste mesmo período foi de 3,75kg (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUÍSTRIA DE CAFÉ, 2005). O Brasil começa a despontar no mercado internacional entre os exportadores de café torrado. O Brasil exportou em 2002, 69.050 mil sacas de café torrado, tendo como maiores importadores os países de Mercosul, EUA, Canadá, França, Coréia, Japão e Grécia (ASSOCIAÇÃO DOS CAFEICULTORES DE ARAGUARI, 2003).

A Resolução SAA – 37, citada em SÃO PAULO (2001), define a norma técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído, conforme apresentado na Tabela 6.

**TABELA 6.** Especificação físico-química para o café torrado e moído.

| Parâmetro (g/100g)  | Valores (%)   |
|---|---------------|
| Umidade   | Máximo 5,0    |
| Resíduo mineral fixo  | Máximo 5,0    |
| Resíduo mineral fixo, insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v | Máximo 1,0    |
| Cafeína   | Mínimo 0,7    |
| Cafeína para produto descafeinado                             | Máximo de 0,1 |
| Extrato aquoso  | Mínimo 25,0   |
| Extrato aquoso para produto descafeinado                      | Mínimo 20,0   |
| Extrato etéreo  | Mínimo 8,0    |
| Extrato etéreo  | Mínimo 8,0    |

Fonte: SÃO PAULO, 2001.

## **5.1 Estabilidade do café torrado e moído**

O café torrado e moído, passa por reações físicas e químicas durante a estocagem que levam à rápida perda de qualidade, quando mantido em condições favoráveis à sua deterioração.

Entretanto, o café torrado pode ser considerado um produto de vida-de-prateleira longa, se alguns cuidados forem tomados nas etapas de processamento, na torração, moagem, acondicionamento e distribuição final.

Entre os fatores extrínsecos responsáveis pela alteração do café torrado e moído, encontram-se a umidade relativa do ambiente, a temperatura de estocagem, a luz e o oxigênio do ar. Salienta-se que o grau de moagem, a densidade e a porosidade do grão também podem contribuir com a perda de qualidade do produto (GUTIÉRREZ et al.,1993).

### **5.1.1 Fatores responsáveis pelas alterações do café torrado e moído**

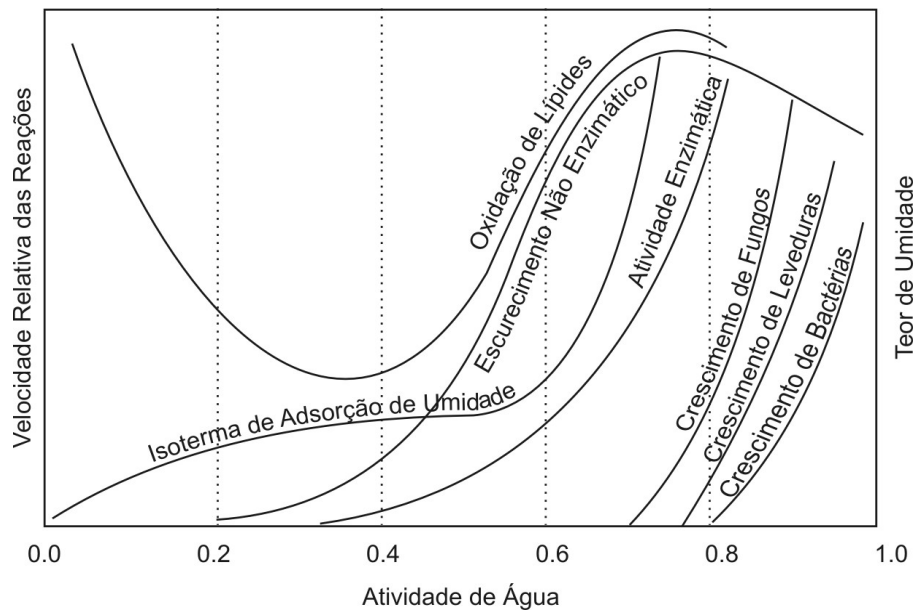
#### **Umidade**

O café torrado e moído apresenta um teor de umidade em torno de 2 a 4% , com atividade de água cerca de 0,2 a 0,3. CABRAL; FERNANDES (1982) mostram através de isoterma de sorção que a 6,6% de umidade (base seca) inicia-se o processo de aglomeração do produto e a 7,0% de umidade (base seca), o café torrado e moído se deteriora rapidamente, devido à aglomeração. De acordo LABUZA et al. (2001), o efeito da umidade sobre a taxa de reação é mais difícil de obter modelos matemáticos quando comparado com o efeito da temperatura. Devido a isto, não existe um modelo apropriado para descrever e prever o efeito da umidade sobre as mudanças químicas em alimentos. O autor propôs, em 1960, o conceito de  $Q_a$ , similar ao  $Q_{10}$ , para descrever a diminuição da vida-de-prateleira com um acréscimo de 0,1 no valor de atividade de água. Os resultados mostraram um  $Q_a$  de 2 a 3 vezes no aumento da velocidade da maioria das reações.

Utilizando a curva de adsorção do café é possível calcular a monocamada de umidade que está relacionada com o início das reações químicas causadoras da deterioração dos alimentos. LABUZA et al., 2001, apresentam resultados de três amostras de café torrado e moído com diferentes teores de umidade com os correspondentes valores da monocamada a 22°C, quais sejam: teor de umidade de 1,56% e monocamada de 3,45g/100g; teor de umidade de 3,55% e monocamada de 3,6 g/100g e café com 5,77% com monocamada de 3,7g/100g. De acordo com o mesmo autor, a vida-de-prateleira de café torrado e moído poderá ser reduzida pela metade quando a monocamada passa de 3,5 g/100g (0,2Aa) para 4,5g/100g (0,3Aa).

A Figura 1 mostra o diagrama da velocidade relativa das principais reações de transformação em alimentos em função das atividades de água (Aa) e umidade, proposto por LABUZA et al. (2001). Considerando que a faixa de atividade de água para o café torrado e moído encontra-se entre 0,2 a 0,3 (2 a 4% de umidade) a oxidação lipídica deve ser a reação mais importante de deterioração de café, embora outras reações possam ocorrer.

Verifica-se também que nesta faixa de atividade de água inicia-se as reações de escurecimento não-enzimático e reação enzimática, o que não seriam muito drástico para o café, considerando a cor natural do grão torrado e pouca ação das enzimas, devido à sua inativação pelo processo de torração.



**FIGURA 1.** Mapa de estabilidade das reações em alimentos em função da atividade de água (CABRAL; FERNANDES, 1982).

## Oxigênio

O café torrado e moído é altamente susceptível à oxidação, desenvolvendo aroma e sabor desagradáveis, decorrente da reação do oxigênio com os voláteis de médio e alto ponto de ebulição. A velocidade da reação depende principalmente da temperatura de estocagem, do teor de umidade, do grau de torração e do tratamento dado anteriormente ao seu acondicionamento (HEISS; RADTKE e ROBINSON, 1977).

A extensão da oxidação do café torrado e moído foi avaliada por DOMKE (1979)<sup>1</sup>, HESSER (1980)<sup>2</sup> e KAREL (1974)<sup>3</sup> citados por CABRAL e FERNANDES (1982). Conforme os autores, o oxigênio em concentração de até 1% no interior da embalagem é consumido entre 3 e 4 semanas, permitindo a preservação das propriedades do produto por vários meses, dependendo da temperatura de

<sup>1</sup> DOMKE, K. C. Produktschutz – Was leisten evakuierung und schutzgasabfüllung für die wererhaltung von nahrungsmitteln. **Ernährungswirtschaft/lebensmitteltechnik**, v.12, n.1, p.32-35, 1979.

<sup>2</sup> HESSER. One-way valve makes bags usable for freesh roast coffee. **World Coffee and Tea**, v.21, n.8, p.13-14, 1980.



estocagem. Para um valor de 2%, o tempo aumenta para 6 semanas, ao passo que com valores acima de 5%, a proteção oferecida pela embalagem é desprezível.

HINMAN (1991), estudando a taxa de oxidação do café torrado e moído, apresenta um modelo matemático para o cálculo de vida-de-prateleira baseado na quantidade de oxigênio presente na embalagem. Segundo o autor, o envelhecimento do café acontece em duas etapas. A primeira é considerada rápida e ocorre durante os dois primeiros meses, coincidindo com o consumo do oxigênio residual, e a segunda ocorre ao longo do tempo de estocagem restante.

LABUZA et al. (2001) citam que quando o café torrado e moído ou outro produto desidratado é estocado em uma embalagem plástica flexível, permeáveis ao oxigênio e umidade, o nível de oxigênio no espaço-livre começa a mudar tão logo este reaja e se difunda no produto. Nesta condição, o autor considera que este processo pode ser considerado o fator limitante que controla a oxidação do lipídio. A entrada de oxigênio ( $X_t$ ) pelo espaço-livre da embalagem ao longo do tempo ( $t$ ) pode ser modelado seguindo a cinética de reação de ordem zero (equação 1). A taxa de reação de oxidação é função da pressão parcial de oxigênio no espaço-livre e pode ser modelada por uma curva tipo hipérbole característica do consumo de oxigênio (Figura 2) e equação 2, que pode ser linearizada conforme equação 3.

$$X_t = R_{O_2} \cdot t \quad (1)$$

$$R_{O_2} = K_1 \frac{P_{O_2}}{k_2 + P_{O_2}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{R_{O_2}} = \frac{1}{K_1} + \frac{K_2}{K_1} \frac{1}{P_{O_2}} \quad (3)$$

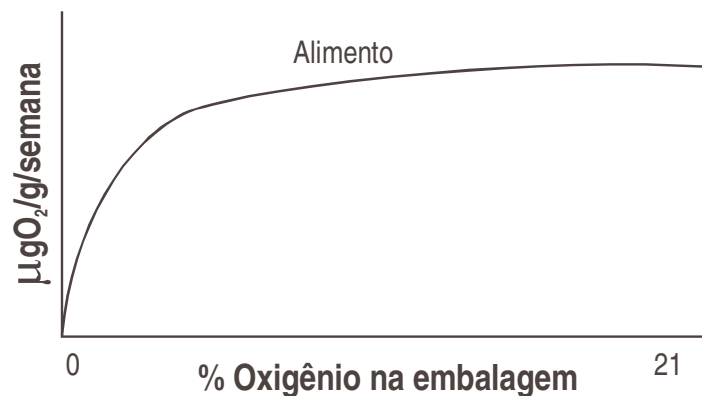
onde  $x_t$  = quantidade de oxigênio que migra para o interior da embalagem em um período de tempo;

$R_{O_2}$  = Taxa de migração de oxigênio

$p_{O_2}$  = pressão parcial de oxigênio

---

<sup>3</sup> KAREL, M. Packing protection for oxygen sensitive products. **Food Technology**, v.28, n.8, p.50-60, 1974.



**FIGURA 2.** Curva da taxa de oxidação em função da pressão parcial do oxigênio (LABUZA et al., 2001).

HEISS et al. (1977) apresentam a relação de consumo de  $120\mu\text{gO}_2/\text{g}$  de café torrado e moído para o envelhecimento do café. Considerando o conteúdo médio de lipídios no café de 8%, e a relação de 1 mol (32g) contendo 22,4 litros esta quantidade equivale a  $840\mu\text{L}$  de oxigênio/g de lipídios.

### Perda de aroma

Embora já tenham sido descobertos em torno de 800 compostos aromáticos no café torrado, muitos pesquisadores sugerem que o aroma do café pode ser definido por algumas substâncias voláteis que apresentam “notas” características deste produto (GROSCH, 1995). As alterações de qualidade no café, devido à perda e alteração dos voláteis, podem superar aquelas causadas pela oxidação dos lipídios. Os compostos voláteis podem sofrer oxidação, polimerização e precipitação (SIVETZ, 1963).

De acordo com HOLSCHER et al. (1990)<sup>4</sup>, HOLSCHER (1991)<sup>5</sup> e BLANK et al. (1992)<sup>6</sup> citado por GROSCH (1995), os compostos, 3-mercaptop-3-metilbutilformato; 2-furfuriltiol; metional; 2-etil-3,5-dimetilpirazina; 3-isobutil-2-metoxipirazina; 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona; 5-etil-4-hidroxi-2-metil-3(2H)-

<sup>4</sup> HOLSCHER, W.; VITZTHUM, O. G.; STEINHART, H. **Café, Cacao, Thé.** v.34, p.205-212.

<sup>5</sup> HOLSCHER, W. Thesis, University of Hamburg.

<sup>6</sup> BLANK, I.; SEM, A.; GROSCH, W. **Z. Lebensm. Unters. Forsch.** v.195, p.239-245.

furanona e Beta-damascenona são considerados componentes-chave do aroma do café.

O acompanhamento das perdas dos compostos voláteis do café acondicionado em embalagens flexíveis laminadas foi realizado por KALLIO et al. (1990). Avaliou-se, ao longo do tempo de estocagem, a relação entre os compostos tiofeno/2,3butanodiona, 2-metil-furano/2,3butanodiona, acetona/2,3butanodiona, tiofeno/propanal, 2-metilfurano/propanal e acetona/propanal. Neste estudo, verificou-se que a perda dos voláteis tem uma relação linear com o tempo.

Observando o aumento dos compostos acetona, 2-metilbutanal, 2-metilfurano, furano, 2-butanona, tiofeno, 3-metilfurano, 2,5-dimetilfurano, decréscimo de 2,3-butanona, propanal, 3-hidroxi-2-butanona e 2,5-furanodiona, no espaço livre da embalagem, este estudo mostrou uma certa relação entre a produção e consumo desses compostos.

LINDERNER-STEINER; ZOU, M. (1996) estudaram o desempenho de quatro tipos de embalagem na qualidade do café torrado e moído, fabricados com estruturas laminadas, como segue:

- filme de poliéster (12 $\mu$ m)/alumínio(7 $\mu$ m)/PEBD(70 $\mu$ m);
- filme de poliéster metalizado<sub>t</sub> (12 $\mu$ m)/PEBD(80 $\mu$ m);
- filme de poliéster (12 $\mu$ m)/ copolímero de etileno e álcool vinílico (EVOH)/PEBD(80 $\mu$ m);
- filme de poliéster SiO<sub>x</sub> (12 $\mu$ m)/PEBD(100 $\mu$ m). SiO<sub>x</sub> – barreira a oxigênio pelo uso de óxido de silício.

Neste mesmo estudo, utilizou-se a análise sensorial, seguindo a norma DIN 10951 e a cromatografia gasosa através de captação de voláteis (metilfurano, metilbutanal, metilpropanal e diacetil) para o acompanhamento da vida-de-prateleira do produto, em relação às perdas de voláteis considerados chaves ao aroma do café e liberação de dióxido de carbono. Verificou-se diferença entre os quatro tipos de materiais quanto à propriedade de barreira aos compostos aromáticos. O melhor desempenho foi para a embalagem laminada com alumínio

e com variações grandes para aquela de poliéster com óxido de silício. Comparando-se as embalagens de poliéster metalizado com a de EVOH, verificou-se que estas apresentaram valores próximos entre si.

SANZ et al. (2001) estudaram por 15 meses café torrado e moído composto por 80% de café arábica e 20% de café robusta, para identificar e quantificar oito compostos voláteis relacionados com o envelhecimento do café. Análise sensorial também foi realizada visando determinar a perda de aroma relacionadas com o frescor do café, durante a estocagem. Verificou-se que os compostos metanotiol, tiofeno, propanona, propanal, 2-metil furano, 2-butanona, 2,3 butanodiona e hexanal apresentaram coeficiente de correlação altamente significativo ( $p < 0,01$ ), com a perda do frescor do café.

### **Liberação de gás carbônico**

Embora a liberação de gás carbônico não tenha influência comprovada sobre a qualidade do café, a sua liberação está diretamente relacionada com a integridade da embalagem. O excesso de gás carbônico na embalagem causa abaulamento, principalmente nas embalagens flexíveis, levando à mudança de aparência na embalagem e comprometimento da termossoldagem. O gás carbônico é gerado pelas reações de pirólise e degradação de Strecker, através da reação de aminoácido com grupos  $\alpha$ -carbonilas formando aminocetonas, aldeído e gás carbônico (ILLY et al, 1998).

A quantidade de gás carbônico aprisionado nos grãos do café após a torração é em torno de 2-5ml/g de café torrado e moído, medidos a 20°C e 760mm Hg. A quantidade de gás carbônico no café depende do grau de moagem e de torração. Menores tamanhos de grão e maior grau de torração favorecem a liberação deste gás (CLARKE, 1989b).

O gás carbônico se difunde no grão torrado com velocidade menor quando comparado ao café torrado e moído. No grão inteiro, o tempo de difusão é em torno de 42 dias (1000 horas) e no café torrado e moído 15 dias.

### **5.1.2 Fatores responsáveis pela qualidade da bebida**

De acordo com LINGLE (1996), alguns fatores são importantes para transformar os grãos torrados de café em bebida de boa qualidade.

#### **a) A proporção entre café e água no preparo da bebida**

A bebida é um balanço entre a concentração de sólidos solúveis e a eficiência da extração. Ou seja, uma determinada bebida poderá ter diferentes concentrações, se diferentes volumes de água e diferentes formas de extração forem utilizados. A faixa mais aceitável para a concentração de sólidos no café está entre 1,0 a 1,5%. Café com a concentração menor que 1% é considerado muito fraco e acima de 1,5% muito forte. Deve-se ressaltar que a concentração de sólidos solúveis no café é calculada com base na quantidade de substância solubilizada, sem influência de sedimentos, de uma determinada alíquota, após secagem em estufa até atingir peso constante (LINGLE, 1996).

#### **b) Grau de moagem e tempo de extração**

O tamanho das partículas do café torrado tem uma relação direta com o tempo de extração do café, uma vez estabelecidas as condições da preparação do café.

Cafés com maior granulometria para as mesmas condições de extração (equipamento, temperatura e sistema de filtragem), resultam em uma bebida com menor teor de sólidos solúveis, enquanto que em cafés que apresentam granulometria mais fina, a maior concentração de sólidos solúveis é esperada, pela maior superfície de contato entre a água e o pó de café.

#### **c) Parâmetros que podem ser controlados na preparação da bebida**

*Tempo de contato entre o pó e a água:* Para que as partículas absorvam a água e o extrato solúvel seja obtido em uma concentração desejada, existe um tempo ideal.

*Temperatura da água:* A temperatura da água deve estar em uma faixa ótima para facilitar a extração dos sólidos solúveis e garantir o aroma característico do café em tempo ideal. De acordo com LINGLE (1996), a temperatura deve estar na faixa de 92° a 96°C e deve permanecer constante em todo ciclo de extração. Para o café *espresso* a temperatura máxima é de 92°C, não permitindo a fervura da água, sendo considerado o mais importante fator na percolação, mas não o único.

*Turbulência:* É o movimento criado pela passagem da água através do café em pó, facilitando o contato entre os grãos, aumentando a molhabilidade e a passagem da água com mais facilidade no material que está sendo extraído. Este movimento também permite a extração adequada de sólidos solúveis de modo uniforme.

*Tipo de preparo:* O café pode ser preparado usando vários tipos de equipamentos, variando o modo de extração em cada caso, resultando em bebidas com diferentes composições, sabor e corpo. O tipo de preparo do café depende do hábito e local de preparo.

O método de filtração por coador é o mais usado no Brasil, para a preparação da bebida. O pó de café é colocado em coador/filtro de papel ou de tecido, passando pelo processo de infusão em água quente, que separa o material sólido do extrato solúvel, sendo recolhido diretamente em recipiente apropriado.

O método de percolação consiste em passar água e vapor quente no pó de café, penetrando nos espaços livres ou porosidade. O tempo de contato depende da temperatura e granulometria, Este é o método utilizado na preparação de café *espresso*.

O método de preparação sob vácuo utiliza um recipiente de duas câmaras, sendo a câmara inferior reservatório para água e formação de vapor e a superior utilizada para conter o café torrado e moído e filtrar a bebida. O vapor de água criado na câmara inferior força a água quente subir até a câmara superior onde está o café. Após a remoção do calor, o vapor se condensa criando vácuo que arrasta a bebida para a câmara inferior após passagem pelo filtro.

Qualidade da água: No preparo do café, a qualidade da água é tão importante quanto a qualidade do café, pois a água representa 98% da bebida. A água contém alguns minerais que favorecem o desenvolvimento do sabor da bebida. Recomenda-se água com teor de minerais dissolvido entre 50 e 100mg/kg, para garantir o melhor sabor da bebida. A água deve ser de boa qualidade e não apresentar nem baixa ou alta dureza, bem como não apresentar alcalinidade. Alguns minerais quando presentes em excesso na água, causam problemas no sistema de aquecimento, devido á formação de depósitos, tais como o magnésio e o cálcio. Os carbonatos e bicarbonatos quando acima de 100mg/kg, podem retardar o fluxo da água através do café. A presença do sódio realça o sabor ácido típico de frutas cítricas e o potássio a percepção do amargo dos compostos fenólicos. Recomenda-se um balanço na concentração de sódio e potássio de aproximadamente 50 mg/kg. O mineral ferro quando em excesso (acima de 2 mg/kg) pode modificar a cor de cafés, reagindo com os compostos fenólicos, provocando esverdeamento na bebida (LINGLE, 1996).

## **6 EMBALAGEM E SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO PARA CAFÉ TORRADO E MOÍDO**

As embalagens e os sistemas de acondicionamento mais utilizados para o acondicionamento do café torrado e moído são apresentados a seguir:

### **6.1 Embalagem metálica**

A embalagem metálica mais antiga existente no mercado é de folha-de-flandres com revestimento interno de verniz. Estas apresentam consideráveis vantagens para o acondicionamento do café, tais como a baixa permeabilidade ao vapor de água e a gases e aos compostos voláteis. As latas, entretanto, devem ser suficientemente rígidas para suportar aos altos níveis de vácuo geralmente

aplicados (acima de 28,5 polegadas de Hg), para garantir no máximo 1% de oxigênio na embalagem, alcançando a estabilidade desejada.

A liberação do gás carbônico pelo café torrado e moído tem como consequência a redução do nível de vácuo, podendo a pressão atmosférica ser restaurada. Para as embalagens metálicas que não suportam altos níveis de vácuo é aconselhável que o café seja acondicionado em atmosfera modificada, utilizando gás carbônico ou nitrogênio, após a realização do vácuo.

A vida-de-prateleira do café torrado e moído, neste caso, pode variar de 6 a 12 meses, dependendo das condições de estocagem (HEISS; RADTKE; ROBINSON, 1977).

## **6.2 Embalagens laminadas de alta barreira**

As embalagens laminadas com alumínio, usualmente utilizadas para café torrado e moído, são, em geral, constituídas de três camadas, sendo a folha de alumínio a camada central agindo como barreira à umidade, oxigênio, luz e gordura, com uma camada mais interna de PEBD (polietileno de baixa densidade), responsável pela termossoldagem e uma terceira camada externa de poliéster ou BOPP (polipropileno biorientado), ambos com excelentes características de resistência mecânica, brilho e transparência, dentre outras.

Este laminado é geralmente utilizado no sistema a vácuo, o que torna a embalagem extremamente rígida. O nível de vácuo aplicado pelo sistema deve garantir uma concentração de oxigênio menor que 1%. Entretanto, estas embalagens podem perder vácuo e sofrer modificações na sua aparência, adquirindo um aspecto solto, devido a fraturas na estrutura do laminado, deficiência na termossoldagem ou pela produção de gás carbônico.

Estas embalagens garantem uma vida útil de no mínimo 6 meses, quando aplicado um nível de vácuo apropriado (maior que 28,5 polegadas de Hg) (CLARKEE; MACRAE, 1989). MORI et al. (1985) estimaram a vida-de-prateleira



do café torrado e moído de 230 a 470 dias, acondicionado a vácuo entre 13 a 15 polegadas de Hg, estocado a 23° C e 65% de umidade relativa.

### **6.3 Embalagens com atmosfera normal**

Fabricadas em máquinas verticais do tipo forma-enche e fecha, estas embalagens são utilizadas para manter o café sob atmosfera normal e são as mais utilizadas no Brasil, denominada de almofada. Existe uma grande variedade de filmes e formatos disponíveis no mercado. Dentre os materiais mais utilizados, encontram-se os filmes de poliéster impressos e metalizados laminados ao PEBD (polietileno de baixa densidade) ou simplesmente poliéster laminado ao PEBD sem metalização.

Habitualmente o fabricante acondiciona o café na embalagem logo após os processos de torrefação e moagem e, em seguida, a embalagem é perfurada para evitar o estufamento devido à liberação de CO<sub>2</sub>, desperdiçando as características de barreira a gases do material (ALVES et al., 2003); (OLIVEIRA; ALVES, 2004).

### **6.4 Novos sistemas de acondicionamento de café torrado e moído**

Um dos segmentos da tecnologia de maior crescimento para prolongar a vida-de-prateleira do café torrado e moído é a utilização de atmosfera controlada ou modificada. Esta técnica consiste em formulações gasosas de elevada pureza com a finalidade de alterar a composição do espaço-livre ao redor do produto (ADELL, 1995).

No estudo realizado por ALVES, et al., 2003, avaliou-se os sistemas de acondicionamento com e sem inertização, para obtenção de dados sobre o efeito das propriedades de barreira dos materiais de embalagem e o efeito do teor de oxigênio residual do espaço-livre, na vida-útil do café torrado e moído, estocado a temperatura de 25°C/65% UR. Observou-se neste estudo que o processo de acondicionamento de café torrado e moído em embalagem com atmosfera

modificada com a inertização com nitrogênio, prolongou em média por 6 meses a vida útil, em comparação ao sistema sem injeção de N<sub>2</sub>.

Uma outra tecnologia explorada é o uso de absorvedores de oxigênio, seja na embalagem ou diretamente no produto, denominada de “embalagem ativa”. Para tanto, utilizam-se diferentes princípios para redução deste gás, tais como enzimas (glicose-oxidases), carbonato e óxidos de ferro, absorvedores à base de paládio, etc.

ADELL (1995) utilizou um complexo enzimático glicose-oxidase/catalase e observou que o café torrado e moído conservou melhor suas características originais quando comparado com acondicionamento a vácuo e com absorvedores “Ageless®”.

Um estudo sobre a eficiência de absorvedores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foi realizado por MATSUSHIMA et al. (1995), onde avaliou-se o uso de compostos de ferro na composição de absorvedores, em latas com 200g e utilizando como referência embalagens flexíveis a vácuo. Os autores demonstraram que o absorvedor mais eficiente foi aquele que estabeleceu no interior da embalagem uma relação de 25 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> /250 cm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>, comparáveis àquelas das embalagens a vácuo. Os absorvedores com maiores capacidades de absorção produziram no café aroma e sabor “químico”. A absorção de CO<sub>2</sub> é essencial para manter a velocidade de absorção de O<sub>2</sub> elevada o suficiente para minimizar a oxidação dos compostos aromáticos do café.

Para evitar o abaulamento da embalagem devido à presença de gás carbônico foram desenvolvidas válvulas possibilitando a saída do gás e impedindo a entrada de oxigênio. As válvulas podem ser utilizadas em todos os sistemas de embalagem, com a vantagem de poder ser aplicada após a torração e moagem do café, mantendo aromas e garantindo o frescor do produto por mais tempo (BOSCH, 2005) ; (OLIVEIRA, ALVES, 2004).

Além do tipo de embalagem, verifica-se a tendência da comercialização do café em porções, na forma de saches para preparação de doses únicas.

Uma alternativa de sistema de embalagem para comercialização do café torrado e moído é apresentado por RADTKE (1973), sendo apresentado em pequenas porções unitizadas, suficientes para uma quantidade que se deseja consumir.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELL, E. A. **Contribuição ao estudo de absorvedores enzimáticos de oxigênio na conservação de café torrado e moído**. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ALVES, R. M. V. ; MORI, E. E. M.; MILANEZ, C. R.; PADULA, M. Café torrado e moído em embalagens inertizadas. **Ciências e Tecnologias de Alimentos**, Campinas,v. 23 (Supl): 22-27, dez, 2003.

ANJOS, V. D. A. ; COSTA, M.; MORI, E. E. M. Contribution to the study of Brazilian Coffees – physical characteristics. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM ON COFFEE, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Trieste: ASIC, 2001.

BOSH –The Online – Magazine. **Coffee – as fresh as the day it was roasted and full of aroma**, may, 2005. Disponível em [http:// boschindia.com/content/language 1/html/715\\_3104.htm](http://boschindia.com/content/language 1/html/715_3104.htm). Acesso em abril/2005.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos - teoria e prática**. Viçosa: Imprensa Universitária, . 1995. 333p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Jornal do Café**. Disponível em <http://www.jornaldocafe.com.br/index.html>. Acesso em: jun./1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ . Disponível em <http://www.abic.com.br/estatística.htm>. Acesso em: 10/02/05

ASSOCIAÇÃO DOS COFEICULTORES DE ARAGUARI. Disponível em <<http://www.aca.com.br/aca/noticia>> Acesso em: 22 ago. 2003.

BRASIL. Instrução Normativa n° 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2003. 12 p.

CABRAL, A. C. D.; FERNANDES, M. H. C. Embalagem para café torrado e café torrado e moído. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 1-9, 1982.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee Technology**. 2. ed. London: Elsevier Science, 1989. v. 2, p. 207-219.

CLARKE, R. J. Roasting and gridding. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee Technology**. London: Elsevier Science, 1989. v. 2, Cap. 4, p. 73-88.

CLIFFORD, M.N. Chorogenic Acid. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R (Ed.). **Coffee Chemistry**. London: Elsevier Science, 1989. v. 1. Cap. 4, p. 153 –202.

DA PORTO, C.; NICOLI, M. C.; SEVERINI, C.; SENSIDONI, A.; LERICI, C. R. Study on physical and physicochemical changes in coffee beans during roasting. note 2. **Italian Journal of Food Science**, n. 3, p. 197-207, 1991.

DART, S. K.; NURSTEN, H. E. Volatile Components. In: **Coffee Chemistry**. London: Elsevier Science, 1989. v. 1. Cap. 7, p. 223 - 265..

FIGUEIREDO, I. B. Variações quantitativas de acetaldeído no café em pó em função do tempo de torrefação a 220 °C. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 361-378, 1975.

FLAMENT, I.; CHEVALLIER, C. Analysis of volatile constituents of coffee aroma. **Chemistry and Industry**, n. 18, p. 592-596, 1988.

GROSH, W. Instrumental and sensory analysis of coffee volatiles. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 16., 1995, Kyoto. **Anais**. Paris: ASIC, 1995. p. 147-155.

GUTIRREZ, C.; ORTOLÁ, M. D.; CHIRALT, FITO, P. Análises por MEB de la porosidad del café tostado. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 15., 1993, Montpellier. **Anais**. Paris: ASIC, 1993. p. 661-671.

HEISS, R.; RADTKE, R.; ROBINSON, L. Packaging and marketing of roasted coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 8., 1977, Abidjan. **Anais**. Paris: ASIC, 1977. p. 163-174.

HO, C.-T.; HWANG, H.-I.; YU, T.-H.; ZHANG, J. An overview of the Maillard reactions related to aroma generation in coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 15., 1993, Montpellier. **Anais**. Paris: ASIC, 1993. p. 519-527.

HINMAN, D. C. Rates of oxidation of roast and ground coffee and the effect on shelf-life. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 14., 1991, San Francisco. **Anais**. Paris: ASIC, 1991. p. 165 - 174.

ILLY, A.; ILLY,.; VIANI, R.; ILLY, E.; MACRAE, R.; PETRACCO, M.; SONDAHL, M.; VALUSSI, S. **Espresso Coffee: The Chemistry of Quality**. 3. ed. London: Academic Press Limited, 1998 253p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Export by Exporting Counter to all Destination. [www.ico.org/framerse/trasset.htm](http://www.ico.org/framerse/trasset.htm), acesso em 19/10/2003 / 10/02/2005.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Export by Exporting Counter to all Destination. [www.ico.org/framerse/trasset.htm](http://www.ico.org/framerse/trasset.htm), acesso em 19/10/2003 / 10/02/2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10470: Green coffee – Defect reference chart – Genebra, 1993. 22 p.

KALLIO, H.; LEINO, M.; KOULLIAS, K.; KALLIO, S.; KAITARANTA, J. Headspace of ground coffee as indicator of storage time. **Food Chemistry**, v. 36, p. 135-148, 1990.

LABUZA, T. P.; CARDELLI, C.; ANDERSON, E.; SHIMONI, E. Physical Chemistry of Roasted and Ground Coffee: shelf life improvement for flexible packaging. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Trieste: ASIC, 2001. 39p.

LINGLE, T. R. The Coffee Brewing Handbook – A Systematic Guide to Coffee Preparation. Long Beach, Specialty Coffee Association of America, 1996. 59 p.

LINDNER-STEINER, Z.M. Aromaveränderrung von vakuumverpacktem kaffee bei unterschiedlichen packstoffen. **Technisch-Wissenschaftliche Beilage**, München, v. 48, n.1, 1996. (Tradutor Técnico – Paul van Dender).

MATSUSHIMA, T; OGURO, N; ICHIYANAGI, S. In: In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 16., 1995, Kyoto. **Anais**. Kyoto: ASIC, 1995. p- 426-434.

MORI, E. E. M.; FERREIRA, V. L. P.; GUEDES, L. B. R.; ARDITO, E. F. G.; YOTSUYIANAGI, K.; SOLER, R. M. Vida-de-prateleira do café torrado e moído embalado a vácuo. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 67-89, 1985.

MORI, E.E.M; ANJOS, V. D. A; BRAGAGNOLO, N. Monitoramento da qualidade do café torrado e moído no Estado de São Paulo. In: Seminário Internacional sobre biotecnologia na agroindústria cafeeira, 3., 1999, Londrina. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1999. p. 493 - 497.

MORI, E. E. M; BRAGAGNOLO, N; MORGANO, M. A; ANJOS, V. D. A; YOTSUYANAGI, K; FARIA, E. V.; IYOMASSA, J. M. Brazil coffee growing regions and quality of natural, pulped natural and washed coffees. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Trieste: ASIC, 2001. 39p.

OLIVEIRA, P. A. P. L. V; ALVES, R. M. V. Embalagem para café torrado e moído – uma alternativa para a agregação de valor ao produto. Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens, Campinas, v.16 – nº1, p.5 – 8.jan/fav/mar. 2004.ISSN: 0104 – 3781.

RADTKE, R. Überblick euber den heutigen stan der verpackungstechnik fuer roestkaffee unter besonderer beruecksichtigung der aromaerhaltung . In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 6., 1973, Bogotá. **Anais**. Bogotá: ASIC, 1973.p - 188-198.

SABBAGH, N. K.; YOKOMIZO, Y.; FARIA, J. B. Influência da torração nos conteúdos de monossacárides de cafés arábica, robusta e do híbrido icatu. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 8, p. 111-130, 1977.

SANZ, C.; PASCUAL, L.; ZAPELENA, M.J.; CID, M.C. A new “aroma index to determine the aroma quality of a blend of roasted coffee beans. COLLOQUE SCIENTIFIC INTERNATIONAL SUR CAFÈ. 19, 2001, Trieste. **Anais**: Trieste: ASIC, 2001.

SÃO PAULO. **Resolução SAA .– 37, de 9 de novembro de 2001**. Define Norma Técnica para a fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial**, Estado de São Paulo, 13 nov. 2001. 8 p.

SEVERINI, C.; NICOLI, M. C; MASTRACOLA, LERICI, C. R. Influece of heatig rate on some physical and physico-chemical properties of coffee beans during the roasting process. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 14., Anais. São Francisco: ASIC, 1991. p. 641-648.

SIVETZ, M. **Coffee Processing Technology**: aromatization-properties-brewing-plant design. Westport: AVI, 1963. p.169-173.

SIVETZ, M; DESROSIER, N.W. **Coffee Technology**. Westport: AVI, 1979. p.-248-264.

STAUB, C. Agtron/ SCAA Roast Classification. 10p. s.d.

TEIXEIRA, A. **Noções Gerais sobre: A cultura, o preparo e a classificação do café.** ASSICAFÉ. São Paulo, 1999.41p.

TRUGO, L. C. In: Carbohydrates. In: CLARKE ; MACRAE. **Coffee Technology.** London: Elsevier Science, 1989. v. 2, p. 83-113.





## CAPÍTULO 2

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA UNITIZADO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO – OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO PRENSAGEM

### RESUMO

Utilizou-se o processo de prensagem em três níveis para obtenção de blocos de café torrado e moído de 50g. Aplicou-se para tanto 3t (P3), 6t (P6) e 9t (P9) para o café com moagem fina (M3), média (M5) e grossa (M7). Após as prensagens determinou-se na bebida a porcentagem de sólidos solúveis e a cor pelo sistema CIELab; o percentual de espaço livre e a redução de volume do bloco. Para verificar a resistência mecânica dos blocos realizou-se ensaios de compressão, teste de queda e de simulação de transporte. A porcentagem de redução da altura do bloco foi calculada pela relação do volume ocupado pelo café antes de prensar com o volume de café após prensagem. Os resultados mostraram que o café de moagem fina apresentou maior teor de sólidos solúveis para a prensagem 3t (P3) e de 6t (P6), e que o café de moagem grossa (M7) apresentou menor teor de sólidos solúveis em todos os tratamentos de prensagem. Quanto à determinação da cor instrumental, observou-se que para cada nível de prensagem aplicado (P3, P6 e P9) os parâmetros luminosidade ( $L^*$ ), cor vermelha ( $a^*$ ) e amarela ( $b^*$ ) aumentaram da moagem fina para a moagem grossa. O percentual de espaço livre aumentou com o aumento da moagem, ocorrendo de forma inversa para a redução do volume do bloco. A força de compressão dos blocos, variou de 3,5 a 8,5kgf de carga vertical, com maior resistência para o bloco de moagem fina. Quanto aos ensaios de queda e de simulação de transporte, os blocos apresentaram desempenho satisfatório.

## **SUMMARY**

A press was used at three different load levels, to obtain 50g blocks of roast, ground coffee. The three pressing levels were 3t (P3), 6t (P6) and 9t (P9) for coffee with three levels of grind: fine (M3), medium (M5) and coarse (M7). After pressing, the percent headspace and reduction in volume of the blocks were measured, and the percent soluble solids and CIELab colour of the beverage prepared with the coffee, determined. The mechanical resistance of the blocks was tested by way of compression trials, fall tests and transport simulation. The percent reduction in height of the block was calculated from the ratio of the volume occupied by the coffee before pressing, to that after pressing. The results showed that the highest soluble solids values were found for the finely ground coffee (M3) pressed at 3t (P3) and 6t (P6) and that the coarsely ground coffee (M7) showed the lowest values for soluble solids at all pressing loads. The instrumental colour determinations showed that at each level of press load (P3, P6 and P9), the values for luminosity ( $L^*$ ), red colour ( $a^*$ ) and yellow colour ( $b^*$ ) increased as the level of grind went from fine to coarse. The headspace increased with increase in grinding, in an inverse relation with the block volume. The force of compression of the blocks varied from 3.5 to 8.5 kgf of vertical load, the greatest resistance being shown by the blocks made from finely ground coffee. The blocks presented satisfactory performance in the trials with falling and transport simulation.

## 1 INTRODUÇÃO

O café torrado e moído é um produto de grande consumo nacional comercializado atualmente no Brasil em dois tipos de sistemas, conhecidos como embalagem almofada e a vácuo. O sistema almofada apresenta o menor custo, porém não garante a devida proteção ao produto. No acondicionamento do café, a embalagem é perfurada para facilitar a saída do dióxido de carbono, evitando que a embalagem apresente um aspecto abaulado, porém facilitando a entrada de oxigênio e de umidade, causando alteração no aroma e sabor do café. O sistema a vácuo garante uma vida-de-prateleira longa, em torno de 1,5 ano, minimizando as perdas de qualidade do café torrado e moído (MORI et al.,1985).

Verifica-se que as embalagens atualmente utilizadas protegem o produto enquanto fechadas. Uma vez que a embalagem é aberta, a perda de qualidade do produto restante na embalagem é intensa, tornando-se inadequado para o consumo em poucos dias (4-7dias), mesmo em baixa umidade relativa (LABUZA, 1982). Por isso, é necessário o desenvolvimento de novos sistemas de embalagem para o acondicionamento do café, que garantam mais segurança ao consumidor, maior estabilidade e que seja acessível ao consumidor.

Órgãos governamentais tem incentivado as pesquisas em café através de acordos e convênios com Institutos de Pesquisa, nas áreas da cafeicultura, colheita, pós-colheita, industrialização e qualidade de café (CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ, 2004).

Para que o Brasil consiga aumentar as vendas de seu café para o exigente mercado externo, é preciso não só o empenho do campo em adotar as práticas e as tecnologias capazes de produzir boas e fartas colheitas, mas que as indústrias juntamente com os institutos de pesquisa e universidade trabalhem para agregar novos valores aos grãos de café.

O principal produto derivado do café foi lançado no Brasil em 1938, por meio da empresa Nestlé, visando atender uma solicitação do Governo Brasileiro, para absorver o excedente de café existente no mercado, decorrente da super safra de

1930 (ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS PROFISSIONAIS DE MARKETING, 2004).

Verifica-se que os maiores desenvolvimentos no segmento de café são focados na embalagem, com o desenvolvimento de materiais, sistemas de acondicionamento a vácuo, atmosfera inerte, válvulas desgaseificadoras, visando a maior proteção do produto. De forma geral as principais embalagens encontradas no mercado são do tipo almofada, a vácuo ou em lata com quantidades de 250 a 500g. Não existem opções de embalagens de café torrado e moído com menores volumes que atenda ao consumidor apenas no momento de uso, sem que todo o produto seja exposto, acelerando as perdas de qualidade em curto tempo (OLIVEIRA, ALVES, 2004).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de desenvolver um sistema alternativo para o acondicionamento do café torrado e moído, garantindo maior praticidade, segurança e qualidade, em menor quantidade comparado aos tradicionais sistemas do mercado.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

Utilizou-se uma amostra de café cru (18kg), classificado como tipo 3-15, com 17 defeitos, peneira 16, aspecto bom e seca boa, com 10,2 % de umidade (BU), recebida da Cooperativa do COOXUPÉ – Guaxupé – MG (BRASIL, 2003).

### **2.2 Torração do café**

A torração do café foi realizada em torrador de tambor, marca Tupã, capacidade de 18kg, com temperatura de torração variando de 208 a 213°C, com perda de peso de 16,7% (torração média).

## **2.3 Moagem do café**

Foram realizados 03 níveis de moagem em moinho de disco La Cimbali, em 03 posições consideradas como moagem fina (M3), média (M5) e grossa (M7).

## **2.4 Granulometria**

Os três níveis de moagem de café foram avaliados segundo a distribuição granulométrica, utilizando agitador de peneira Produtest na posição 9 por 10 minutos de agitação, com peneiras granulométricas N°16 (1180 $\mu$ m); N°20 (850 $\mu$ m); N°30 (600 $\mu$ m); N° 40 (425 $\mu$ m ); N°50 (300 $\mu$ m ) e fundo.

## **2.5 Densidade aparente e massa específica**

A densidade aparente foi determinada utilizando-se uma proveta de 100ml, onde foi colocado o café até a marca superior da escala. Determinou-se o peso do café e dividindo-se por 100ml obteve-se a densidade aparente. A massa específica foi obtida pela relação entre a massa de café e o volume deslocado em sistema contendo óleo de soja, por ser mais leve que o café (densidade de 0,922g/ml), possibilitando desta forma a imersão do pó no líquido ( ISO, 1987); (FERREIRA, 2002).

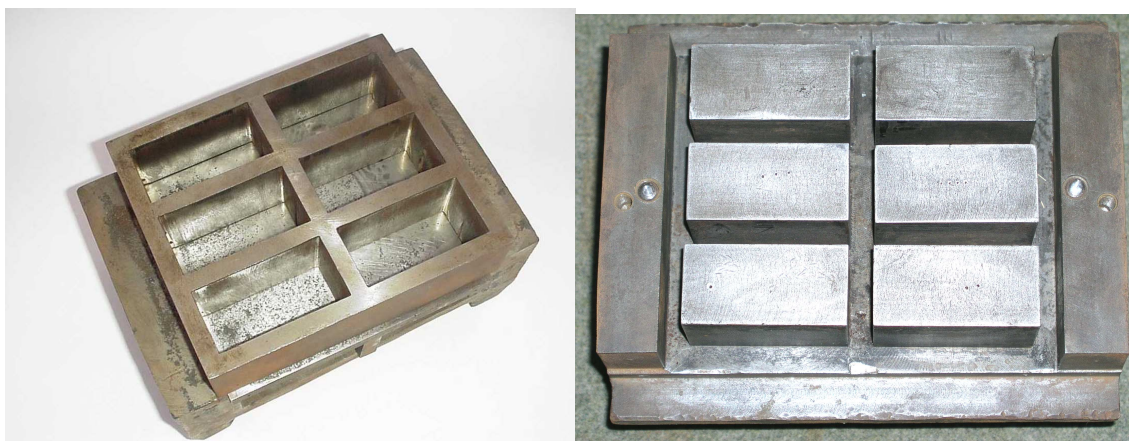
## **2.6 Operação de prensagem**

Utilizou-se um molde em ferro fundido com seis cavidades sendo cada uma com dimensão de 80 X 40 X 49,5mm ( comprimento, largura e altura), para obtenção dos seis blocos de café de uma só vez (Figura 1). Para a prensagem dos blocos utilizou-se uma prensa hidráulica da marca SIWA 40t 5867 DA-12 (manômetro FAMABRAS 40 t , resolução 1t) com aplicação de 3, 6 e 9 toneladas. Na Tabela 1 são apresentadas as três condições de prensagem, considerando a pressão do punção sobre as cavidades do molde de 9,6kPa.

**TABELA 1.** Pressão aplicada em cada cavidade do molde para cada condição utilizada.

| Tratamento | Pressão inicial do punção (kPa) | Pressão final (kPa) |
|------------|---------------------------------|---------------------|
| P3         | 9,6                             | 1.539,4             |
| P6         | 9,6                             | 3.079,3             |
| P9         | 9,6                             | 4.618,7             |

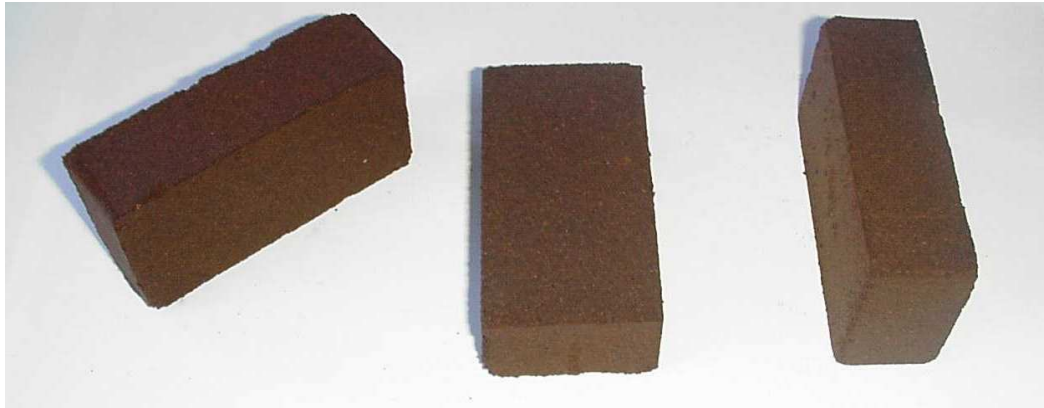
Para tanto, foram prensados 50 gramas de amostra por cavidade para obtenção dos blocos (Figura 3). Após a obtenção dos blocos de café, foram obtidas as dimensões dos mesmos utilizando paquímetro 0,05mm.



**FIGURA 1.** Molde com seis cavidades utilizado na prensagem do café



**FIGURA 2.** Detalhe do cabeçote da prensa utilizada na prensagem do café.



**FIGURA 3.** Detalhe dos blocos de café obtidos por prensagem

### **2.7 Determinação da porcentagem de espaço-livre (porosidade)**

A porcentagem de porosidade (P) foi calculada com base no volume do bloco prensado (V1) – o volume teórico (V2) do bloco, a partir da massa específica (m/v), onde:

$$P = \frac{V1-V2}{V2} \times 100 \quad (1)$$

### **2.8 Determinação da porcentagem de redução do volume do bloco**

Com base no volume do café sem prensar (V3) e no volume do café prensado (V1), calculou-se a porcentagem de redução de volume (PR), onde :

$$PR = \frac{V3-V1}{V3} \times 100 \quad (2)$$

## **2.9 Avaliação na bebida**

### **2.9.1 Determinação de sólidos solúveis**

Determinou-se a porcentagem de solúveis na bebida, para verificar a influência da moagem e prensagem neste parâmetro de qualidade (AOAC, 2000).

### **2.9.2 Determinação de cor instrumental**

Foi determinada em colorímetro COLOR EYE 2020 pelo sistema CIELab com leitura direta em cápsula de vidro ótico, contra um anteparo branco, em 40ml da bebida, configuração DREOL, iluminante D<sub>65</sub> e ângulo de observação de 10°C (FERREIRA, 1981).

## **2.10 Ensaio de compressão do bloco de café**

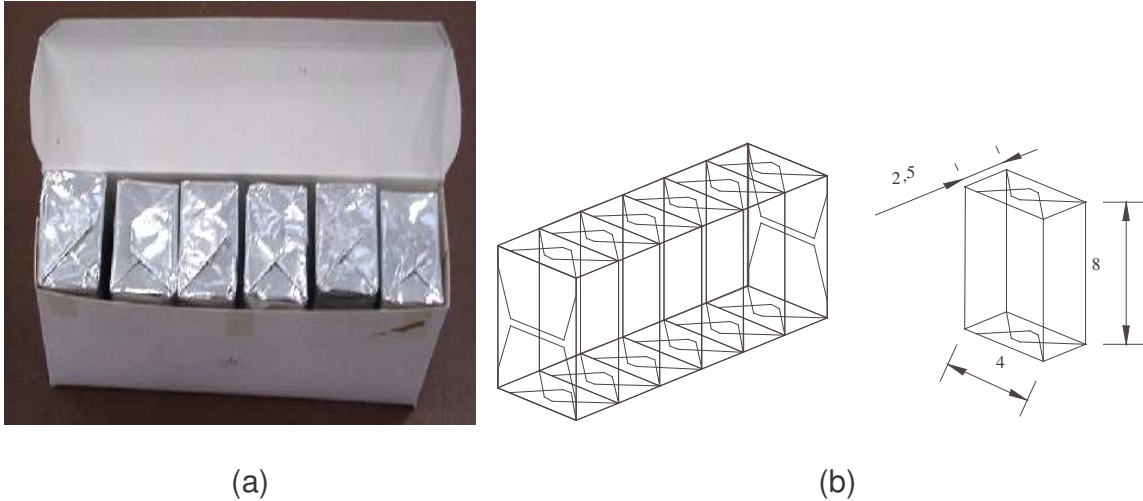
Utilizou-se um Texturômetro TA. XT2, marca Stable Micro System, operando com velocidade de pré-teste de 2,0mm/s, velocidade de teste de 0,3mm/s e velocidade de pós-teste de 2,0mm/s, utilizando um probe P.0,25s 1/4" de aço inoxidável. O nível de compressão utilizado foi de 5%, necessário para comprimir o bloco, provocando ou não uma mínima trinca no sentido longitudinal, sem perda de integridade, resultando na determinação da força máxima de compressão.

## **2.11 Teste de simulação de transporte**

O ensaio de simulação de transporte foi realizado durante 90min em mesa de vibração MTS modelo 407, com 1,5 x 1,5m e 5 toneladas de força dinâmica, utilizando o espectro sugerido na ASTM D 4728-95 – “Standard test method for random vibration testing of shipping container”, para caminhão equivalente a 750km de distância, com valor médio na aceleração (RMS) de 0,52g. Utilizou-se caixas de papelão, com 305mm de largura x 365mm de comprimento x 190mm de altura, com 24 cartuchos (145,5g/m<sup>2</sup>) contendo 6 blocos de café unitizados prensados (Figura 4) (ASTM, 1995). Para avaliação das embalagens foi utilizado



um plano de amostragem Nível II, Escala F, para avaliação de 20 amostras, NQA 4%, aceitando 2 amostras danificadas, rejeitando 3 (ABNT,1985), (MTS, 1988).



**FIGURA 4.** Protótipo dos cartuchos (a) contendo seis unidades de blocos de café prensado (b), ilustração em perspectiva dos blocos no cartucho com dimensões (8x4x2,5 cm).

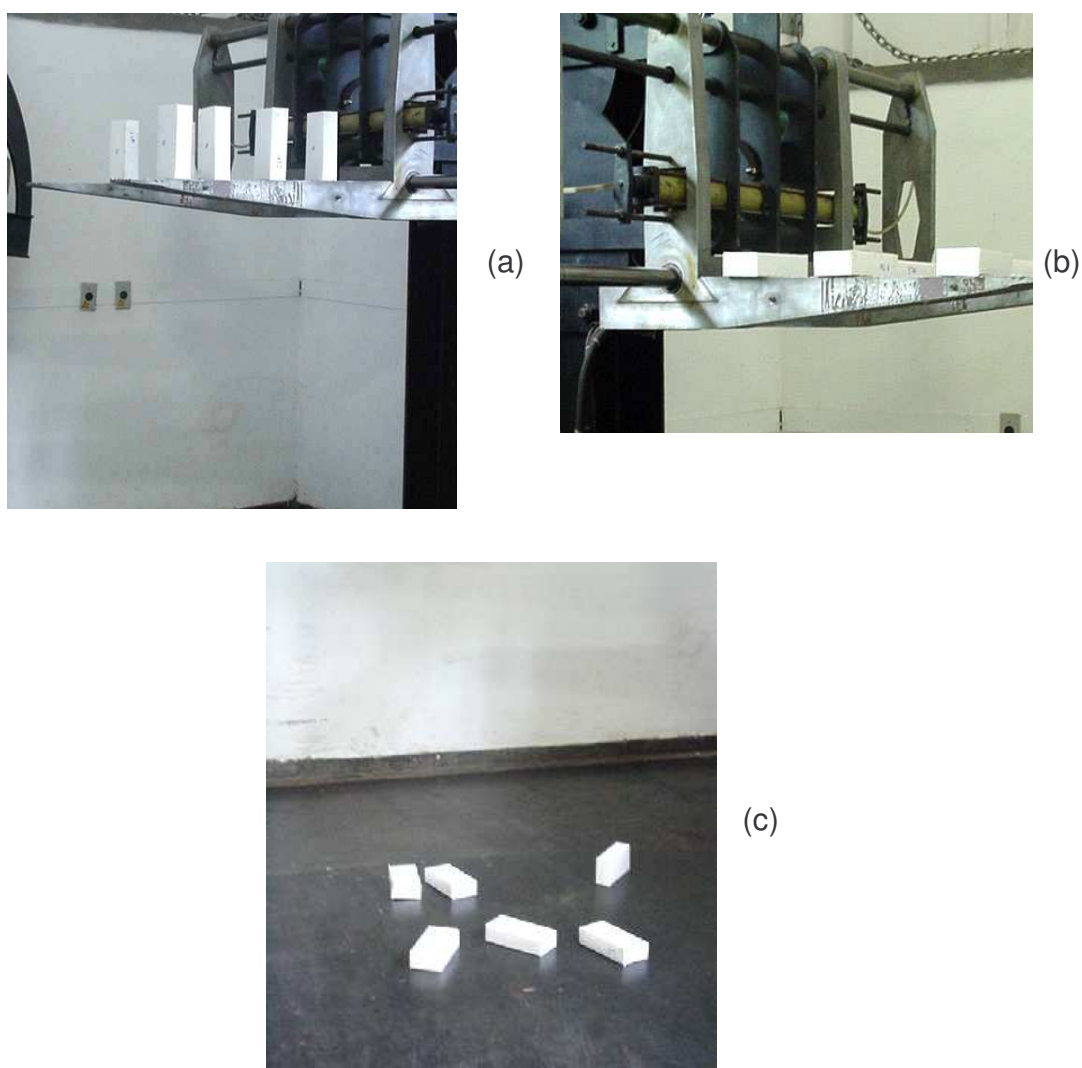
A Figura 5, apresenta o arranjo das caixas sobre a mesa de vibração para o ensaio de simulação de transporte.



**FIGURA 5.** Arranjo das caixas de café prensado sobre a mesa de vibração

## 2.12 Ensaio de queda

Realizou-se o ensaio de queda de 06 cartuchos contendo 06 unidades do café prensado, em sistema padronizado pela NBR14222, utilizando como altura máxima de queda 1,5m, equivalente à altura média de prateleira de supermercado, aceitando 1 e rejeitando 2 (Plano D 4% de NQA) (ABNT,1998). Os cartuchos foram posicionados na vertical e na horizontal no suporte do equipamento para o ensaio de queda conforme as Figuras 6a e 6b. Na Figura 6c verifica-se a disposição dos blocos após o ensaio na plataforma de impacto.



**FIGURA 6.** Disposição das caixas na vertical (a) e horizontal (b) no ensaio de queda a 1,5 m da plataforma e distribuição das caixas após o ensaio de queda (c) para os cafés prensado em blocos unitizados.

## 2.13 Isoterma de adsorção

Para verificar se a moagem poderia influenciar na capacidade de adsorção de água, 03 curvas isotermas de adsorção foram obtidas. Foram pesados 2.000 gramas de café torrado e moído de cada tipo de moagem (fina, média e grossa): em pesa-filtros, colocado em dessecadores com umidade relativa conhecida (0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 atividade de água), obtida pelas soluções de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), com pesagens em intervalos regulares, até peso constante. Com base nesse peso, calculou-se o ganho de umidade em base seca para cada atividade de água e a monocamada utilizando-se a equação de BET linearizada (BRAUNAUER, EMMET, TELLER), ajustada a uma equação polinomial linear (TIMMERMANN, CHIRIFE, IGLESIAS, 2001).

Sendo:

$$\frac{a_w}{(1-a_w)xeq} = \frac{1}{xmC} + \frac{a_w(C-1)}{xmC} \quad (3)$$

$x_m$  = a monocamada ;

$xeq$  = umidade de equilíbrio

C= constante relacionada ao calor de sorção

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Granulometria

A Tabela 2 mostra os resultados da distribuição granulométrica, para cada tipo de moagem.

**TABELA 2.** Avaliação granulométrica do café torrado e moído para a moagem fina, média e grossa. <sup>(1)</sup>

| Peneira<br>N° | Abertura<br>( $\mu\text{m}$ ) | Retenção (%)     |                  |                  |
|---------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|               |                               | Moagem           |                  |                  |
|               |                               | Fina             | Média            | Grossa           |
| 16            | 1180                          | 1,32 $\pm$ 0,27  | 3,44 $\pm$ 0,18  | 1,29 $\pm$ 0,09  |
| 20            | 850                           | 4,05 $\pm$ 1,40  | 12,71 $\pm$ 1,65 | 4,80 $\pm$ 1,97  |
| 30            | 600                           | 1,44 $\pm$ 0,70  | 1,88 $\pm$ 0,23  | 12,09 $\pm$ 0,07 |
| 40            | 425                           | 17,63 $\pm$ 7,29 | 69,84 $\pm$ 3,42 | 56,24 $\pm$ 2,40 |
| 50            | 300                           | 49,40 $\pm$ 2,13 | 6,40 $\pm$ 3,41  | 13,45 $\pm$ 1,99 |
| Fundo         | -                             | 25,95 $\pm$ 7,15 | 5,41 $\pm$ 0,85  | 12,44 $\pm$ 2,71 |

(1) Resultado médio de 06 determinações  $\pm$  desvio padrão

Verifica-se pela Tabela 2, que o café de moagem fina apresentou maior retenção na peneira N° 50 (300 $\mu\text{m}$ ) e fundo; o de moagem média maior percentual de retenção na peneira 40 (425  $\mu\text{m}$ ) e o café de moagem grossa 12% na peneira 30 (600 $\mu\text{m}$ ), maior retenção em relação às outras moagens, embora tenha apresentado também um alto percentual de retenção nas peneiras 40, 50 e fundo, provavelmente devido à geração de partículas finas, resultante da abrasão da amostra no moedor.

### 3.2 Densidade aparente, massa específica e volume aparente do café

A Tabela 3 mostra os resultados para a densidade aparente, massa específica e o volume de café aparente (sem prensar) (V3), calculado para 50g de amostra.

**TABELA 3.** Densidade aparente, massa específica e volume ocupado por 50g de café torrado e moído, para a moagem fina, média e grossa. <sup>(1)</sup>

| Moagem | Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> ) | Massa específica (g/cm <sup>3</sup> ) | Volume do café sem prensar (V3) (cm <sup>3</sup> ) |
|--------|---|---------------------------------------|--|
| Fina   | 0,31 ± 0,01                             | 1,00 ± 0,00                           | 161,29 ± 2,7                                       |
| Média  | 0,29 ± 0,00                             | 1,00 ± 0,00                           | 172,41 ± 1,1                                       |
| Grossa | 0,28 ± 0,01                             | 1,00 ± 0,00                           | 178,57 ± 1,74                                      |

(1) Resultado médio de 03 determinações ± desvio padrão

Observa-se na Tabela 3 que a densidade aparente apresentou ligeira diminuição com o aumento da granulometria do café. Não foi observada diferença na massa específica do café e o volume do café solto (V3), aumentou com o aumento da granulometria.

### 3.3 Prensagem e altura final do bloco

A Tabela 4 mostra os resultados das pressões aplicadas para os tratamentos P3, P6 e P9 e a altura final dos blocos após prensagem para cada tipo de moagem.

**TABELA 4.** Altura dos blocos obtidos após prensagem nos níveis P3, P6 e P9, para as moagens fina, média e grossa. <sup>(1)</sup>

| Tratamentos | Pressão(kPa) | Altura(mm) |            |            |
|-------------|--------------|------------|------------|------------|
|             |              | Moagem     |            |            |
|             |              | Fina       | Média      | Grossa     |
| P3          | 1.539,4      | 21,2 ± 0,4 | 25,6 ± 0,6 | 27,5 ± 0,5 |
| P6          | 3.079,1      | 20,3 ± 0,4 | 24,9 ± 0,1 | 26,6 ± 0,5 |
| P9          | 4.618,7      | 20,1 ± 0,4 | 24,0 ± 0,4 | 25,3 ± 0,3 |

(1) resultado médio de 06 determinações ± desvio padrão

Verifica-se pela Tabela 4 que houve uma discreta diminuição da altura do bloco com o aumento da força de prensagem, para cada nível de moagem. Observa-se

para um mesmo nível de prensagem, menor redução na altura do bloco, da moagem fina para a moagem grossa.

### 3.4 Determinação da porcentagem de espaço-livre

A Tabela 5 mostra que com o aumento do nível de prensagem, há uma redução no espaço-livre do bloco, resultando em menor quantidade de ar fica ocluso, o que pode ser um fator positivo para o café, uma vez que a presença de oxigênio no interior do produto causa oxidação, o que contribui para a degradação do sabor e aroma do café. Verifica-se desta forma que o menor espaço-livre foi obtido para o produto da moagem fina e submetido à prensagem P6.

Este fato pode ser explicado pelo tamanho do grão do pó de café, que permite melhor acomodação do produto na operação de prensagem. Verifica-se que o produto prensado, obtido da moagem grossa, resultou em maior espaço-livre entre os grãos.

**TABELA 5.** Volume do bloco de café (V1) após a prensagem e porcentagem de espaço-livre para a moagem fina, média e grossa . <sup>(1)</sup>

| Tratamento<br>(kPa) | Moagem     |                         |            |                         |            |                         |
|---------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|
|                     | Fina       |                         | Média      |                         | Grossa     |                         |
|                     | V1<br>(ml) | Espaço-<br>livre<br>(%) | V1<br>(ml) | Espaço-<br>livre<br>(%) | V1<br>(ml) | Espaço-<br>livre<br>(%) |
| P3 (1.539,4)        | 68,1 ± 1,2 | 35,9 ± 2,5              | 81,8 ± 1,8 | 63,7 ± 3,7              | 88,3 ± 0,7 | 76,5 ± 3,5              |
| P6 (3.079,1)        | 64,8 ± 1,3 | 29,7 ± 2,6              | 80,6 ± 3,3 | 61,2 ± 6,6              | 86,0 ± 1,5 | 72,1 ± 2,9              |
| P9 (4.618,7)        | 64,4 ± 1,1 | 28,7 ± 0,2              | 77,0 ± 1,4 | 54,0 ± 2,8              | 81,1 ± 2,2 | 62,2 ± 4,5              |

(1) Média ± desvio padrão de 03 determinações

### 3.5 Determinação da porcentagem de redução do volume

A Tabela 6 mostra a influência da prensagem na redução do volume do bloco. Verifica-se que com o aumento do tamanho do grão, ou seja, passando da moagem fina para a moagem grossa, existe uma menor redução no volume do bloco. Os resultados mostram a grande influência da granulometria e densidade no processo de prensagem, o que deverá ser considerado na escolha dos parâmetros das condições ótimas deste processo.

**TABELA 6.** Redução de volume dos blocos de café após a prensagem<sup>(1)</sup>

| Nível de prensagem | Pressão (kPa) | Redução de volume (%) |              |               |
|--------------------|---------------|-----------------------|--------------|---------------|
|                    |               | Moagem fina           | Moagem média | Moagem grossa |
| P3                 | 1.539,4       | 58,0 ± 0,8            | 49,3 ± 1,1   | 45,3 ± 1,1    |
| P6                 | 3.079,1       | 59,8 ± 0,8            | 50,0 ± 2,0   | 46,7 ± 0,9    |
| P9                 | 4618,7        | 60,1 ± 0,7            | 52,3 ± 0,9   | 49,7 ± 1,4    |

(1) Média de 03 determinações ± desvio-padrão

### 3.5 Análise da bebida

#### 3.5.1 Determinação da cor instrumental e sólidos solúveis

A Tabela 7 mostra os valores comparativos com análise estatística para os parâmetros de Luminosidade (L\*), cor vermelha (a\*) e amarela (b\*) e para o teor de sólidos solúveis da bebida, para cada tratamentos de prensagem (P3, P6 e P9) e grau de moagem fina, média e grossa.

**TABELA 7.** Análise comparativa dos resultados luminosidade (L\*), vermelho (a\*) e amarelo (b\*) e de sólidos solúveis da bebida de café, obtida da prensagem P3, P6 e P9.

| Nível de prensagem | Pressão (kPa) | Parâmetro        | Moagem        |                |               |
|--------------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
|                    |               |                  | Fina          | Média          | Grossa        |
| P3                 | 1.539,4       | L*               | 2,05 ± 0,09b  | 2,19 ± 0,11b   | 3,32 ± 0,01a  |
|                    |               | a*               | 0,86 ± 0,19c  | 3,08 ± 0,29b   | 9,55 ± 0,20a  |
|                    |               | b*               | 1,28 ± 0,38a  | 2,11 ± 0,13a   | 4,30 ± 0,03a  |
|                    |               | Sólidos solúveis | 26,98 ± 0,2a  | 26,36 ± 0,58a  | 24,52 ± 0,04b |
| P6                 | 3.079,1       | L*               | 1,83 ± 0,01b  | 2,36 ± 0,01ab  | 3,40 ± 0,58a  |
|                    |               | a*               | 1,01 ± 0,09b  | 2,96 ± 0,04ab  | 8,87 ± 2,49a  |
|                    |               | b*               | 1,44 ± 0,11b  | 2,38 ± 0,03ab  | 4,16 ± 1,03a  |
|                    |               | Sólidos solúveis | 26,60 ± 0,06a | 26,28 ± 0,51a  | 26,41 ± 0,11a |
| P9                 | 4618,7        | L*               | 1,49 ± 0,08c  | 2,73 ± 0,01b   | 2,96 ± 0,00a  |
|                    |               | a*               | 0,72 ± 0,11c  | 2,73 ± 0,09b   | 7,28 ± 0,28a  |
|                    |               | b*               | 0,79 ± 0,06c  | 2,60 ± 0,11b   | 3,45 ± 0,17a  |
|                    |               | Sólidos solúveis | 26,11 ± 0,00b | 26,66 ± 0,16ab | 25,44 ± 0,40a |

L\* = Luminosidade; a\* = vermelho; b\* amarelo.

Observa-se pela Tabela 7 que os parâmetros de luminosidade, cor vermelha e amarela aumentaram da moagem fina para a moagem grossa, nos níveis de prensagem aplicados, mostrando a influência da granulometria do pó na cor da bebida. Esta tendência não foi observada para o teor de sólidos solúveis. Verifica-se que a moagem mais fina possibilitou maior extração de sólidos, o que tornou a bebida mais concentrada.

De acordo com a análise estatística dos dados, para o tratamento P3, as bebidas obtidas da moagem fina e média não apresentaram diferença significativa entre si

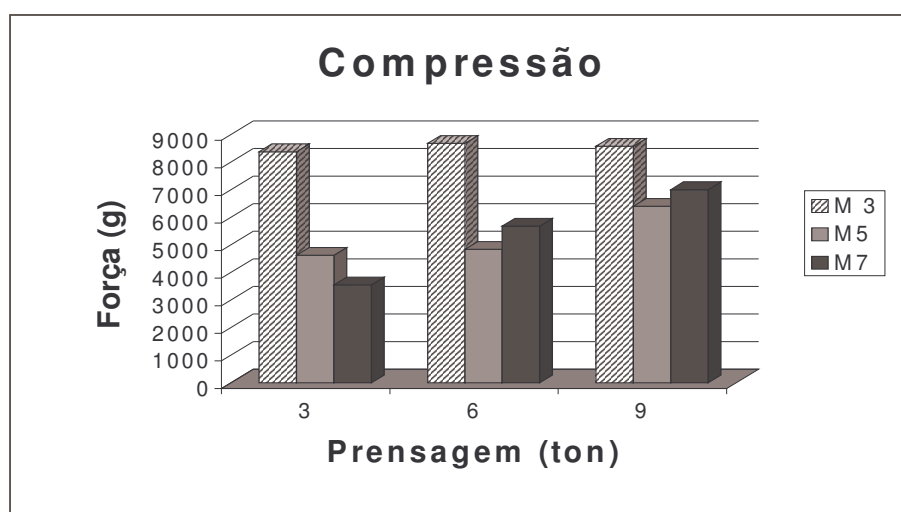


para o parâmetros luminosidade, cor amarela e teor de sólidos solúveis, se diferenciando da amostra obtida da moagem grossa ( $p \leq 0,05$ ). Quanto à cor vermelha, todas as amostras se diferenciaram estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ). Para o nível de prensagem P6, a bebida obtida da moagem média não diferiu das outras amostras nos parâmetros avaliados (luminosidade, vermelho, amarelo e sólidos solúveis). As amostras de moagem fina, media e grossa não diferiram entre si em relação ao teor de sólidos solúveis. Avaliando os resultados da prensagem P9, verifica-se que este tratamento discriminou bem as amostras quanto aos parâmetros de cor ( $p \leq 0,05$ ), não diferindo na concentração de sólidos solúveis.

### 3.6 Ensaios físico-mecânicos

#### 3.6.1 Compressão dos blocos de café

A Figura 7 mostra o resultado comparativo da força de compressão dos blocos para os diferentes níveis de pressão aplicado.



**FIGURA 7.** Avaliação comparativa da força de compressão dos blocos de café nos níveis P3, P6 e P9 para as moagens fina (M3), média (M5) e grossa (M7).

Analisando a Figura 7, verifica-se que a moagem fina (M3) apresentou um desempenho diferenciado das moagens média e grossa, para os três níveis de

prensagem. Observa-se que a resistência mecânica do bloco nesta moagem (M3) não é influenciada pelos níveis de prensagem. Verifica-se, entretanto, que à medida que aumenta o nível de prensagem de 3t para 9t, aumenta também a resistência à compressão do bloco para as moagens média e grossa, ou seja o bloco fica mais resistente, devido provavelmente à maior compactação atribuída ao bloco. A moagem grossa apresentou maior força de compressão comparada à moagem média para 6t e 9t, absorvendo e amortecendo mais a sollicitação mecânica, devido provavelmente ao maior tamanho de partículas que suportou maior carga vertical.

### **3.6.2 Teste de simulação de transporte:**

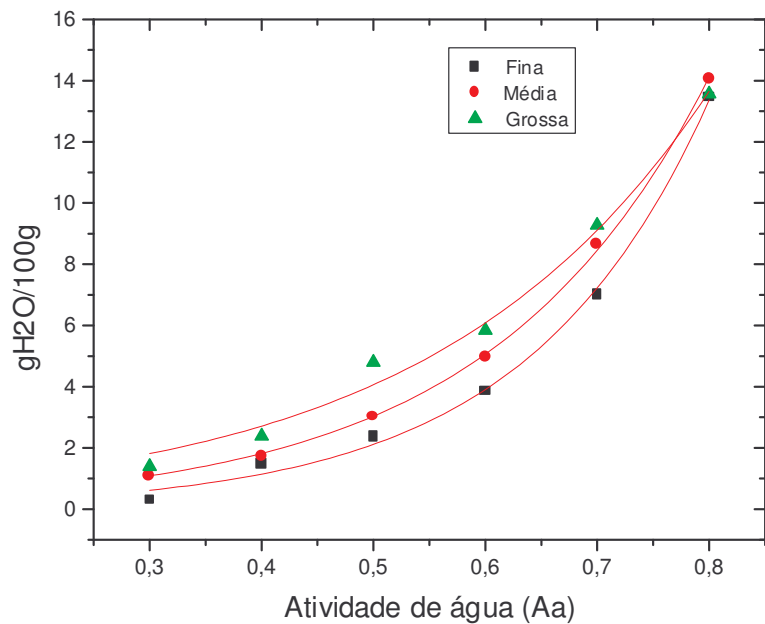
As embalagens apresentaram um bom desempenho no teste de simulação de transporte, com exceção de uma caixa dentre 24, após de 90 minutos que apresentou um bloco com uma trinca, mas sendo considerada aceitável pois o bloco ainda manteve a sua integridade.

### **3.6.3 Teste de queda:**

De acordo com os resultados do ensaio de queda, as embalagens secundárias (cartucho) e os blocos se apresentaram resistentes à queda de 1,5 m de altura. Apenas as embalagens com queda de topo apresentaram 3 blocos com leve desintegração da estrutura, visualizada no momento da abertura da embalagem, não sendo entretanto verificado rompimento de embalagem ou vazamento de material.

## **3.7 Isotherma de adsorção**

A Figura 8 mostra que o grau de moagem pode ter influenciado o processo de adsorção de água pelo café. A moagem mais grossa (M7), e moagem média (M5) apresentaram tendência para maior adsorção de água em comparação à moagem Fina (M3).



**FIGURA 8.** Isoterma de adsorção do café torrado e moído para as moagens fina, (M3), média (M5) e grossa (M7) obtida a 35°C.

Verifica-se pela Figura 8 que a moagem influenciou o processo de adsorção de umidade. A moagem mais fina foi a que apresentou a menor tendência de adsorção e a moagem mais grossa, mais porosa apresentou maior ganho de umidade, ficando a isoterma do café de moagem média, posicionada entre as demais curvas. Através do cálculo de monocamada utilizando a equação de BET, linearizada obteve-se 1,62g/100g (para a amostra de moagem fina, 2,12g/100g para a moagem média e 3,89g/100g para a moagem grossa. Os resultados indicam que a amostra de moagem média e grossa com menor valor de monocamada tendem a maior adsorção de umidade em comparação à amostra de moagem mais fina. De acordo com CLARKE, MACRAE, 1989, a forma da curva de sorção e a corresponde monocamada de umidade depende do grau de torra e da moagem ou seja do tamanho das partículas. Estes fatores influenciam a porosidade do café e portanto a área superficial disponível com os sítios de absorção Além da monocamada existirá áreas adicionais para absorção por

capilaridade nos poros. Estudos realizados apresentam valores para a monocamada de 1,6% para o café a 30 °C e de 2,5% a 20 °C.

## 4 CONCLUSÕES

Este estudo permitiu verificar que características físicas do café torrado e moído tais como granulometria e densidade, influenciaram a prensagem dos blocos de café, principalmente no aspecto dimensional e resistência mecânica, resultando em blocos com menor altura/volume e mais resistentes à compressão com a utilização de café com menor granulometria e com maior densidade aparente.

Através da determinação da porosidade e da porcentagem de redução de volume verificou-se o limite de prensagem obtido nos 03 níveis de pressão estudados quais sejam: 1.539,4, 3.079,1 e de 4.618,7kPa

Verificou-se que o café com menor granulometria resultou na obtenção de uma bebida mais escura (menor luminosidade), mais amarelada e mais avermelhada.

Os blocos apresentaram bom desempenho nos ensaios de compressão, de queda, e de simulação transporte. Dentre as condições avaliadas de moagem e prensagem, selecionou-se a moagem média (maior retenção na peneira N°40) e prensagem em 4.618,7kPa (P9), por resultarem na obtenção de blocos com volume (76,9cm), grau de compactação ideal e textura firme para acondicionamento e uso do produto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. "Standart test method for randon vibration testing of shipping container. V.15.09, ASTM: D 4728-95.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14222: Embalagem plástica para água mineral e de mesa-garrafão retornável – Requisitos e métodos de ensaio. São Paulo, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos**. NBR 5426. São Paulo, 1985. 61p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – Official Methods of Analysis - **Coffee and tea. Solids (Soluble) in roast coffee** – 301.21.A, 2000. Cap. 5. pg.5.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS PROFISSIONAIS DE MARKETING. Disponível em <<http://www.appm.pt/marcas/019.html>> Acesso em 01/07/04.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2003. 12 p.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). Coffee Chemistry. London: Elsevier Science, 1989. 306 p.

CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. EMBRAPA Café. 2004. 148p.(Relatório de Gestão).

FERREIRA, V. L. P. **Princípios e aplicação da colorimetria em alimentos**. Instrução Técnica. n. 19, Campinas, 1981.85p

**INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION** – ISO. Instant coffee – Determination of free and compacted bulk densities. ISO 8460. 1987. 7p.

MADI, L. F. C.; QUAST, D. G.; SOLER, R. M.; GAZETA, E. F.; ORTIZ, S.A; ALVIM, D. D.; CABRAL, A. C. D.; FERNANDES, M. H. C. **Manual de projetos para alimentos com base na permeabilidade a gases e ao vapor de água**. Campinas, ITAL/SBCTA, 1979.

MORI, E. E. M. ; FERREIRA, V. L. P.; GUEDES, L. B. R.; ARDITO, E. F. G.; YOTSUYANAGI, K.; SOLER, R. M. Vida da prateleira do café torrado e moído embalado a vácuo. **Boletim do ITAL**, Campinas, v.22, n.1, p. 67-89, jan./ mar, 1985.

LABUZA, T. P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, INC, 1982. p.360-371.

OLIVEIRA, P. A. P. L.V.; ALVES, R. M. ALVES. Embalagem para café torrado e moído - uma alternativa para a agregação de valor ao produto. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagem**. V. 16, jan./fev./mar. 2004.

MTS Systems Corporation – Package Development Seminar: exploring: shock, vibration e dynamic compression. Seminário ITAL/CETEA, Maio, 1988.

TIMMERMANN, E. O., CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. A. Water sorption isotherms of foods and foodstuffs: BET or GAB parameters? *Journal of Food Engineering*, Essex: n. 48, p.19-31, 2001.

## CAPÍTULO 3

# ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CAFÉ UNITIZADO PRENSADO

### RESUMO

Avaliou-se neste estudo uma forma alternativa de acondicionamento de café torrado e moído unitizado em porções de 50g, obtidas por prensagem em comparação com o café sem prensar (solto na embalagem), visando maior segurança, praticidade e maior qualidade do produto em relação ao sistema tradicionalmente encontrado no mercado. O café da espécie arábica do tipo 5-9, foi utilizado, sendo submetido a torração e moagem no ITAL. Utilizando uma prensa hidráulica, 50g de café foram prensados e acondicionado em embalagem laminada, sendo submetido ao estudo de vida-de-prateleira nas temperaturas de 25 e 35°C por 110 dias. Realizou-se análises físicas e químicas para a determinação de umidade, acidez e sólidos solúveis, da diminuição do aroma diacetil e de embalagem durante a estocagem com determinação do volume do espaço livre, da pressão parcial e consumo de oxigênio e da evolução de gás carbônico. A vida-de-prateleira estimada para o produto obtido por prensagem foi em média de 106 e 91 dias para o café armazenado a 25 e 35°C, respectivamente, com um valor de  $Q_{10}$  de 1,2. Para o produto sem prensar a vida-de-prateleira foi de 123 e 77 dias, respectivamente para 25 e 35°C e  $Q_{10}$  de 1,6. O maior consumo de oxigênio foi para o café sem prensar estocado a 35°C e menor consumo foi para o café estocado a 25°C também sem prensar. A pressão parcial do gás carbônico atingida na embalagem não comprometeu a soldagem da mesma. Não foi observada variação considerável na umidade, acidez e sólidos solúveis ao longo da estocagem. Verificou-se queda acentuada na concentração do diacetil ao longo do estudo, principalmente para as amostras estocadas na temperatura de 35°C.

## SUMMARY

An alternative way of packing ground roasted coffee was studied by pressing 50g portions into individual units, and compared with un-pressed coffee, loose in the package. The idea was to increase safety, practicality and quality as compared to the traditional system. Type 5-9 arabica coffee was used and roasted and ground at The Institute of Food Technology, ITAL, Brazil. The 50g portions of coffee were pressed with a hydraulic press and packaged in a laminated packaging material before being submitted to a shelf life study at both 25°C and 35°C for 110 days. The following physical and chemical analyses were carried out: moisture content, acidity, soluble solids, decrease in aroma of diacetyl and package headspace, partial pressure, oxygen consumption and evolution of carbon dioxide. The estimated shelf life for the pressed product stored at 25 and 35°C was 106 and 91 days respectively, with a  $Q_{10}$  value of 1.2. For the un-pressed product, the shelf life was respectively 123 and 77 days at 25 and 35°C, with a  $Q_{10}$  of 1.6. The un-pressed coffee stored at 35°C showed the greatest oxygen consumption and the un-pressed coffee stored at 25°C showed the lowest consumption. The carbon dioxide partial pressure reached inside the packages did not compromise the package seal. No marked changes in moisture content, acidity or soluble solids were noted during storage. An accentuated fall in aroma of diacetyl was shown during the study, especially at 35°C.



## 1. INTRODUÇÃO

O café torrado e moído é um produto de baixa atividade de água (0,2 a 0,3  $a_w$ ) e com teor de umidade em torno de 2 a 4%, composição química rica em lipídios e produtos aromáticos que conferem aroma e sabor únicos.

Para garantir uma longa vida-de-prateleira alguns requisitos básicos devem ser cumpridos. Sendo o produto higroscópico e susceptível à oxidação o sistema de acondicionamento deve garantir proteção contra umidade e oxigênio. Teores de umidade acima de 5% são recomendados pela legislação brasileira e de outros países. Este valor corresponde a região de maior mobilidade de água, favorecendo o crescimento microbiano e alterações físicas na estrutura, com mudança na densidade e aglomeração no produto (ILLY et al., 1995). A presença de oxigênio causa oxidação e perda de aroma. Para tanto a concentração de oxigênio na embalagem deverá ser reduzida a teores em torno de 1%, o que é obtido pelo acondicionamento sob alto vácuo, garantindo vida-de-prateleira de 9 a 18 meses. O oxigênio juntamente com os compostos lipídicos e aromáticos desencadeia processos oxidativos, sendo responsável pelo surgimento de aroma e sabor oxidado e velho.

A embalagem para o café torrado e moído deve atender os requisitos de proteção, garantindo o máximo de tempo de vida útil.

A embalagem deve apresentar alta barreira a gases e à umidade e a temperatura de estocagem adequadas para a manutenção das características do café, garantindo maior vida útil. LABUZA et al., 2001 apresenta o efeito da umidade (atividade de água), do oxigênio e temperatura e conclui que para cada 0,1 de redução na atividade de água, resulta em 33% a mais na vida útil do produto. O efeito do oxigênio sob a oxidação e redução na vida-de-prateleira é maior quando o oxigênio presente no espaço-livre encontra-se entre 0 a 1%. Menor efeito na taxa de oxidação pode ser verificado quando o café é estocado entre 5 a 21% com apenas 5% de aumento na taxa de oxidação nesta faixa do produto. Os estudos mostraram que a temperatura tem um menor efeito nas alterações do café quanto

aos aspectos sensoriais como esperado. Uma vez que a temperatura acelera a difusão do gás carbônico, este efeito beneficiaria a qualidade do café.

Para o estabelecimento da vida-de-prateleira do produto utiliza-se como critério a perda de aroma e sabor característico. Avaliações sensoriais são utilizadas podendo ser realizadas com consumidores não treinados ou com equipe treinada. Para consumidores não treinados considera-se como término da vida útil do café quando 50% dos consumidores rejeitaram o produto (LABUZA et al., 2001). Para equipes treinadas utiliza-se como critério de aceitabilidade do produto uma nota equivalente a metade da escala utilizada na análise. Testes químicos para monitorar perda de aroma podem ser utilizados juntamente com análise sensorial, comprovando que outros requisitos de qualidade também se perderam ao longo da estocagem (CAPPUCCIO et al., 2001).

Com o objetivo de determinar a vida-de-prateleira do café torrado e moído em unidades de 50g prensados em blocos em sistema alternativo de acondicionamento este estudo foi realizado, Avaliou-se o desempenho da embalagem e principalmente as alterações sensoriais decorrentes da estocagem em duas temperaturas comparando o café sem prensar com o café prensado.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

Foi utilizada uma amostra de 40kg de café cru, variedade *Coffea Arábica*, classificada segundo MAPA (BRASIL, 2003).

### **2.2 Classificação do café cru quanto ao tipo**

Foram pesados 300 gramas de amostra de café cru em grão, sendo separados manualmente e contados segundo os defeitos. Utilizando-se o número para

equivalência dos mesmos, determinou-se o total de defeitos de acordo com BRASIL (2003). (Anexo 3.1).

### **2.3 Classificação do café pelo tamanho**

A classificação dos grãos pelo tamanho foi feita utilizando peneiras apropriadas a classificação do café, utilizando as de crivos redondos, numeradas de 19 a 13, para grãos chatos, e as de crivo alongado de nº 13 a 8 para grãos mocas. Após pesagem de 100 gramas de café, as peneiras foram dispostas intercalando uma peneira para grão chato e outra para moca, com a seguinte ordem de cima para baixo: 19chato, 13moca, 18chato, 12moca, 17chato, 11moca, 16chato, 10moca, 15chato, 9moca, 14chato, 8moca, 13chato e o fundo. Uma vez colocado o café na peneira superior, o conjunto foi agitado até separação total dos grãos, que foi evidenciada pela ausência de ruído. O conteúdo de cada peneira foi pesado, determinando-se a porcentagem de café para o grão chato e grão moca, separadamente (BRASIL, 2003).

A avaliação dos cafés por tamanho segue a seguinte classificação apresentado no Anexo 3.

### **2.4 Determinação de densidade aparente e massa específica do grão cru**

A densidade aparente foi determinada utilizando-se uma proveta de 100ml onde foi colocado o café até a marca superior da escala (100ml). Determinou-se o peso do café em grão e, dividindo-se por 100ml, obteve-se a densidade aparente. A massa específica foi obtida colocando-se 100ml de água destilada em uma proveta de 600ml colocando-se em seguida a massa contida na proveta de 100ml, com o auxílio de uma bagueta retirou-se o ar contido na interface dos grãos, verificando-se o volume deslocado pelo café. A massa específica foi determinada dividindo-se a massa de café pelo volume de água deslocado em ml (FERREIRA, 2002).

## **2.5 Caracterização físico-químico do café cru e do café torrado e moído**

O pó de café gerado foi avaliado em relação aos seguintes características:

- Cinzas insolúveis em ácido clorídrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).
- Umidade, cinzas; lipídios totais (A.O. A. C, 1998).
- Trigonelina, cafeína e ácido clorogênico (DE MARIA, TRUGO; MOREIRA, 1995).
- Proteína bruta (A.A. C.C, 1990).
- Calorias (KALIL, A.C, 1975).
- Extrato aquoso (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).
- Acidez e sólidos solúveis (A.O.A.C, 2000).

## **2.6 Processo de torração**

Foram submetidos ao processo de torração 23 kg de café em torrador da marca Tupã, sendo monitorados a temperatura e o tempo médio para a torração, bem como a perda de peso.

## **2.7 Caracterização física do café cru, torrado em grão e café torrado moído**

### **2.7.1 Determinação da densidade aparente do grão cru**

Utilizou-se método gravimétrico em balança de precisão digital , marca Marte com resolução 0,01g.

### **2.7.2 Determinação do grau de torra**

Realizada por meio de leitura de reflectância (três repetições) em espectrofotômetro Agrtron Coffee Roast modelo E-10-CP e classificação por meio do Sistema Agrtron/SCAA Roast Classification – Color Disk (Torra Clara – discos

n° 75 a 95; Torra Média - discos n°55 e 65 e Torra escura - discos n°25 a 45). (AGTRON INC. s.d) ; (STAUB, C. s.d)

### **2.7.3 Moagem e determinação da distribuição granulométrica**

O café em grão foi submetido à moagem em moinho La Cimbali, na posição 5 da escala, equivalente à moagem média. A determinação da granulometria foi realizada com base na porcentagem de retenção, utilizando peneiras granulométricas, classificação ASTM – E11/81, com diâmetro 203mm por 50 mm de altura de N°20 (850µm), N°30 (600µm), N°40 (425µm), N°50 (300µm), N°60 (250µm), N°70 (212µm) e fundo (ASTM, 1997)

## **2.8 Material e preparação das embalagens**

O material utilizado era um laminado com espessura e gramatura total de 96µm e 105,8 2g/m<sup>2</sup> respectivamente, com uma camada de poliéster (PET) de 15µm e 17,7g/m<sup>2</sup>, uma de alumínio (AL) de 8µm e 18,7g/m<sup>2</sup> e uma camada de polietileno (PE) com 73µm de espessura e 66,5g/m<sup>2</sup> de gramatura.

As embalagens foram preparadas no Laboratório de Análises Físicas do ITAL, dimensionadas com a capacidade para acondicionamento de 50g de café torrado e moído.

## **2.9 Preparação das amostras e acondicionamento**

O café torrado e moído foi prensado em prensa hidráulica, utilizando um molde de seis cavidades, que foi preenchido com 50 g de café por cavidade. O café foi prensado manualmente a 9 toneladas de pressão que foi distribuída nas seis cavidades. O produto, após prensado por 60s, foi retirado da prensa para ser em seguida acondicionado em embalagens laminadas.

O processo de acondicionamento foi realizado manualmente, sendo utilizado embalagens laminadas com dimensão 168,3mm de comprimento X 100,7mm de

largura, com o fechamento em seladora Haramura nas condições de potência 04 e tempo de solda 10s. Na Figura 1 são apresentados os produtos acondicionados sem prensagem (esquerda) e prensado (direita).



**FIGURA 1.** Café unitizado sem prensagem e prensado.

## **2.10 Estudo da vida-de-prateleira**

O produto foi estocado em câmaras com temperatura controlada de 25 e 35°C. A amostra utilizada como referência para a análise sensorial permaneceu estocada em câmara sob congelamento a -19°C.

As amostras foram distribuídas nas três câmaras de estocagem as quais foram retiradas a cada 15 dias para a análise físico-química, espaço-livre da embalagem e avaliação sensorial, durante 105 dias.

Para o cálculo da vida-de-prateleira e dos intervalos de confiança, mínimo (LI), médio (M) e limite máximo, utilizou-se a perda de qualidade do café, que engloba todos os outros atributos.

### **2.10.1 Avaliação físico-química da bebida de café**

Foram determinados a umidade, acidez e sólidos solúveis (A.O.A.C, 2000).

## **2.10.2 Avaliação da embalagem**

As embalagens foram avaliadas periodicamente, quanto ao volume e composição do espaço-livre, para verificação do consumo de oxigênio e eliminação do gás carbônico pelo café para o espaço-livre da embalagem.

### **2.10.2.1 Determinação do volume de gás no espaço-livre das embalagens**

Para determinação do volume total de gás presente no interior das embalagens, após avaliação da composição da atmosfera gasosa em seu interior, cada embalagem foi aberta dentro de um recipiente com água e o gás do espaço-livre foi coletado, com o auxílio de um funil, em uma proveta graduada de 250mL, com resolução de 1mL, invertida sobre o funil, que permitiu a leitura direta de volume. Os volumes de oxigênio e gás carbônico foram calculados pela multiplicação do volume total pelas concentrações relativas de cada gás (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

### **2.10.2.2 Teores de oxigênio e gás carbônico do espaço-livre das embalagens**

A técnica utilizada na determinação dos teores de oxigênio e gás carbônico no interior das embalagens, basicamente, resumiu-se na coleta de alíquotas de 300µl de gás do espaço-livre, com seringa hermética, através de um septo colado na embalagem, e posterior identificação e quantificação dos gases em cromatógrafo a gás, CG Instrumentos Científicos, modelo 2527, operando com detector de condutividade térmica a 150°C, colunas (Peneira Molecular 5A e Porapak Q) a 83°C e injetor a 70°C. Os resultados da cromatografia foram analisados por um integrador Shimadzu, modelo CR4A, com base em curvas padrões feitas com gases de calibração. Os resultados foram expressos em termos de porcentagem em volume de gás (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

## **2.11 Avaliação sensorial**

### **Análise sensorial descritiva quantitativa da bebida**

A análise sensorial da bebida foi realizada por equipe de 7 julgadores treinados, pertencentes à equipe de provadores de café do LAFISE/ITAL, fazendo o uso de escala não estruturada de 0 a 10cm para avaliação da fragrância do pó, aroma da bebida, sabor característico, sabor oxidado, grau de diferença e perda de qualidade (SPECIALTY COFFEE -SCAA, s.d); (International Coffee Organization, 1991); (SÃO PAULO, 2001).

As amostras analisadas: café prensado e sem prensar estocados a 35°C e 25°C, foram comparadas com o padrão (café solto estocado a -19°C).

As análises foram realizadas individualmente e com repetição, em cabines com iluminação vermelha e equipadas com sistema computadorizado Compusense Five versão 4.0, para coleta dos dados, sendo as amostras apresentadas com códigos de três dígitos.

O café foi preparado por infusão com uso de filtro de papel, usando-se a proporção de 50g de pó para 0,5L de água mineral à 92°C, a partir das amostras codificadas, utilizando ficha apresentada no Anexo 3.3.

## **2.12 Determinação de 1,2 butanodiona (diacetil)**

A determinação foi realizada de acordo com metodologia descrita por KIMBALL (1991), modificado para café torrado e moído. Utilizou-se espectrofotômetro Philips UV-visível – modelo PU8620 e aparato de destilação. Os seguintes reagentes foram preparados conforme descrito a seguir:

A solução de Alfa Naftol 5% foi preparada por meio da adição de 5 g de alfa Naftol em balão volumétrico de 100ml, completando-se o volume com álcool isopropílico. Para a solução de Creatina 3%, utilizou-se 40 g de KOH, que foram adicionados em 50ml de água destilada com agitação até completa dissolução e 0,3 g de creatina, completando-se o volume para 100ml com água destilada.



## **Procedimento para extração do diacetil**

Preparou-se extrato de café, com 2,5g de café torrado e moído em 250 ml de água e que foi colocado no aparato de destilação, sendo submetida ao aquecimento até a destilação de 3 porções de 25 ml. Foram recolhidas 3 alíquotas de 25 ml do destilado separadamente. Descartou-se a segunda, pois esta possui uma mistura de diacetil e acetaldeído em quantidades semelhantes e na terceira porção somente há acetaldeído. Para a determinação do diacetil, foram pipetados 10 ml da primeira e da terceira porção em béqueres separados. Adicionou-se a cada uma das porções 5 ml de solução de Naftol 5% e 2 ml de solução de creatina 0,3% com agitação, aguardando 5 minutos para a reação. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 530 nm usando-se como branco uma solução com 10 ml de água destilada, 5 ml de solução de alfa-Naftol 5% e 2 ml de solução de creatina 0,3%. As leituras foram feitas na primeira porção que contém os compostos diacetil e acetilcarbinol e na terceira porção do destilado contendo a mesma quantidade de acetilcarbinol que a primeira. O resultado da concentração de diacetil foi obtido pela diferença das concentrações nas duas porções, para eliminar a influência do acetilcarbinol presente na primeira porção obtendo apenas a concentração do diacetil.

A quantificação foi feita pela interpolação da leitura na curva padrão (1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 e 10 mg/kg), preparada a partir de diacetil (p.a. Merck).

## **3 RESULTADOS**

### **3.1 Caracterização química do café cru e café torrado e moído.**

O café cru e torrado na temperatura média de 210°C, por 27 minutos com perda de peso de 17,4%, foi caracterizado e os resultados apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Caracterização físico-química do grão do café cru e do torrado e moído.

| Determinações   | Café cru (g/100g) | Padrão <sup>(1)</sup> (g/100g) | Café torrado e moído(g/100g) | Padrão <sup>(2)</sup> (g/100g) |
|---|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Umidade   | 10,2 ± 0,0        | 11(máximo)                     | 2,2 ± 0,0                    | 5,0 (máximo)                   |
| Resíduo mineral fixo (cinza)                                | 3,7 ± 0,0         | 5(máximo)                      | 4,4 ± 0,0                    | 5,0 (máximo)                   |
| Resíduo mineral fixo insolúvel em HCl 10% (cinza insolúvel) | 0,1 ± 0,0         | 1(máximo)                      | 0,1 ± 0,0                    | 1,0 (máximo)                   |
| Cafeína   | 1,1 ± 0,0         | 1 (mínimo)                     | 1,2 ± 0,0                    | 0,7(mínimo)                    |
| Trigonelina   | 1,1 ± 0,0         | -                              | -                            | -                              |
| Ácido clorogênico   | 5,7 ± 0,2         | -                              | -                            | -                              |
| Proteína (N*5,75) (G/100g)                                  | 12,1 ± 0,1        | 12,5 (mínimo)                  | -                            | -                              |
| Lipídeos  | 13,2 ± 0,0        | 10(mínimo)                     | 15,5 ± 0,0                   | 8,0 (mínimo)                   |
| Carboidratos <sup>(3)</sup>                                 | 60,8              | -                              | -                            | -                              |
| Extrato aquoso  | -                 | -                              | 28,5 ± 0,7                   | 25 (mínimo)                    |
| Sólidos solúveis (%)  | -                 | -                              | 20,3 ± 1,1                   | -                              |
| Classificação por Peneira                                   | 15                |                                |                              |                                |
| Tipo do café  | 5-9 (53 defeitos) | 360 (máximo)                   | -                            | -                              |

<sup>(1)</sup> CNNPA, 1992; <sup>(2)</sup> BRASIL, 1999; <sup>(3)</sup> Calculado por diferença: 100 – (g/100g umidade + g/100g cinzas + g/100g proteína bruta + g/100 lipídios totais); (-) Não se aplica

De acordo com CNNPA, 1992, que apresenta as características físicas e químicas do café cru e com a Instrução Normativa N°8 (Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru) o café cru se encontra de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2003).

Comparando os valores de umidade obtidos para o café cru com os citados na literatura, observa-se que este é ligeiramente menor (11-12%) (ILLY et al., 1998). De acordo com dados para café arábica apresentados por CLARKE; MACRAE, 1989, o café cru se encontra dentro da faixas para os seguintes compostos: cafeína (0,9 – 1,2%); trigonelina (1,0 – 1,2%); ácido clorogênico (5,5 – 8,0%); proteína (11,0 – 13,0%); lipídios (12,0 – 18,0%); carboidratos (56,0% - 63,0%).

Quanto ao café torrado e moído todos os parâmetros se encontram de acordo com a as normas brasileiras (BRASIL, 1999). Comparando os resultados obtidos com os de literatura para café arábica, verifica-se que o teor de umidade deve ser em torno de 4,0 a 5,0%, cafeína (em torno de 1,0%), trigonelina (0,5 – 1,0%), lipídios (14,5 – 20,0%), sólidos solúveis (15,0 – 28,0%) (MACRAE; CLARKE, 1989).

### 3.2 Caracterização físicas do café cru, torrado em grão e torrado e moído

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físicas do café em grão e torrado moído.

**TABELA 2.** Resultado de análise física do café cru, em grão e torrado e moído.

| Determinações                             | Média ± desvio padrão <sup>(1)</sup> |
|---|--------------------------------------|
| Densidade aparente do café cru (g/ml)     | 0,65 ± 0,00                          |
| Massa específica do café cru (g/ml)       | 1,28 ± 0,00                          |
| Densidade aparente do grão torrado (g/ml) | 0,32 ± 0,00                          |
| Densidade aparente do pó (g/ml)           | 0,29 ± 0,00                          |
| Reflectância Agtron (%)                   | 45,8 ± 0,15                          |
| Disco Agtron (N°) (Grau de torra)         | 55 ( Médio)                          |

(1) Resultado médio de 03 determinações.

Os resultados obtidos para densidade aparente do café cru se encontra de acordo com o valor especificado na literatura (0,7g/ml) (BRASIL, 1999) e a massa específica comparável ao valor encontrado na literatura (1,2g/ml) de acordo com SIVETZ, (1963). Comparando a densidade aparente do grão torrado com a densidade do grão cru, verifica-se que houve redução de 51%, corresponde ao

aumento de 2,03 no volume do grão após a torração. O valor de reflectância, obtida para o café moído, por meio do equipamento espectrofotômetro Agtron, corresponde ao grau de torra média, equivalente ao Disco Agtron n. 55.

### 3.2.1 Determinação da distribuição granulométrica

A Tabela 3 mostra o resultado da distribuição granulométrica do café torrado e moído

**TABELA 3.** Determinação granulométrica do café torrado e moído.

| <b>Peneira</b>          | <b>Abertura da malha (<math>\mu\text{m}</math>)</b> | <b>% de retenção</b> |
|-------------------------|---|----------------------|
| 20 (850 $\mu\text{m}$ ) | 850   | 0,5 $\pm$ 0,1        |
| 30 (600 $\mu\text{m}$ ) | 600   | 1,5 $\pm$ 0,0        |
| 40 (425 $\mu\text{m}$ ) | 425   | 24,6 $\pm$ 1,8       |
| 50 (300 $\mu\text{m}$ ) | 300   | 30,6 $\pm$ 1,5       |
| 60 (250 $\mu\text{m}$ ) | 250   | 7,4 $\pm$ 1,2        |
| 70 (212 $\mu\text{m}$ ) | 212   | 5,6 $\pm$ 0,9        |
| Fundo                   | -   | 29,9 $\pm$ 4,4       |

Verifica-se pelos resultados obtidos para a análise granulométrica que a peneira de maior retenção foi a n° 50 (30,6  $\pm$  1,5%), correspondente a tamanho de partículas maiores que 300 $\mu\text{m}$ , característica de granulometria regular a fina. O tamanho médio da partícula em 50% de retenção calculado em gráfico de probabilidade acumulativa, foi de 212 $\mu\text{m}$  de acordo com ISO (1988) e ICUMSA (1994).

## 3.3 Estudo da vida-de-prateleira

### 3.3.1 Avaliações físico-químicas

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram os resultados da determinação de acidez, umidade e sólidos solúveis ao longo da estocagem para os tratamentos.

**TABELA 4.** Resultados obtidos para a acidez do café torrado e moído não prensado e prensado estocado a 25 e 35°C.

| Tempo de estocagem (dias) | Café torrado e moído (*) |                           |                          |                           | d.m.s (p<0,05) |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
|                           | Não prensado 25°C        | Prensado 25°C             | Não prensado 35°C        | Prensado 35°C             |                |
| 0                         | 1,70 ± 0,10              | 1,70 ± 0,10               | 1,70 ± 0,10              | 1,70 ± 0,10               |                |
| 15                        | 1,80 ± 0,00 <sup>a</sup> | 1,67 ± 0,12 <sup>a</sup>  | 1,63 ± 0,06 <sup>a</sup> | 1,93 ± 0,25 <sup>a</sup>  | 0,37           |
| 30                        | 1,63 ± 0,06 <sup>b</sup> | 1,80 ± 0,00 <sup>a</sup>  | 1,80 ± 0,00 <sup>a</sup> | 1,83 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 0,11           |
| 45                        | 1,60 ± 0,00 <sup>b</sup> | 1,73 ± 0,06 <sup>ab</sup> | 1,83 ± 0,15 <sup>a</sup> | 1,80 ± 0,00 <sup>ab</sup> | 0,21           |
| 60                        | 1,63 ± 0,06 <sup>a</sup> | 1,67 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 1,63 ± 0,06 <sup>a</sup> | 1,83 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 0,15           |
| 75                        | 1,83 ± 0,06 <sup>b</sup> | 2,07 ± 0,12 <sup>a</sup>  | 2,13 ± 0,06 <sup>a</sup> | 1,63 ± 0,06 <sup>c</sup>  | 0,20           |
| 90                        | 1,87 ± 0,06 <sup>b</sup> | 1,70 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 2,07 ± 0,06 <sup>a</sup> | 1,77 ± 0,06 <sup>b</sup>  | 0,19           |

\*Médias ± desvio padrão seguidas da mesma letra na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verifica-se pela Tabela 4, pouca variação na acidez das amostras de café não prensado e prensado estocado durante 90 dias nas temperaturas de 25 e 35°C. Comparando as amostras em cada época, verifica-se que a amostra de café não prensado estocado a 25°C apresentou em geral os menores valores de acidez e diferença significativa entre as demais amostras nas épocas de 30 e 75 dias. A amostra de café prensado estocado a 35°C apresentou os maiores valores de acidez principalmente nas épocas de 15 a 60 dias comparada às demais amostras.

**TABELA 5.** Determinação da umidade (B.S.) <sup>(1)</sup>

| Tempo de estocagem (dias) | Café torrado e moído     |                          |                           |                           | d.m.s (p<0,05) |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
|                           | Não prensado 25°C        | Prensado 25°C            | Não prensado 35°C         | Prensado 35°C             |                |
| 0                         | 1,33 ± 0,13 <sup>a</sup> | 1,33 ± 0,13 <sup>a</sup> | 1,33 ± 0,13 <sup>a</sup>  | 1,33 ± 0,13 <sup>a</sup>  |                |
| 15                        | 1,02 ± 0,01 <sup>a</sup> | 0,99 ± 0,01 <sup>a</sup> | 0,68* ± 0,08 <sup>b</sup> | 0,92 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 0,15           |
| 30                        | 1,52 ± 0,36 <sup>a</sup> | 1,45 ± 0,04 <sup>a</sup> | 1,08 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 1,19 ± 0,21 <sup>a</sup>  | 0,56           |
| 45                        | 1,05 ± 0,05 <sup>a</sup> | 1,01 ± 0,09 <sup>a</sup> | 1,16 ± 0,22 <sup>a</sup>  | 0,91 ± 0,14 <sup>a</sup>  | 0,37           |
| 60                        | 0,81 ± 0,20 <sup>a</sup> | 0,91 ± 0,26 <sup>a</sup> | 0,97 ± 0,23 <sup>a</sup>  | 0,77* ± 0,21 <sup>a</sup> | 0,59           |
| 75                        | 1,05 ± 0,18 <sup>a</sup> | 1,28 ± 0,03 <sup>a</sup> | 1,14 ± 0,22 <sup>a</sup>  | 0,98 ± 0,31 <sup>a</sup>  | 0,52           |
| 90                        | 1,02 ± 0,02 <sup>a</sup> | 1,04 ± 0,03 <sup>a</sup> | 1,15 ± 0,22 <sup>a</sup>  | 0,99 ± 0,31 <sup>b</sup>  | 0,26           |

\*Médias ± desvio padrão seguidas da mesma letra na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que o café não prensado e prensado estocados durante 90 dias nas temperaturas de 25 e 35°C, não apresentaram variação ao longo da estocagem que viesse a comprometer a qualidade do produto, permanecendo bem abaixo do valor especificado pela legislação brasileira (máximo 5%), indicando que a embalagem garantiu uma boa barreira à umidade ao longo do estudo, independente do processo de prensagem. Comparando o teor de umidade do café em cada época, verifica-se que apenas a amostra de café não prensado estocado a 35°C apresentou diferença significativa entre as demais amostras, fato que pode ser atribuído a um possível aumento de temperatura na estufa não monitorado durante a determinação.

**TABELA 6.** Percentual de sólidos solúveis dos cafés prensados e não prensado estocados a 25°C e 35°C.

| Tempo de estocagem (dias) | Café torrado e moído      |                           |                           |                         | d.m.s (p<0,05) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|
|                           | Não prensado 25°C         | Prensado 25°C             | Não prensado 35°C         | Prensado 35°C           |                |
| Inicial                   | 20,27 ± 1,13 <sup>b</sup> | 27,12 ± 0,16 <sup>a</sup> | 20,27 ± 1,13 <sup>b</sup> | 27,1 ± 0,2 <sup>a</sup> | 2,11           |
| 15                        | 26,2 ± 1,5 <sup>a</sup>   | 26,5 ± 0,3 <sup>a</sup>   | 27,2 ± 0,7 <sup>a</sup>   | 26,9 ± 0,3 <sup>a</sup> | 2,11           |
| 30                        | 27,3 ± 0,5 <sup>ab</sup>  | 27,3 ± 0,6 <sup>a</sup>   | 26,5 ± 0,1 <sup>ab</sup>  | 26,3 ± 0,0 <sup>b</sup> | 1,00           |
| 45                        | 27,2 ± 0,4 <sup>a</sup>   | 27,4 ± 0,3 <sup>a</sup>   | 27,9 ± 0,8 <sup>a</sup>   | 27,0 ± 0,8 <sup>a</sup> | 1,56           |
| 60                        | 27,3 ± 0,4 <sup>a</sup>   | 26,9 ± 0,3 <sup>a</sup>   | 26,8 ± 0,1 <sup>a</sup>   | 27,2 ± 0,2 <sup>a</sup> | 0,66           |
| 75                        | 27,5 ± 0,4 <sup>a</sup>   | 27,0 ± 0,8 <sup>a</sup>   | 27,8 ± 0,5 <sup>a</sup>   | 26,5 ± 0,9 <sup>a</sup> | 1,79           |
| 90                        | 27,0 ± 0,7 <sup>a</sup>   | 27,6 ± 0,8 <sup>a</sup>   | 27,8 ± 1,5 <sup>a</sup>   | 27,0 ± 0,5 <sup>a</sup> | 2,50           |

\*Médias ± desvio padrão seguidas da mesma letra na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pelos resultados apresentados na Tabela 6, verifica-se que as amostras prensadas e não prensadas não apresentaram diferença significativa entre si ao longo do tempo de estocagem. Verifica-se entretanto que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras prensadas e não prensadas no tempo inicial, e a 30 dias de estocagem entre as amostras de café prensado e não prensado estocadas a 25° e 35 °C,

### 3.3.2 Avaliação do espaço livre

Os resultados do volume do espaço livre, da concentração de oxigênio e de gás carbônico foram determinados e utilizados no cálculo da pressão parcial dos principais gases ( $O_2$  e  $CO_2$ ), com base nas condições normais de temperatura e pressão. Avaliou-se o consumo de oxigênio e liberação de gás carbônico ao longo de 60 dias, considerando este o período mais crítico para as alterações no produto, principalmente para as reações de oxidação pelo consumo de oxigênio no espaço livre.

As Figuras de 2 e 3 mostram a pressão parcial do oxigênio e do gás carbônico dentro da embalagem de café sem prensar e prensado, estocados respectivamente nas temperaturas de 25 e 35 °C, durante 60 dias. Verifica-se pela Figura 2, que a pressão parcial do gás carbônico para o café não prensado foi ligeiramente menor comparada ao café prensado até 15 dias de estocagem, apresentando a partir deste período acréscimo, permanecendo ligeiramente superior ao café prensado até 60 dias de estocagem. Observou-se pouca variação na pressão parcial de CO<sub>2</sub> no interior da embalagem, com valores mínimo e máximo para o café sem prensar, correspondente respectivamente a 0,45 atm/35 °C e 0,67atm/25 °C. Quanto ao oxigênio, no espaço-livre, observa-se pela Figura 3 queda acentuada tanto para o café sem prensar quanto para o café prensado, com queda ligeiramente maior para o café prensado.

Avaliando a Figura 3 para o café não prensado e prensado estocado a 35 °C, observa-se pouca variação na pressão parcial de CO<sub>2</sub>, enquanto que o teor de oxigênio apresentou queda bem acentuada para o café sem prensar, com pouca variação de consumo para o café prensado.

LABUZA *et al.*, 2001, apresenta resultados de isotermas de adsorção do gás carbônico em três temperaturas (23, 30 e 37 °C), verificando-se pelos dados que o café apresenta uma taxa crescente de adsorção de gás carbônico até 0,4 atm, que equivale a 1,4mg de CO<sub>2</sub>/g de café torrado e moído, tendendo a um patamar a partir deste ponto.

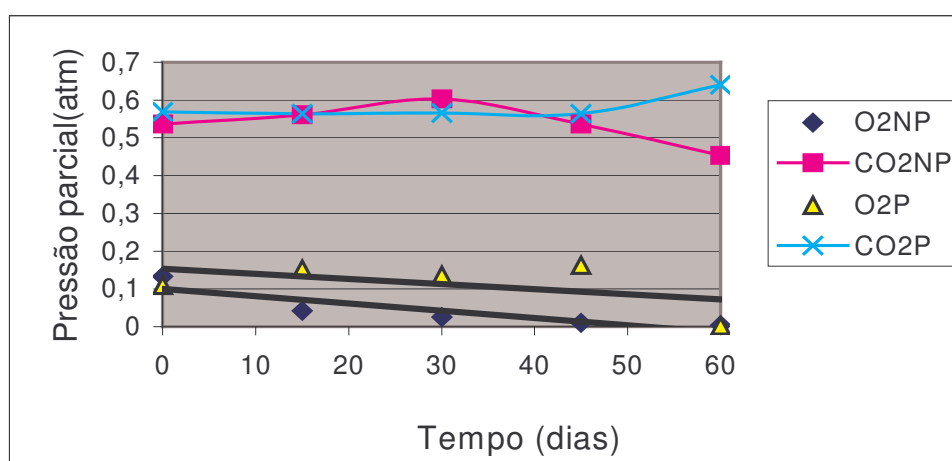
No presente estudo, a pressão de CO<sub>2</sub>, atingiu valores de 0,45atm a 0,67atm, que pode ser considerado como faixas de saturação ou equilíbrio deste gás no espaço-livre da embalagem, não comprometendo a termossoldagem. Deve-se salientar que a maior pressão de gás carbônico pode ter sido um fator importante para impedir a migração de oxigênio para o interior da embalagem, resultando um gradiente positivo de dentro para fora na embalagem.

Observa-se pela Tabela 8 as taxas de consumo de oxigênio para o café sem prensar e café prensado. Verifica-se que a taxa de consumo de oxigênio do café sem prensar estocado a 35 °C é 35% maior que a taxa do café prensado,

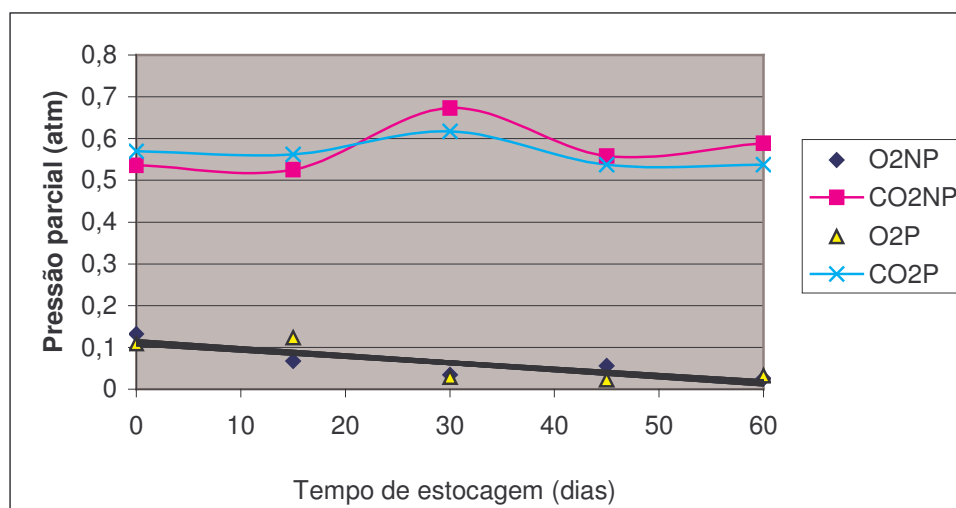


enquanto que o café prensado estocado a 25°C apresentou uma taxa 13% maior comparada à do café sem prensar.

| Tratamento       | Taxa de consumo de oxigênio (atm/dia) |        |
|------------------|---------------------------------------|--------|
|                  | 25°C                                  | 35°C   |
| Café sem prensar | 0,0015                                | 0,0019 |
| Café prensado    | 0,0017                                | 0,0014 |



**FIGURA 2.** Evolução de gás carbônico e consumo de oxigênio ao longo da estocagem para o café não prensado (NP) e prensado (P) estocado à 25°C



**FIGURA 3.** Evolução de gás carbônico e consumo de oxigênio ao longo da estocagem para o café não prensado (NP) e prensado (P) estocado à 35°C

### 3.3.3 Determinação de 1,2 butanodiona (diacetil)

Os resultados da determinação periódica do diacetil são apresentados na Tabela 7. Comparando a concentração inicial do produto de 3,13mg/kg, com os valores obtidos aos 75 dias de estocagem, verificou-se uma perda de 59% do composto para o café prensado mantido à temperatura de 25°C, 55% para o café prensado estocado a 35°C, 54% para o café sem prensar mantido a 35°C e 54%.para o café sem prensar a 25°C

**TABELA 7.** Concentração do diacetil ao longo da estocagem<sup>(1)</sup>

| Tempo<br>(dias) | Concentração do diacetil (mg/kg) |                          |                          |                          | d.m.s<br>(p>0,05) |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
|                 | Prensado 25°C                    | Sem prensar<br>25°C      | Prensado 35°C            | Sem prensar<br>35°C      |                   |
| 15              | 1,69 ± 0,09 <sup>c</sup>         | 1,99 ± 0,01 <sup>b</sup> | 1,63 ± 0,05 <sup>c</sup> | 2,37 ± 0,07 <sup>a</sup> | 0,22              |
| 30              | 1,70 ± 0,00 <sup>c</sup>         | 1,88 ± 0,02 <sup>b</sup> | 1,60 ± 0,03 <sup>a</sup> | 1,60 ± 0,03 <sup>d</sup> | 0,06              |
| 45              | 1,80 ± 0,19 <sup>a</sup>         | 1,85 ± 0,15 <sup>a</sup> | 1,58 ± 0,15 <sup>a</sup> | 1,60 ± 0,07 <sup>a</sup> | 0,38              |
| 60              | 1,51 ± 0,01 <sup>b</sup>         | 1,88 ± 0,04 <sup>a</sup> | 0,74 ± 0,01 <sup>c</sup> | 0,64 ± 0,01 <sup>d</sup> | 0,07              |
| 75              | 1,28 ± 0,01 <sup>a</sup>         | 1,44 ± 0,03 <sup>a</sup> | 1,40 ± 0,22 <sup>a</sup> | 1,43 ± 0,04 <sup>a</sup> | 0,31              |

(1) Média e desvio padrão de três determinações seguidas da mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey

Verifica-se que o tempo e a temperatura influenciaram a perda de diacetil acentuando mais a 35°C, para os dois tratamentos. Verifica-se pelos resultados que aos 15, 30 e 60 dias todas as amostras apresentaram diferença entre si, e que o produto prensado apresentou maior perda tanto a estocado a 25°C quanto à 35°C.

A perda de qualidade e de frescor do café vem sendo avaliada com base na determinação de compostos voláteis ao longo do tempo de estocagem. O composto 2,3 butanodiona (diacetil) entre outros compostos chaves ao aroma do café, são utilizados como indicadores conforme estudos apresentados por KALLIO *et al*, 1990, CAPPUCCIO *et al.*, 2001; SANZ *et al.* 2001.

### 3.3.4 Avaliação sensorial

Os resultados da avaliação sensorial dos atributos do café torrado e moído são apresentados nas Tabelas de 8 a 11.

Verifica-se pelas Tabelas de 8 a 11, diminuição nos parâmetros fragrância do pó, aroma da bebida e sabor característico e aumento no sabor oxidado, grau de diferença e perda de qualidade e com maior perda de qualidade para o café estocado a 35 °C.

**TABELA 8.** Resultados da análise sensorial do café sem prensar estocado a 25°C.

| Tempo de estocagem (dias) | Atributos sensoriais <sup>(1)</sup> . |                 |                      |               |                   |                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                           | Fragrância do pó                      | Aroma da bebida | Sabor característico | Sabor oxidado | Grau de diferença | Perda de qualidade |
| Zero                      | 7,3 ± 0,6                             | 7,3 ± 0,8       | 7,5 ± 0,5            | 0,0 ± 0,0     | 0,8 ± 0,6         | 0,0 ± 0,0          |
| 15                        | 6,4 ± 0,7                             | 6,6 ± 0,9       | 6,7 ± 1,0            | 1,1 ± 0,7     | 1,8 ± 1,0         | 1,7 ± 0,9          |
| 30                        | 6,5 ± 0,9                             | 6,7 ± 0,4       | 6,9 ± 0,8            | 1,1 ± 0,7     | 1,7 ± 0,9         | 1,6 ± 0,9          |
| 45                        | 5,7 ± 0,9                             | 6,4 ± 0,6       | 6,1 ± 0,9            | 2,7 ± 1,2     | 2,8 ± 0,8         | 2,8 ± 0,7          |
| 60                        | 5,3 ± 1,1                             | 5,8 ± 1,1       | 5,7 ± 1,4            | 2,3 ± 1,9     | 2,9 ± 1,8         | 2,9 ± 1,7          |
| 75                        | 4,7 ± 1,4                             | 5,4 ± 1,0       | 5,4 ± 1,0            | 3,0 ± 1,6     | 3,2 ± 1,4         | 3,0 ± 0,8          |
| 90                        | 5,6 ± 1,2                             | 5,3 ± 0,8       | 5,3 ± 0,47           | 3,6 ± 1,9     | 4,0 ± 0,7         | 4,0 ± 1,6          |
| 105                       | 4,5 ± 0,4                             | 4,5 ± 0,5       | 5,1 ± 0,8            | 3,6 ± 1,4     | 4,1 ± 1,2         | 4,4 ± 1,5          |

*Média de sete provadores ± desvio padrão*

**TABELA 9.** Resultados da análise sensorial do café prensado estocado a 25°C

| Tempo de estocagem (dias) | Atributos sensoriais <sup>(1)</sup> |                 |                      |               |                   |                    |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                           | Fragrância do pó                    | Aroma da bebida | Sabor característico | Sabor oxidado | Grau de diferença | Perda de qualidade |
| Zero                      | 7,6 ± 0,7                           | 7,9 ± 0,4       | 7,6 ± 0,7            | 0,0 ± 0,0     | 0 ± 0,0           | 0,0 ± 0,0          |
| 15                        | 7,1 ± 0,5                           | 7,3 ± 0,5       | 7,3 ± 0,7            | 0,9 ± 0,7     | 1,3 ± 0,9         | 1,2 ± 0,9          |
| 30                        | 6,1 ± 0,9                           | 6,6 ± 0,7       | 6,3 ± 0,7            | 2,0 ± 1,4     | 2,4 ± 1,4         | 2,5 ± 1,2          |
| 45                        | 6,0 ± 0,4                           | 5,7 ± 0,3       | 5,7 ± 0,7            | 2,7 ± 1,2     | 3,3 ± 1,2         | 3,2 ± 1,2          |
| 60                        | 5,5 ± 1,1                           | 6,0 ± 1,3       | 5,7 ± 1,3            | 2,5 ± 1,6     | 2,9 ± 1,4         | 2,9 ± 1,3          |
| 75                        | 4,1 ± 1,9                           | 5,0 ± 2,0       | 5,4 ± 1,0            | 3,0 ± 1,6     | 3,2 ± 1,4         | 3,0 ± 0,8          |
| 90                        | 5,6 ± 1,2                           | 5,3 ± 0,8       | 5,3 ± 0,47           | 3,6 ± 1,9     | 4,0 ± 0,7         | 4,0 ± 1,6          |
| 105                       | 4,5 ± 0,4                           | 4,5 ± 0,5       | 5,1 ± 0,8            | 3,6 ± 1,4     | 4,1 ± 1,2         | 4,4 ± 1,5          |

(1) Média de sete provadores ± desvio padrão

**TABELA 10.** Resultados da análise sensorial do café sem prensar estocado a 35°C

| Tempo de estocagem (dias) | Atributos sensoriais <sup>(1)</sup> |                 |                      |               |                   |                    |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                           | Fragrância do pó                    | Aroma da bebida | Sabor característico | Sabor oxidado | Grau de diferença | Perda de qualidade |
| Zero                      | 7,6 ± 0,7                           | 7,9 ± 0,4       | 7,6 ± 0,7            | 0,0 ± 0,0     | 0 ± 0,0           | 0,0 ± 0,0          |
| 15                        | 6,4 ± 0,7                           | 6,6 ± 0,9       | 6,6 ± 1,0            | 1,4 ± 0,7     | 1,8 ± 1,0         | 2,1 ± 0,9          |
| 30                        | 5,5 ± 0,5                           | 5,9 ± 1,0       | 5,5 ± 0,9            | 2,9 ± 2,1     | 3,4 ± 1,8         | 3,1 ± 1,2          |
| 45                        | 4,5 ± 0,9                           | 4,7 ± 0,9       | 4,4 ± 1,1            | 3,0 ± 1,3     | 4,1 ± 1,6         | 4,2 ± 1,7          |
| 60                        | 5,3 ± 1,1                           | 5,8 ± 1,1       | 5,6 ± 1,4            | 2,3 ± 1,9     | 2,9 ± 1,8         | 2,9 ± 1,7          |
| 75                        | 4,6 ± 1,3                           | 5,5 ± 1,1       | 5,8 ± 0,9            | 2,2 ± 0,6     | 2,9 ± 0,7         | 3,1 ± 0,9          |
| 90                        | 4,5 ± 1,2                           | 4,3 ± 1,2       | 3,9 ± 1,5            | 5,2 ± 1,9     | 5,5 ± 1,4         | 5,3 ± 1,1          |

Média de sete provadores ± desvio padrão

**TABELA 11.** Resultados da análise sensorial do café prensado estocado a 35°C

| Tempo de estocagem (dias) | Atributos sensoriais <sup>(1)</sup> . |                 |                      |               |                   |                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                           | Fragrância do pó                      | Aroma da bebida | Sabor característico | Sabor oxidado | Grau de diferença | Perda de qualidade |
| Zero                      | 7,6 ± 0,7                             | 7,9 ± 0,4       | 7,6 ± 0,7            | 0,0 ± 0,0     | 0 ± 0,0           | 0,0 ± 0,0          |
| 15                        | 5,9 ± 0,4                             | 6,7 ± 0,7       | 6,3 ± 0,7            | 1,7 ± 0,9     | 2,7 ± 1,0         | 2,4 ± 0,7          |
| 30                        | 5,9 ± 0,9                             | 6,1 ± 0,7       | 5,9 ± 0,7            | 2,6 ± 1,5     | 3,0 ± 1,2         | 2,9 ± 1,3          |
| 45                        | 6,0 ± 0,9                             | 6,4 ± 0,6       | 5,5 ± 0,9            | 2,6 ± 1,3     | 2,7 ± 1,4         | 3,0 ± 1,3          |
| 60                        | 5,0 ± 1,3                             | 5,4 ± 0,9       | 5,7 ± 0,9            | 2,7 ± 1,4     | 3,2 ± 1,2         | 3,4 ± 1,2          |
| 75                        | 3,8 ± 1,6                             | 4,8 ± 1,9       | 4,6 ± 1,5            | 2,9 ± 1,1     | 3,6 ± 0,8         | 4,2 ± 1,5          |
| 90                        | 3,3 ± 0,9                             | 4,3 ± 1,0       | 4,3 ± 1,0            | 4,4 ± 1,8     | 5,1 ± 1,5         | 5,1 ± 1,4          |

*Média de sete provadores ± desvio padrão*

### 3.3.5 Estimativa da vida-de-prateleira

A vida-de-prateleira foi definida com base no atributo perda de qualidade (PQ), equivalente à nota 5 da escala como nota mínima aceitável. Para tanto foram obtidas as seguintes relações funcionais e estimativa da vida-de-prateleira, com o valor médio e os intervalos de confiança a 95% (limite inferior (LI) e limite superior (LS), conforme apresentado na Tabela 12.

**TABELA 12.** Relação funcional entre a perda de qualidade e a estimativa da vida-de-prateleira do café não prensado e prensado armazenados respectivamente a 25 e 35°C

| Tratamentos do café | Equação de regressão perda de qualidade x tempo de estocagem | Coeficiente de correlação ( $r^2$ ) | Estimativa de vida-de-prateleira (dias) ( $p < 0,05$ ) |       |     |
|---------------------|--|-------------------------------------|--|-------|-----|
|                     |  |                                     | LI   | Médio | LS  |
| Sem prensar 25°C    | $PQ = 0,833 + 0,093 \text{ dias}$                            | 0,948                               | 108  | 123   | 146 |
| Prensado a 25°C     | $PQ = 0,856 + 0,039 \text{ dias}$                            | 0,947                               | 93   | 106   | 125 |
| Sem prensar 35°C    | $PQ = 0,918 + 0,053 \text{ dias}$                            | 0,891                               | 60   | 77    | 118 |
| Prensado 35°C       | $PQ = 1,144 + 0,043 \text{ dias}$                            | 0,913                               | 75   | 91    | 120 |

*PQ – perda de qualidade c; LI – Limite mínimo; LS – Limite superior*

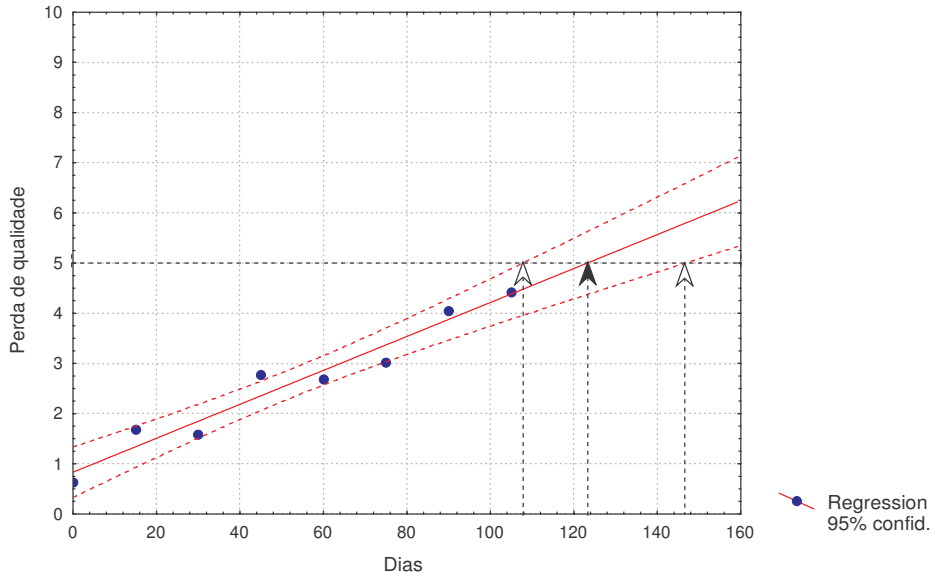
Verifica-se que em média a vida-de-prateleira do café sem prensar armazenado na temperatura de 25°C, foi ligeiramente superior à do café prensado na mesma condição, acontecendo o inverso para o café estocado a 35°C.

Com base na estimativa da vida-de-prateleira, calculou-se o coeficiente  $Q_{10}$ , sendo obtidos os seguintes valores:

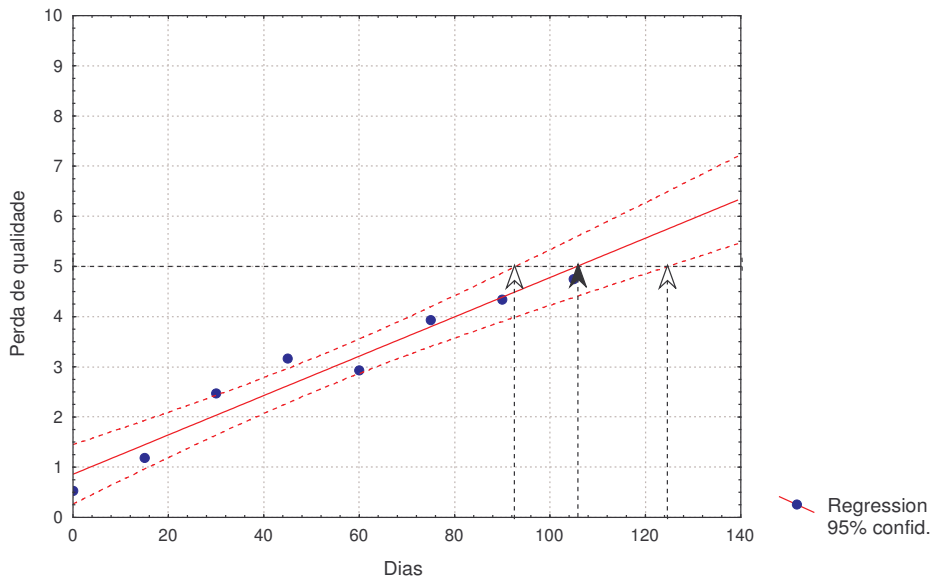
Para o café sem prensar o  $Q_{10}$  encontrado foi de 1,6, ou seja a cada 10°C de aumento na estocagem a perda de qualidade do produto foi de 60%, neste estudo e para o café prensado a queda de qualidade foi de 1,2. Podendo-se inferir que o processo de prensagem apresenta a vantagem de proteger mais o produto, preservando mais a qualidade.

Este fato pode ser decorrente da menor migração de oxigênio no produto e menor área de contato. Outro fator que pode ter contribuído foi a presença de gás carbônico no espaço livre e maior quantidade de óleo na superfície do bloco devido à prensagem.

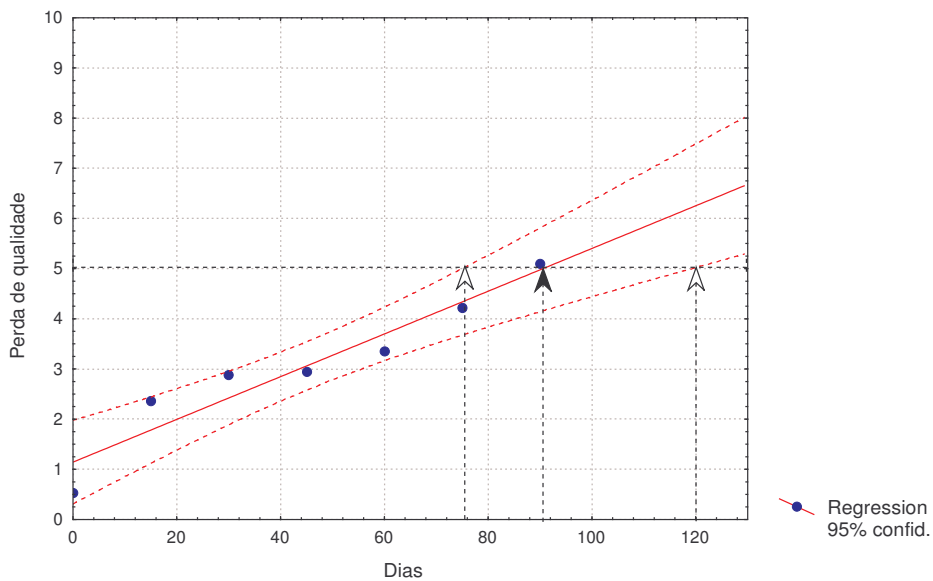
As Figuras de 4 a 7 mostram a curva de regressão linear da perda da qualidade com o tempo em dias de estocagem, apresentando as faixas para o limite inferior e superior.



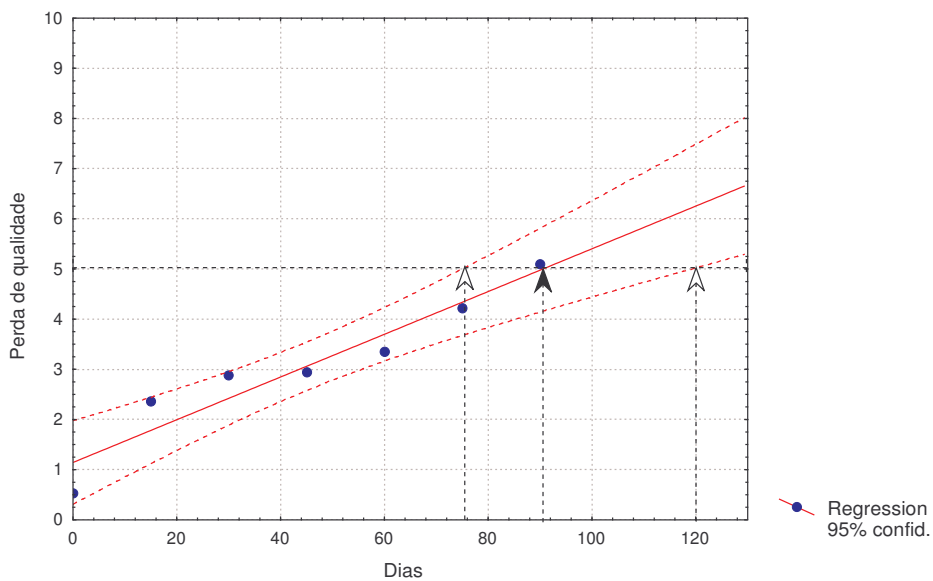
**FIGURA 4.** Curva de regressão linear da perda de qualidade *versus* tempo de estocagem para o café solto estocado a 25°C.



**FIGURA 5.** Perda de qualidade *versus* tempo de estocagem para o café prensado estocado a 25°C.



**FIGURA 6.** Perda de qualidade *versus* tempo de estocagem para o café solto estocado a 35°C.



**FIGURA 7.** Perda de qualidade *versus* tempo de estocagem para o café prensado estocado a 35°C.

Visando determinar qual os parâmetros mais significativos na alteração sensorial do café para os tratamentos estudados, foram obtidas as estimativas dos



coeficientes de correlação linear, comparando-se os atributos sensoriais de fragrância do pó, aroma da bebida, sabor característico e sabor oxidado com a perda da qualidade global do café torrado e moído sem prensar e prensado ao longo da estocagem. Na Tabela 13 encontram-se os valores dos coeficientes de correlação determinados.

Com base nas estimativas dos coeficientes de correlação linear simples apresentados na Tabela 13, pode-se observar que a fragrância do pó apresentou relação funcional inversa à perda de qualidade e o café sem prensar apresentou correlação não menor coeficiente de correlação independente da temperatura de estocagem. O sabor da bebida foi o parâmetro que mais influenciou na perda de qualidade do café entre todos os tratamentos estudados, independente da temperatura. Outro fator a ser considerado é a perda do sabor característico, com relação funcional inversa à perda de qualidade, sendo mais significativo para o café prensado estocado nas temperaturas de 25 e 35 °C.

**TABELA 13.** Coeficientes de correlação linear estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) da perda de qualidade para o café solto e prensado em relação aos atributos sensoriais condicionados nas temperaturas de 25 e 35 °C.\*

| Tratamentos do café | Temperatura (°C) | Coeficiente de correlação (r) ( $p < 0,05$ ) |        |        |       |
|---------------------|------------------|--|--------|--------|-------|
|                     |                  | FPO x PQ                                     | ARBXPQ | SCXPQ  | SOXPQ |
| Sem prensar         | 25               | -0,600                                       | -0,545 | -0,678 | 0,842 |
| Prensado            | 25               | -0,730                                       | -0,777 | -0,863 | 0,922 |
| Sem prensar         | 35               | -0,648                                       | -0,718 | -0,712 | 0,801 |
| Prensado            | 35               | -0,717                                       | -0,699 | -0,836 | 0,898 |

\* Atributo sensorial: FPO = fragrância do pó; ARB = aroma da bebida; SC = sabor característico; SO = sabor oxidado.

## 4 CONCLUSÕES

A vida de prateleira média do café unitizado obtido sob prensagem foi de 106 e 91 dias, respectivamente, para o café armazenado nas temperaturas de 25 e 35 °C dias; e para o café sem prensar de 123 e de 77 dias para as condições de 25 e 35 °C, respectivamente.

A presença do gás carbônico no interior da embalagem pode ter sido um fator importante, agindo como barreira para a entrada de oxigênio para o espaço livre da embalagem que poderia reduzir a estabilidade do produto.

Os valores de 0,67 atm de pressão parcial de gás carbônico atingidos como máximo neste estudo não comprometeu a região de soldagem das embalagens, podendo ser considerado como uma informação para a manutenção deste gás para embalagens de tamanho reduzido conforme as avaliadas neste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agtron Coffee Roast E-10-CP (owners manual). Special Applications Abridged Spectrophotometer. USA. Copyright by Agtron Inc. sd., 15p.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – **Aproved Methods**, 8 th ed, v.2, AACC, St. Paul, 1990 (**Método 46-12**).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes – E 11-95. V.14.02. 1997. p- 13-17.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS - Coffee and tea. Solids (Soluble) in roast coffee – 301.21. Arlington, 2000. Cap. 5. pg. 5.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, CUNNIFF .(ED).– - Official Methods of A.O.A.C. 16. ed. Arlington, Virgínia , 1998.

BRASIL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa n° 8, **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru**: aprova pelo decreto n.3.664 de 17/11/2000, o que consta no Processo n.º21000.006212/2002 - 41, 11/06/2003. 12p.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde : **Aprova o Regulamento Técnico referente a café Torrado em Grão e Moído**. Portaria 377, 26 de abril de 1999. Diário Oficial 29/04/1999. 4p.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). Coffee Chemistry. London: Elsevier Science, 1989. 306 p.

COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS. Aprova Normas Técnicas Especiais de Estado de São Paulo. Resolução nº12, de 24 julho de 1978. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO (Comp.)

**Compêndio da legislação de alimentos**: consolidação das normas e padrões de alimentos. 5. Ver. São Paulo, 1992. V.1A.

CAPPUCIO, R.; FULL, G.; LONZARICH, O.; SAVONTTI. Staling of roast and ground coffee at different temperatures: Combining sensory and analysis. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Paris: ASIC, 2001.

DE MARIA, C. A. B.; TRUGO, L.C.; MOREIRA, A. F. Simultaneous determination of total chlorogenic acid, trigoneline and caffeine in green coffee samples by high performance gel filtration chromatography. **Food Chemistry**, v.52, p. 447-449, 1995. (Modificado).

FERREIRA, S. M. R. **Controle da Qualidade em sistemas de Alimentação Coletiva**. São Paulo : Varela Editora e Livraria LTDA, 2002, p.41-48.

GURGEL, F. A. **Introdução ao projeto integrado de embalagem**. In: Seminário Projeto e Especificação de Embalagem Metálica para Alimentos e Bebidas, 1996, Campinas. Compilação de palestras, CETEA/ITAL, 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo LUTZ**. 3. ed. São Paulo: 1985.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Consumer Oriented Vocabulary for Brewed Coffee. Technical Unit – Quality Series . Report N°3, March, 1991. Descriptive profiling of brewed coffees from twelve different origins. **Technical Unit Quality Series**. Report n.4., March, 1991. 31p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Methods using test sieves of woven wire cloth and perforated metal plate. ISO 2591-1, PARTE 1, 1.ED, 1988. 13 p.

INTERNATIONAL COMMISSION FOR UNIFORM METHODS OF SUGAR ANALYSIS - ICUMSA. The Determination of the particle size distribution of white sugar by sieving. Method GS2-37. Colney , 1994: 2 p.

ILLY, A.; ILLY,.; VIANI, R.; ILLY, E.; MACRAE, R.; PETRACCO, M.; SONDAHL, M.; VALUSSI, S. **Espresso Coffee: The Chemistry of Quality**. 3. ed. London: Academic Press Limited, 1998 253p.

KALIL, A.C. **Manual Básico de Nutrição**. São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.

KALLIO, H.; LEINO, M., KARLA, K.; KALLIO, S.; KAITARANTA, J. Headspace of oasted ground coffee as na indicator of storage time. **Food Chemistry**, London, n°36, p.135-148.

KIMBALL, D. A. **Citrus Processing** – quality control and Tecnhnology. New York: AVI, 1991. 473p.

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

LABUZA, T. P.; CARDELLI, C.; ANDERSON, E.; SHIMONI, E. Physical Chemistry of Roasted and Ground Coffee: shelf life improvement for flexible packaging. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Triste: ASIC, 2001. 39p.

SANZ, C.; PASCUAL, L.; ZAPELENA, M.J.; CID, M.C. A new “aroma index to determine the aroma quality of a blend of roasted coffee beans. COLLOQUE SCIENTIFIC INTERNATIONAL SUR CAFÈ. 19, 2001, Trieste. **Anais**: Paris: ASIC, 2001.

SÃO PAULO. Resolução SAA 37 de 9 de novembro de 2001. Define Normas Técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial**, Estado de São Paulo, 13 nov. 2001. 8 p.

SÃO PAULO. Resolução SAA 377 de 26 de abril de 1999. Resolve: Normas Regulamento Técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial**, Estado de São Paulo, 29 de abril de 1999.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. **Embalagens Plásticas Flexíveis - principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.

SIVETZ, M. Coffee Processing Technology: aromatization – properties – brewing – plant design. Westport: AVI, 1965. 379 p.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA Universal Cupping Form.**  
**Long Beach: s.d.** 6p.

STAUB, C. **Agtron / SCAA Roast Classification – Color Disk System.** Nota científica.

TEIXEIRA, A. Noções Gerais sobre : A cultura, o preparo e a classificação do café.  
ASSICAFÉ: São Paulo, 1999. 41p.

TING, S. V.; ROUSELL, L. R. **Citrus fruits and their products: analysis, technology.**  
New York: M. Dekker, 1986. 293p.

**Anexo 3.1**  
**BOLSA OFICIAL DE CAFÉ E MERCADORIAS**  
**SANTOS**  
**TABELA OFICIAL PARA CLASSIFICAÇÃO**

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

**Eqüivalência dos grãos imperfeitos**

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 1 grão preto                   | = 1 |
| 1 Pedra, pau ou torrão grande  | = 5 |
| 1 Pedra, pau ou torrão regular | = 2 |
| 1 Pedra, pau ou torrão pequeno | = 1 |
| 1 Côco                         | = 1 |
| 1 Casca grande                 | = 1 |
| 2 Ardidos                      | = 1 |
| 2 Marinheiros                  | = 1 |
| 2/3 Casca pequenas             | = 1 |
| 2/5 Brocados                   | = 1 |
| 3 Conchas                      | = 1 |
| 5 Verdes                       | = 1 |
| 5 Quebrados                    | = 1 |
| 5 Chocos ou mal granados       | = 1 |

## Anexo 3.2

| Café retido nas peneiras | Classificação por tamanho pelo percentual de grão retido por peneira |
|--------------------------|--|
| Chato grosso             | Peneira 17 e maiores   |
| Chato médio              | Peneira 15 e 16  |
| Chatinho                 | Peneira 12,13 e 14   |
| Moca Grosso              | Peneira 11   |
| Moca Médio               | Peneira 10   |
| Moquinha                 | Peneira 8 e 9  |

## Anexo 3.3

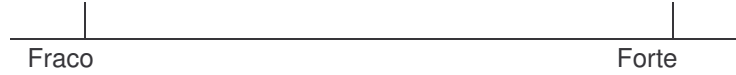
### Ficha 1 - ANÁLISE SENSORIAL DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

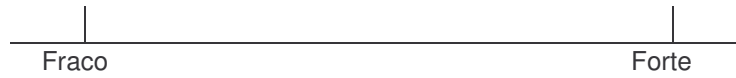
1. Fragrância do pó



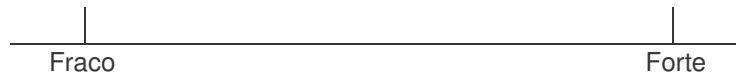
2. Aroma da bebida



3. Sabor característico



4. Sabor oxidado



5. Grau de diferença



6. Perda da qualidade



**FIGURA 2.** Ficha para análise sensorial de café torrado e moído.



## CAPÍTULO 4

# ACOMPANHAMENTO DA ALTERAÇÃO DO AROMA DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO ACONDICIONADO A VÁCUO EM SISTEMA UNITIZADO

### RESUMO

Estudou-se a vida-de-prateleira do café torrado e moído acondicionado a vácuo em torno de 20 pol.Hg, unitizado em porções de 50g e armazenado a 25 e 35°C. Utilizou-se avaliação sensorial por meio da avaliação da fragrância do pó, apenas por inalação da amostra, visando a determinação de aroma oxidado ou não característico de café. Realizou-se acompanhamento do volume de espaço-livre, da embalagem, do percentual de oxigênio e gás carbônico por cromatografia gasosa. O composto hexanal foi monitorado ao longo da estocagem uma vez que a sua presença poderia ser indicativo de oxidação, bem poderia ser degradado uma vez que este composto volátil já está presente no café conferindo um aroma frutal. A estimativa da vida-de-prateleira foi em média de 165 e de 122 dias para o café armazenado respectivamente, nas temperaturas de 25 e 35°C.

A pressão parcial dos gases gás carbônico e oxigênio apresentou pouca variação para as temperaturas estudadas, não causando alteração no aspecto externo da embalagem (estufamento) ou rompimento de soldagem.

O hexanal medido pela área total de pico, apresentou decréscimo ao longo de 120 dias de estocagem, seguindo uma função linear a 25°C e exponencial a 35°C, indicando que estava presente no produto como aroma e não como produto da oxidação do café.

### SUMMARY

The shelf life of ground roasted coffee vacuum packed at about 20" Hg, unitised in 50g portions, was studied during storage at 25 and 35°C. The appearance of oxidised or non-characteristic aroma was determined using a sensory evaluation of the powder fragrance, by inhaling the sample. Changes in the headspace were

followed during storage and also the percentages of oxygen and carbon dioxide by gas chromatography. The compound hexanal was also monitored throughout storage since its presence could be indicative of oxidation, as well could be degraded once is already in the coffee conferring a fruity aroma. The mean estimated shelf life was 165 and 122 days for the coffee stored at 25 and 35°C respectively.

The partial pressures of carbon dioxide and oxygen showed little change at the temperatures studied, and caused no visible alteration to the package (blowing up) or breakage of the seal.

Hexanal, measured as the total peak area, decreased during the 120 days of storage, showing a linear function at 25°C and exponential at 35°C, indicating its presence in the product as an aroma component and not as an oxidation product.

## 1 INTRODUÇÃO

Os parâmetros oxigênio, umidade e temperatura, são os principais fatores que devem ser controlados durante o período de estocagem de um produto desidratado, principalmente quando são utilizadas embalagens semipermeáveis ao oxigênio e vapor de água.

O café torrado e moído é um produto que sofre oxidação lipídica, perda de aroma por volatilização ou por transformação em outro composto e ganho de umidade.

De acordo com o mapa dos fatores críticos para alteração dos alimentos, LABUZA et al., 2001, observa-se que além da curva típica de adsorção de umidade do produto, outras reações podem ocorrer com maior ou menor intensidade, dependendo principalmente da atividade de água do alimento.

O café está situado em uma região de baixa atividade de água (0,1 a 0,2), com monocamada em torno 3,5g de água /100g BS a 28°C e de 1,91g/100g BS a 30°, ou seja, umidade máxima para garantir a estabilidade de produtos desidratados, que coincide com a região de maior intensidade da reação de oxidação lipídica e que vem confirmar que esta deva ser uma das importantes reações de alteração do café, que reflete nas perdas de suas características (LABUZA et al., 2001).

LABUZA et al., 2001 apresenta resultados de estudo de vida-de-prateleira de café torrado e moído em 04 condições de umidade relativa, de três temperaturas e de sete níveis de oxigênio. Neste estudo, o objetivo foi desenvolver um modelo para determinar a taxa de difusão de oxigênio e perda das características sensoriais do café torrado e moído em função dos parâmetros atividade de água, temperatura e oxigênio com base em princípios físico-químicos e determinar a vida de prateleira do produto.

HEISS, RADTKE, ROBINSON (1977), mostram que a velocidade de reação depende da pressão parcial do oxigênio e o ideal é que se tenha no máximo 1% de oxigênio na espaço-livre para embalagem a vácuo ou 10mbar ( $9,8 \times 10^{-3}$ atm). Os autores também citam que para a oxidação do café a relação é de 0,12mgO<sub>2</sub>/g de café.

Estudos realizados por MORI et al., 1985, apresentam dados de vida-de-prateleira de café torrado e moído embalado a vácuo (11 a 15 pol.Hg) mantido à temperatura de 23 °C e 65% UR. Os limites mínimos a máximos, calculados por regressão linear, foram de 270 a 470 dias de acordo com a avaliação sensorial.

SANZ et al. (2001) estudaram a perda de frescor do café utilizando análise sensorial, avaliando apenas a fragrância do café em pó e a cromatografia gasosa de alguns compostos voláteis, ao longo da estocagem por 15 meses. Os resultados obtidos mostraram correlação linear altamente significativa das áreas totais dos compostos após a integração das curvas, com a avaliação sensorial quanto à perda de frescor ao longo do tempo.

Outro fator que deve ser considerado no café torrado e moído é a presença de gás carbônico no espaço-livre da embalagem, que poderá causar abaulamento, rompimento na embalagem, ou perda de vácuo pela liberação do gás ocluso no produto.

LABUZA et al. (2001) cita que o gás carbônico é o volátil não aromático mais importante encontrado no café. O dióxido de carbono é resultado da pirólise de açúcares e produto da reação de Strecker. A quantidade do gás depende do grau de torração e 10ml de gás carbônico são eliminados por grama de café torrado.

Alguns estudos ou técnicas têm sido aplicados para minimizar ou reduzir a quantidade de gás carbônico, quais sejam: uso de silos com mínimo fluxo de ar, silos com fluxo de nitrogênio, “tempering”, ou tempo de descanso do produto em altas temperaturas (LABUZA et al., 2001).

Visando determinar a estabilidade do café sob vácuo, de forma unitizada realizou-se este estudo com o armazenamento por 120 dias nas temperaturas de 25 e 35°C. Neste estudo optou-se por uma avaliação sensorial diferenciada, sendo realizada apenas com o sentido do olfato, com avaliação do produto apenas na forma de pó.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se café torrado e moído, tipo tradicional da linha de produção de uma unidade industrial em Rolândia – PR. Para a preparação das embalagens, utilizou-se uma máquina do tipo forma, enche e sela da marca Fabrima-VBR 008, que possibilitou a formação e enchimento da embalagem, que foram em seguida submetidas ao vácuo (20pol), utilizando-se a máquina Shause 78 (40pol Hg).

A Figura 1 mostra a embalagem do café acondicionado a vácuo. Após a obtenção dos pacotes de  $50 \pm 4g$  de café torrado e moído, estes que foram estocados em câmaras em condições médias de temperatura de 25°C e 35°C durante 120 dias.



**FIGURA 1.** Protótipos de embalagens de café torrado e moído unitizadas acondicionadas sob vácuo.

### 2.1 Caracterização do café torrado e moído

#### 2.1.1 Distribuição granulométrica

Determinação em agitador de peneiras Granutest com reostato na posição 5 e tempo de vibração de 10 minutos, utilizando um conjunto de peneiras de nº20 (0,84mm), nº30 (0,59mm), nº40 (0,42mm), nº50 (0,30mm) e nº60 (0,25mm).

Calculou-se o tamanho médio da partícula considerando 50% de retenção e pela relação funcional entre a percentagem acumulada com o tamanho da abertura da peneira.

### **2.1.2 Densidade aparente**

Medida gravimétrica, com base na massa de café contida em proveta de 100ml.

### **2.1.3 Determinação de umidade**

Determinou-se a umidade em estufa a vácuo a 70°C, até peso constante.

### **2.1.4 Atividade de água**

Determinou-se a atividade de água (aw) da amostra do café torrado e moído a 25,1°C, em equipamento AQUA-LAB<sup>®</sup>, modelo CX-2, marca Decagon Devices Inc.

### **2.1.5 Determinação do grau de torra**

O grau de torra foi determinado em espectrofotômetro Agtron E-10, com base na percentagem de reflectância e pela classificação em Discos Agtron.

### **2.1.6 Sólidos solúveis**

Determinou-se a porcentagem de solúveis na bebida, de acordo com AOAC ref. 8 N<sup>o</sup> 15.014.

### **2.1.7 Avaliação sensorial da bebida**

Para verificar a qualidade do café torrado e moído, realizou-se análise sensorial com equipe de julgadores treinados e sistema computadorizado da análise sensorial Compusense, utilizando análise descritiva quantitativa para avaliação das características de fragrância do pó, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, corpo da bebida, e qualidade global do café, por meio de uma escala linear não estruturada de 10 cm, conforme apresentada no Anexo 4.1. O parâmetro qualidade global foi utilizado para classificação do café, sendo

considerada a nota mínima de 3,5 para aceitabilidade do café. Os termos apresentados no Anexo 4.1 são descritos no Anexo 4.2.

O café foi preparado em infusão com o uso de filtro de papel, usando-se a diluição de 50g de pó de café para 0,5L de água mineral a 92°C.

## **2.2 Caracterização do material de embalagem**

### **2.2.1 Estrutura, espessura e gramatura do material da embalagem**

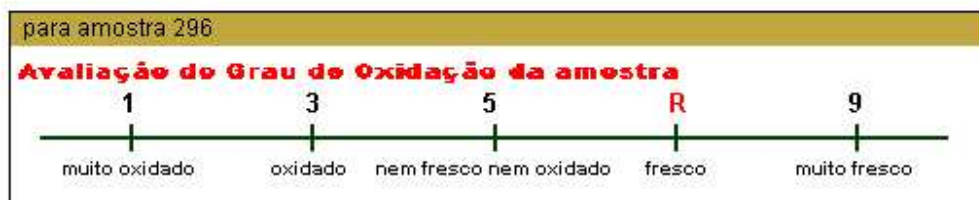
Utilizou-se um material laminado constituído de uma estrutura de filme de poliéster (PET)/tinta/adesivo/alumínio/adesivo/polietileno (PE). O material foi analisado quanto à gramatura parcial, total e espessura, após ser condicionado durante 48 horas a 23°C/50% de UR, com metodologia descrita por SARANTÓPOULOS et. al., 2002.

## **2.4 Avaliações periódicas**

### **2.4.1 Acompanhamento da perda de frescor do café torrado e moído**

Avaliou-se a cada 15 dias o café estocado a 25 e 35°C com relação a uma amostra referência, estocado sob congelamento (-19°C), quanto ao grau de oxidação do produto apenas na forma de pó. Neste estudo, foi realizado o acompanhamento da perda de frescor do café, utilizando uma ficha contendo escala estruturada com 5 pontos, sendo atribuída a nota 9 para o café muito fresco, 5 para o café nem fresco nem oxidado, nota 3 para o café oxidado e 1 para o café muito oxidado. Os provadores foram previamente treinados quanto à oxidação do café, através de sessões com apresentação de café torrado moído muito oxidado, oxidado, sem aroma, e pouco oxidado e fresco. Para a avaliação sensorial periódica os provadores recebiam aos pares uma embalagem da amostra referência (-19°C) e das estocadas a 25°C e a 35°C, de forma monádica, sendo orientados a abrir a embalagem e inalar

o produto, procurando sentir bem a fragrância do café em pó. A ficha utilizada é apresentada na Figura 2.



**FIGURA 2.** Ficha de avaliação do grau de frescor do café do café torrado e moído acondicionado sob vácuo

#### 2.4.2 Composição do espaço livre

A técnica utilizada na determinação dos teores de oxigênio e gás carbônico no interior das embalagens, basicamente, resumiu-se na coleta de alíquota de 300µl de gás do espaço-livre, com seringa hermética, através de um septo colado na embalagem, e posterior identificação e quantificação dos gases em cromatógrafo a gás CG Instrumentos Científicos, modelo 2527, operando com detector de condutividade térmica a 150 °C, colunas Peneira Molecular 5A e Porapak Q a 83 °C e injetor Shimadzu, modelo CR4A, com base nas curvas de padrões feitas com gases de calibração. Os resultados foram expressos em termos de pressão do oxigênio e gás carbônico (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

#### 2.4.3 Determinação do volume de gás no espaço-livre

Para determinação do volume total de gás no espaço-livre das embalagens, após a avaliação da composição gasosa em seu interior, cada embalagem foi aberta dentro de um recipiente com água e o gás do espaço livre foi coletado, com o auxílio de um funil, em uma proveta graduada de 250ml, com resolução de 1ml, invertida sobre o funil, que permitiu a leitura direta de volume em ambiente a 23 °C. Os volumes de oxigênio e gás carbônico foram calculados com base no volume total e pelas concentrações percentuais relativas de cada gás. Os resultados foram expressos em pressão parcial para o oxigênio e gás carbônico (SARANTÓPOULOS et al., 2002).



#### **2.4.4 Determinação de hexanal**

A determinação foi realizada por técnica cromatográfica em equipamento Varian modelo 3900, com injetor split-splitless e detector de ionização de chama (FID).

Utilizou-se coluna cromatográfica de 30m de comprimento, 0,25mm de diâmetro e 0,25µm de filme HP Wax (polar) HP Wax (polar). A temperatura do injetor foi de 270°C. A temperatura do forno da coluna foi de 40°C por 5min, com uma rampa até 230°C com a velocidade de 4°C/min.

A determinação foi realizada através da coleta dos compostos voláteis do espaço-livre do frasco de 10ml contendo 1,0g de café, mantido a 65°C por 10min. Utilizou-se extração em fase sólida com fibra SPME DVB/CARBOXEN<sup>TM</sup>/PDMS stableflex. A fibra uma vez exposta foi mantida no espaço-livre do frasco por 30min, e injetada no cromatógrafo para a dessorção do aroma a 270°C por 5min (SHIRLEY; SIDISKY, 2004).

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Caracterização do café torrado e moído**

Os resultados da caracterização físico-química do produto encontram-se apresentados na Tabela 1.

Verifica-se pelos resultados que o café apresenta grau de moagem fina e que a umidade está de acordo com a especificada pela legislação (menos que 5%) (SÃO PAULO, 2001).

**TABELA 1.** Resultados da caracterização físico-química do café torrado e moído acondicionado sob vácuo em 50g.

| Determinações   | Peneira<br>Número (abertura $\mu\text{m}$ )                  | Média $\pm$ desvio-<br>padrão |
|---|--|-------------------------------|
|   | 20 (850)   | 7,6 $\pm$ 3,1                 |
|   | 30 (600)   | 20,2 $\pm$ 0,9                |
| Granulometria   | 40 (425)   | 58,2 $\pm$ 1,9                |
|   | 50 (300)   | 12,4 $\pm$ 2,3                |
|   | 60 (250)   | 1,2 $\pm$ 0,8                 |
|   | Fundo  | 0,6 $\pm$ 0,3                 |
| Tamanho médio da partícula a<br>50% de retenção ( $\mu\text{m}$ ) | 523 (Peneira 30/40)  |                               |
| Densidade aparente (g/ml)   | 0,26 $\pm$ 0,00  |                               |
| Ponto de torra (% de reflectância)                                | 30,6 $\pm$ 0,5   |                               |
| Cor do Disco  | Disco N <sup>o</sup> . 45 (Torração moderadamente<br>escura) |                               |
| Cor CIELab  | Luminosidade (L*)  | 20,9 $\pm$ 0,9                |
|   | vermelho (a*)  | 6,4 $\pm$ 0,3                 |
|   | amarelo (b*)   | 7,0 $\pm$ 0,4                 |
|   | Ângulo de tom  | 47,7 $\pm$ 0,6                |
|   | Croma  | 9,5 $\pm$ 0,5                 |
| Umidade (%)   | 1,9  |                               |
| Atividade de água (aw)  | 0,32   |                               |
| Sólidos solúveis (%)  | 23,7   |                               |

*Média de 03 determinações  $\pm$  desvio-padrão*

Verifica-se pelos resultados que o café apresenta grau de moagem fina, e que a umidade está de acordo com a especificada pela legislação (<5%). As outras características físicas não são especificadas pela legislação.

### 3.2 Caracterização do material de embalagem

Os resultados das determinações de gramatura e espessura total e parcial da estrutura do material utilizado na formação da embalagem são apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Gramatura e espessura total e parcial.

| Propriedade                    | Estrutura | Média | Intervalo de variação | Coefficiente de variação (%) |
|--------------------------------|-----------|-------|-----------------------|------------------------------|
| Gramatura (g/m <sup>2</sup> )* | Total***  | 113,3 | 111,9 – 115,2         | 1,2                          |
|                                | PET       | 17,3  | 16,8 – 18,2           | 3,0                          |
|                                | Alumínio  | 27,1  | 25,7 – 27,7           | 2,9                          |
|                                | PE        | 68,9  | 67,7 – 70,7           | 2,0                          |
| Espessura (µm)                 | Total***  | 103   | 98-107                | 2,7                          |
|                                | PET       | 9     | 6-12                  | 13                           |
|                                | Alumínio  | 16    | 15-18                 | 7,7                          |
|                                | PE        | 78    | 73-81                 | 3,1                          |

Valores referentes a (\*) 5 (\*\*) 25 determinações; \*\*\* - inclui tintas e adesivos

A estrutura do material apresentada é uma das opções para a embalagem de café torrado e moído. A camada de poliéster (PET) garante barreira mecânica e é utilizada como substrato para a impressão, a camada de alumínio atua como barreira a gases, umidade e aroma e o polietileno (PE) tem a função de garantir a selagem da embalagem (OLIVEIRA; ALVES, 2004); REINKE, 1985). Estudos com café torrado e moído acondicionado a vácuo, apresentam estruturas para a embalagem com espessuras ligeiramente diferentes das utilizadas neste estudo. MORI, 1985, utilizou um laminado com espessura da camada de poliéster de 18µm/ gramatura 20g/cm<sup>2</sup>, camada de alumínio de 17µm/gramatura de 30g/cm<sup>2</sup> e polietileno com 85µm de espessura/75g/cm<sup>2</sup> de gramatura, espessura/gramatura total respectivamente de 120µm /125g/cm<sup>2</sup>. LINDENER-STEINER, 1996, citado por ANJOS, 1999, apresenta a seguinte estrutura para café torrado e moído: camada de poliéster de 12µm, alumínio de 7µm e polietileno de 70µm. REINKE,

1985, recomenda para o acondicionamento do café torrado sob vácuo a estrutura constituída de poliéster com 12µm, camada de alumínio de 9µm e de polietileno de 76µm. HEISS, RADTKE, ROBINSON, 1977, apresenta como opção de material de embalagem para garantir a forma e facilidade de empilhamento a estrutura composta de poliéster e alumínio com 12µm e uma camada de polietileno de 70µm.

### 3.3 Avaliação sensorial da bebida

Os resultados da avaliação sensorial inicial da bebida são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Resultado da avaliação sensorial da bebida.

| <b>Parâmetro</b> | <b>Média ± desvio-padrão*</b> |
|------------------|-------------------------------|
| Fragância do pó  | 4,8 ± 0,8                     |
| Aroma da bebida  | 3,9 ± 0,7                     |
| Defeitos         | 6,2 ± 0,9                     |
| Acidez           | 1,6 ± 0,7                     |
| Amargor          | 6,0 ± 1,0                     |
| Sabor            | 3,9 ± 1,0                     |
| Sabor residual   | 3,9 ± 1,0                     |
| Corpo            | 5,4 ± 0,6                     |
| Adstringência    | 5,0 ± 1,0                     |
| Qualidade Global | 4,2 ± 0,8                     |

De acordo com os resultados, o café foi classificado como tradicional com base na nota de qualidade global. A Resolução SAA, que define a norma técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído preconizava como aceitável o café torrado e moído do tipo tradicional, que tenha

recebido uma nota maior ou igual a 3,5 para o atributo Qualidade Global da Bebida do Café, que é a percepção conjunta dos aromas e dos sabores característicos do café e do equilíbrio entre a doçura e o amargor, resumindo na harmonia da bebida, do corpo, tudo traduzindo numa sensação agradável após a degustação (SÃO PAULO, 2001)

### 3.4 Acompanhamento da perda do frescor do café

Os resultados do acompanhamento do grau de frescor do café são apresentados na Tabela 4. Avaliou-se o café através do aroma do pó, durante 120 dias para o produto armazenado a 25 e 35 °C.

**TABELA 4.** Grau de frescor do café torrado e moído ao longo da estocagem .

| Tempo de estocagem | 25 °C         | 35 °C        | d.m.s (5%) |
|--------------------|---------------|--------------|------------|
| Zero               | 7,4 ± 1,2 aA  | 7,4 ± 1,2 aA | 1.392      |
| 30                 | 6,2 ± 0,4 abA | 6,4 ± 0,3abA | 0.450      |
| 45                 | 6,4 ± 0,8 abA | 6,1 ± 1,0abA | 1.056      |
| 60                 | 6,3 ± 0,9 abA | 6,3 ± 0,5abA | 0.847      |
| 75                 | 6,6 ± 0,5 abA | 6,2 ± 1,4abA | 1.193      |
| 90                 | 5,9 ± 0,7 bA  | 5,5 ± 0,6bA  | 0.729      |
| 105                | 5,4 ± 0,5 bB  | 6,3 ± 0,8abA | 0.758      |
| 120                | 5,8 ± 0,6 bA  | 5,1 ± 1,1bA  | 1.053      |
| d.m.s (5%)         | 1,256         | 1,564        |            |

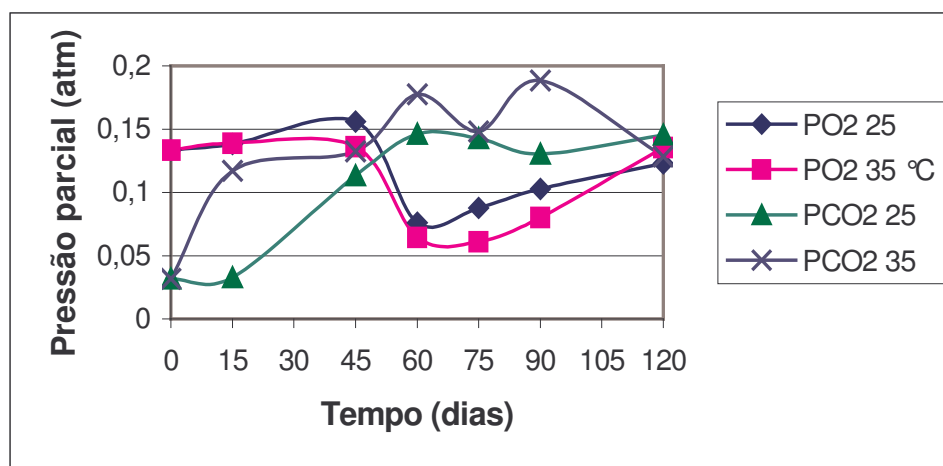
*d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem ao nível de erro de 5%; médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem ao nível de erro de 5%.*

Verifica-se pelos resultados da avaliação sensorial que as amostras não diferiram estatisticamente ao nível de 5%, quanto à alteração do aroma para as temperaturas de 25 e 35 °C.

Embora, a temperatura seja um fator que contribua com a alteração do café, LABUZA (2001) apresenta os resultados do estudo cinéticos da vida-de-prateleira, com diferentes parâmetros de atividade de água, temperatura e oxigênio concluindo que a temperatura tem o menor efeito sobre as características sensoriais, como previamente esperado. De acordo com o autor, a temperatura acelera significativamente a difusão do CO<sub>2</sub>, beneficiando o produto, pois não causaria muita alteração no café.

### 3.5 Determinação do volume de gás no espaço-livre

A Figura 3 mostra a pressão parcial exercida pelo gás carbônico e oxigênio no interior da embalagem acondicionada a vácuo.

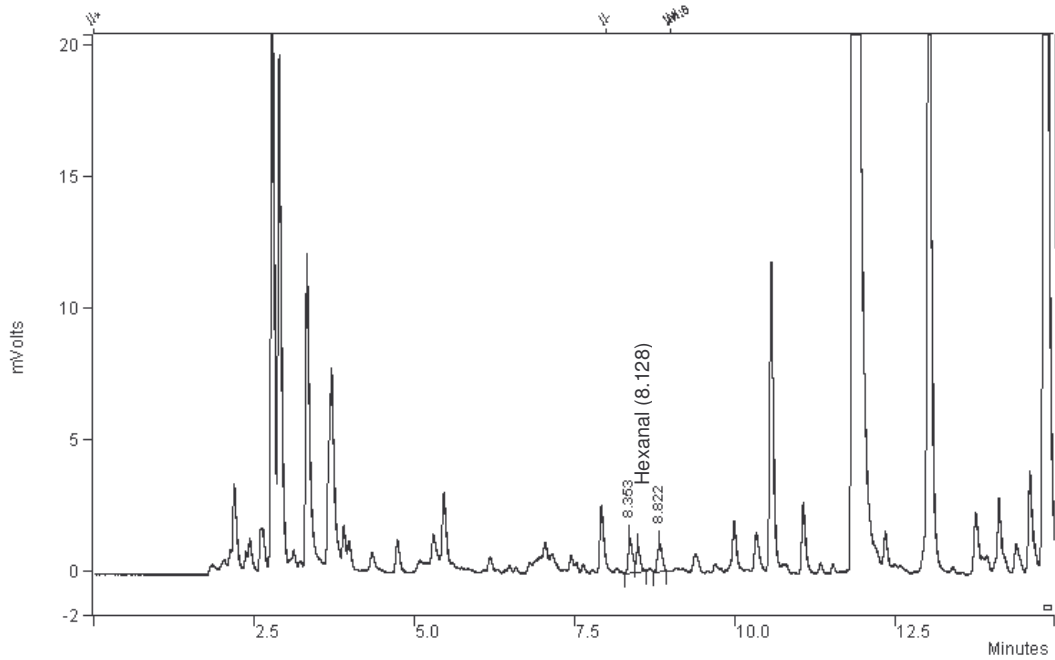


**FIGURA 3.** Pressão parcial dos gases carbônico e oxigênio no espaço-livre da embalagem de café a vácuo estocado à temperatura de 25°C e 35°C.

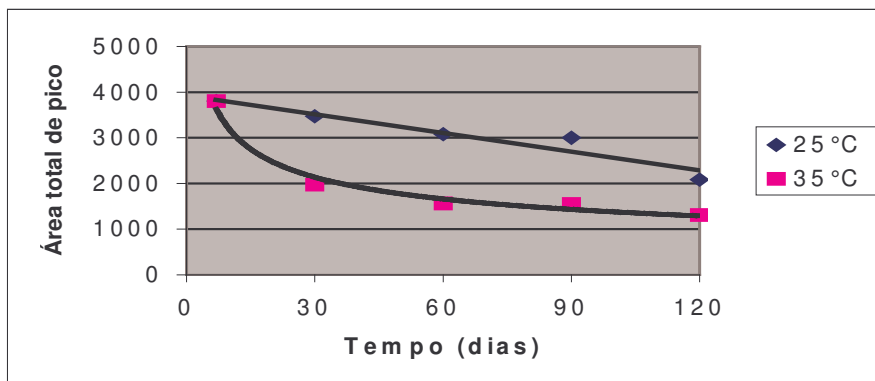
Observa-se pela Figura 4 que houve intensa liberação de CO<sub>2</sub> pelo produto do período inicial até 45 dias de estocagem, com mais intensidade para o café estocado à temperatura de 35°C, tendendo a estabilização até aos 120 dias para o café estocado a 25°C e com oscilação para o café a 35°C. Verifica-se para o oxigênio pouca variação nos primeiros quarenta dias de estocagem, apresentando grande queda a partir deste período, com maior pressão para o café estocado a 25°C.

### 3.6 Determinação do hexanal

A Figura 4 mostra o pico correspondente do tempo de retenção do hexanal identificado no café para amostra referência.



**FIGURA 4.** Cromatograma com o tempo de retenção do hexanal.



**FIGURA 5.** Área total de pico *versus* tempo de estocagem para a determinação do hexanal.

Verifica-se pela Figura 5 que a queda do composto hexanal seguiu uma relação linear com o tempo de estocagem para o café estocado a 25°C, conforme

equação 1, e queda exponencial para o café estocado a 35°C conforme equação 2.

$$\text{Área total de pico a } 25^{\circ}\text{C} = -13,66\text{tempo de estocagem} + 3926 \quad R^2 = 0,918 \quad (1)$$

$$\text{Área total de pico a } 35^{\circ}\text{C} = 7378 t^{-0,3642} \quad R^2 = 0,973 \quad (2)$$

Estudo realizado no óleo de café por HUYNH-BA, et al. (2001), mostra que o hexanal já está presente no café após a extração do óleo a frio por hexano/isopropanol (3:2v/v), e intensifica a sua formação após o aquecimento a 90°C por 45min. A determinação foi realizada por cromatografia gasosa utilizando a microextração em fase sólida com fibras SPME, durante 72h. Verificou-se após 24 horas, um aumento na área total de pico para o hexanal, determinado no óleo submetido às condições de aquecimento 90°C/45minutos e não aquecido. Verificou-se, entretanto, após 24 horas, uma tendência da estabilização da formação de hexanal para o óleo que não sofreu aquecimento comparado ao óleo aquecido a 90°C/45 minutos.

SANZ et al., 2001, apresentam o composto hexanal como um dos principais compostos responsáveis pelo aroma do café, e mostram que, com o tempo de estocagem observou-se a diminuição na concentração do composto.

De acordo com ARAÚJO (1995), o hexanal entre outros aldeídos e ácidos e hidroperóxidos são produtos de oxidação do ácido linoléico. Porém, o que se verificou neste estudo foi que a mudança de aroma do café, pode ser devido a oxidação dos aldeídos a ácidos, o que fez diminuir a quantidade deste aldeído ao longo da estocagem, (Figura 5) e não a formação deste composto, conforme se esperava.

YANAGIMOTO et al., 2002, mostram a influencia dos compostos heterociclicos, tais como os pirróis, furanos, maltol como agente antioxidante, inibindo a oxidação do hexanal. Os autores enfatizam que os compostos derivados da reação de Maillard, além de promover aroma e sabor no café, previnem a oxidação do café e



ainda contribuem na prevenção de doenças de natureza oxidativas, tais como câncer, arteriosclerose, e o próprio envelhecimento das células.

### 3.7 Cálculo da vida-de-prateleira

Considerando a perda de aroma característico e aparecimento de sabor oxidado, determinou-se a vida-de-prateleira do café unitizado em 50g acondicionado a vácuo.

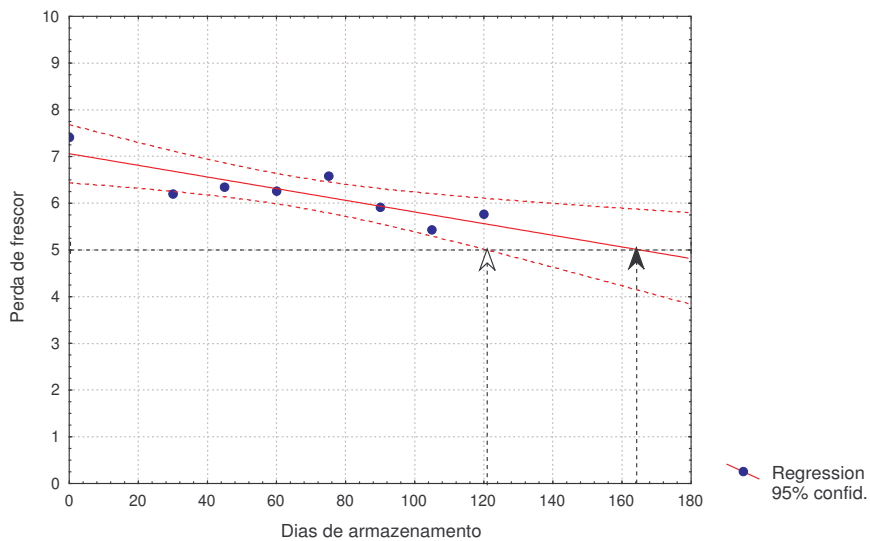
Na Tabela 5 são apresentadas as relações funcionais para o aroma oxidado em relação ao tempo de estocagem para a amostra estocada a 25 e 35 °C.

**TABELA 5.** Relação funcional da perda de frescor do café com o tempo.

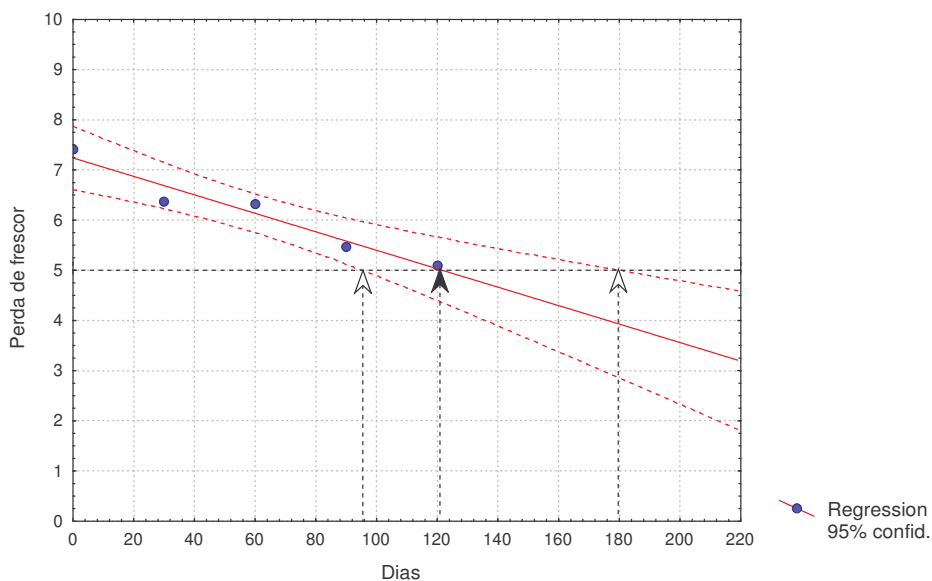
| Tratamento   | Relação funcional da perda de frescor (PF) com o tempo | $r^2$ | Estimativa da vida de prateleira (dias) |     |     |
|--------------|--|-------|---|-----|-----|
|              |  |       | LI                                      | M   | LS  |
| Café a 25 °C | $PF = 7,060 - 0,012t$                                  | 0,702 | 121                                     | 165 | 300 |
| Café 35 °C   | $PF = 7,24 - 0,018t$                                   | 0,947 | 95                                      | 122 | 180 |

*LI= Limite inferior; M= Médio e LS = Limite superior; PF = Perda de frescor*

As Figuras 6 e 7 mostram as curvas de regressão linear para a perda de frescor com a tempo de estocagem da amostra, com o limite inferior, médio e superior de vida de prateleira para o café estocado respectivamente a 25 e 35 °C.



**FIGURA 6.** Curva de regressão linear da perda de frescor *versus* tempo de estocagem para o café estocado a 25 °C.



**FIGURA 7.** Curva de regressão linear da perda de frescor *versus* tempo de estocagem para o café estocado a 35 °C.

Considerando os resultados de vida-de-prateleira com base no limite médio para as temperaturas de 25 e 35°C, calculou-se o  $Q_{10}$ , obtendo-se 1,35 ou seja, que o produto neste estudo apresentou uma durabilidade 35% maior na temperatura de 25°C, quando comparada ao produto armazenado a 35°C.

LABUZA et al., 2001, apresenta um valor  $Q_{10}$  de 1,2 para a vida-de-prateleira do café torrado e moído com base na avaliação sensorial.

Deve-se enfatizar que a vida-de-prateleira do café torrado e moído não depende somente do sistema de embalagem e do ambiente onde está armazenado, mas também da qualidade intrínseca do café, ou seja das características desejáveis no café tais como fragrância do pó, aroma e sabor agradáveis, ausência de sabor estranho na bebida, corpo e ausência de defeitos.

#### **4 CONCLUSÃO**

A estimativa da vida-de-prateleira foi em média de 165 e de 122 dias para o café acondicionado a vácuo, armazenado nas temperaturas de 25 e 35°C, respectivamente.

A pressão parcial dos gases gás carbônico e oxigênio apresentou pouca variação para as temperaturas estudadas, não causando alteração no aspecto externo da embalagem (estufamento) ou perda de integridade da soldagem.

O hexanal apresentou decréscimo medido pela área total de pico ao longo de 120 dias de estocagem, com uma queda linear a 25°C e exponencial a 35°C.

O sistema estudado em porções de 50g pode ser uma ótima alternativa para o acondicionamento do café torrado e moído a vácuo, pela durabilidade do produto, pelo aspecto de segurança e praticidade.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Anjos, V. D. A.; STROPPIA, C. T; MENEZES, H. C. Estabilidade de café torrado e moído. Boletim da SBCTA, Campinas, v.33, n. 2, p.139-145, 1999.

AOAC - OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS Coffee and tea. Solids (Soluble) in roast coffee – 301.21 AOAC. 2000. Cap. 5. p. 5.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos - teoria e prática**, Viçosa: Imprensa Universitária, . 1995. 333p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Descriptive profiling of brewed coffees from twelve different origins. Technical Unit – Quality Series. **Report** n.4., March, 1991. 31p.

HEISS, R.; RADTKE, R.; ROBINSON, L. Packaging and marketing of roasted coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 8., 1977, Abidjan. **Anais.**: Abidjan: ASIC, 1977. p. 163-174.

LABUZA, T. P.; CARDELLI, C.; ANDERSON, E.; SHIMONI, E. Physical Chemistry of Roasted and Ground Coffee: shelf life improvement for flexible packaging. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM, 19., 2001, Trieste. **Anais.** Trieste: ASIC, 2001. 39p.

LINDNER-STEINER, Z.M. Aromaveränderrung von vakuumverpacktem kaffee bei unterschiedlichen packstoffen. **Technisch-Wissenschaftliche Beilage**, München, v. 48, n.1, 1996.

MORI, E. E. M; FERREIRA, V. L. P; GUEDES, L. B. R; ARDITO, E. F. G; YOTSUYANAGI, K; SOLER, R. M. Vida-de-prateleira do café torrado e moído embalado a vácuo. Boletim do ITAL, Campinas, v. 22, n. 1, p. 67-89, jan./mar. 1985.

OLIVEIRA, P. A. P. L. V; ALVES, R. M. V. Embalagem para café torrado – uma latetrnativa para agregação de valor ao produto. Informativo – **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagem**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 5-8, jan./fev. mar, 2004.

REINKE, D. Flexible packaging of ground roast coffee. In: International Conference on Packaging, 4., 1985, Michigan. **Anais**: Michigan: Michigan State University, 1985. p. 70-79.

SANZ, C.; PASCUAL, L.; ZAPELENA, M.J.; CID, M.C. A new “aroma index to determine the aroma quality of a blend of roasted coffee beans. In: COLLOQUE SCIENTIFIC INTERNATIONAL SUR CAFÈ. 19, 2001, Trieste. **Anais**: Trieste: ASIC, 2001.

SÃO PAULO. **Resolução SAA .– 37, de 9 de novembro de 2001**. Define Norma Técnica para a fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial**, Estado de São Paulo, 13 nov. 2001. 8 p.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L., OLIVEIRA, L.M., PADULA, M., COLTRO, L., ALVES, R.M.V., GARCIA, E.E.C. **Plásticas Flexíveis Principais Polímeros e Avaliação de Propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267p.

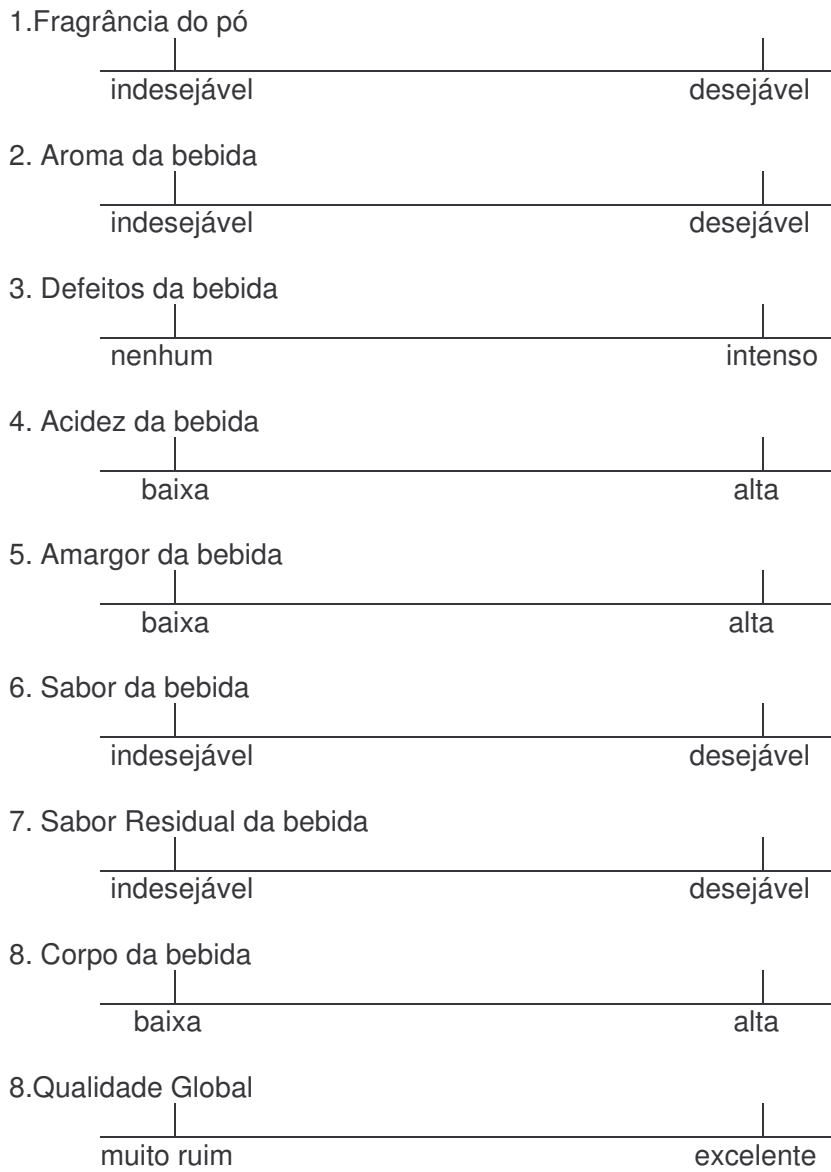
SÃO PAULO. Resolução SAA 37, de 9 de novembro de 2001. Define **Norma Técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído**. Diário Oficial, Estado de São Paulo, v.11, n. 214, 13 nov. 2001. 8p.

SHIRLEY, R. E, SIDISKY, L. M. **Analysis of flavors and off-flavors in food and beverages using SPME**. Disponível <[http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco\\_Home/Datanotes.html](http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco_Home/Datanotes.html)>. Acesso em: 8 jul.2004.

HUYNH-BA, COURTET-COMPONDU, FUMEAUX, R. Early lipid oxidation in roasted and ground coffee. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE DU CAFÉ, 19. , Trieste, 2001. **Anais**. Trieste: ASIC, 2001.

YANAGIMOTO, K.; LEE, K-G.; OCHI, H.; SHIBAMOTO, T. Antioxidative activity of heterocyclic compounds found in coffee volatiles produced by Maillard reaction. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, p. 5480-5484, 2002.

## ANEXO 4.1



## Anexo 4.2

### Definição da terminologia utilizada na avaliação do café torrado e moído

**Fragância do pó:** é a percepção olfativa do pó de café torrado e moído. A intensidade da fragrância revela o frescor da amostra.

**Aroma:** é a percepção olfativa da bebida do café, inalando os vapores que exalam da bebida ainda quente, por via retronasal durante sua degustação. Para o café de torração clara, o aroma pode lembrar ao odor de nozes, amêndoas, castanhas frescas, cereal, malte e pão torrado. Para o café de torração média clara pode lembrar ao odor de caramelo, para o café de torração média pode lembrar ao odor de chocolate. Para o café de torração escura pode lembrar ao odor de resina, remédio, especiarias, queimado e cinzas.

**Defeito:** odor e sabor de terra, mofo, batata crua, rançoso, borracha, tabaco queimado, madeira, azedo (vinagre), fermentado, conferidos pelos grãos defeituosos como ardido, preto, verde e impurezas como terra, areia, paus e cascas. Café de excelente qualidade é aquele isento de defeitos.

**Acidez:** propriedade sensorial de substâncias como ácidos clorogênico, cítrico, málico e tartárico que produzem gosto ácido. Percebido nos lados posteriores da língua. É característico de café Arábica, particularmente de variedades cultivadas em altitude alta. Quando é natural e desejável é chamado de ácido e quando natural e indesejável é chamado de azedo.

**Amargor:** propriedade sensorial de substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos caféico e químico e outros compostos fenólicos que produzem o gosto amargo. É percebido no fundo da língua. Este gosto no café é considerado desejável até certo ponto. É afetado pelo grau de torração e pelo método de preparo da bebida. Quanto mais escuro, mais amargo é o café. Quanto mais fino e portanto, demorado o processo de extração mais acentuado o amargor.

**Sabor** :é a combinação das sensações de gosto doce, salgado, amargo e ácido com os aromas de chocolate ou caramelo ou cereal torrado formando o sabor característico desejável. Quando apresenta sabores estranhos (sabor a terra, herbáceo, especiaria, queimado) é considerado indesejável.

**Corpo**: é a sensação tátil de oleosidade e de viscosidade na boca. Encorpado significa que a bebida é forte e concentrada e não rala, produzindo uma sensação agradável na boca.

**Sabor residual**: é a sensação percebida após a ingestão da bebida. O sabor residual é desejável quando deixa um sabor que lembra ao chocolate e indesejável quando lembra ao cigarro queimado, resina, químico, madeira ou outro sabor estranho.

**Adstringência**: é a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.

**Qualidade global**: é a percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café; dos sabores característicos do café; de um amargor típico, mas não o resultante da excessiva torra do grão (ou carbonização); da presença não preponderante do gosto dos grãos defeituosos (verdes escuros, pretos, ardidos) ou de sua inexistência, para o caso dos cafés “gourmet”; da inexistência do gosto característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes; do equilíbrio e da harmonia da bebida, tudo se traduzindo numa sensação agradável, durante e após a degustação.



## **CAPÍTULO 5**

# **MONITORAMENTO DA PERDA DA QUALIDADE DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO UNITIZADO OBTIDO POR PRENSAGEM**

### **RESUMO**

Neste estudo foram avaliadas as alterações sensoriais de café unitizado prensado acondicionado em laminado de alumínio e armazenado à temperatura de 25°C, utilizando análise descritiva qualitativa, para monitorar a perda de qualidade da bebida de café ao longo da estocagem. Realizou-se, também, um teste de aceitabilidade da bebida com 30 consumidores em laboratório para certificar se o café rejeitado pela equipe treinada seria rejeitado também pelos consumidores. Determinou-se, também, por cromatografia gasosa a perda de alguns compostos chaves, característicos do aroma do café ao longo da estocagem, comparando com a amostra referência estocada sob congelamento a -19°C. O grau de oxidação do óleo de café foi determinado pelo método iodométrico. Os resultados mostraram que o produto se apresentou inaceitável para o consumo com 45 dias de estocagem a 25°C. O teste de consumidor comprovou que o café rejeitado pela equipe sensorial treinada também foi rejeitado pelos provadores com diferença significativa ao nível de significância de 5% entre a amostra fresca e a amostra oxidada. Verificou-se uma queda acentuada dos aromas e crescente nível de oxidação até aos 30 dias de estudo.

### **SUMMARY**

Sensory changes in pressed unitised ground roasted coffee, packed in an aluminium laminate, were determined by qualitative descriptive analysis during storage at 25°C in order to monitor losses in beverage quality during storage. An acceptance test of the beverage was also carried out in the laboratory with 30 consumers, to check if the coffee rejected by the trained panel was also rejected by the consumers. The loss of some key compounds, characteristic of coffee

aroma, was also determined during storage, as compared to a reference sample stored frozen at  $-19^{\circ}\text{C}$ . The degree of oxidation of the coffee oil was determined by an iodometric method. The product was shown to be unacceptable for consumption after 45 days of storage. The consumer test proved that the coffee rejected by the sensory panel was also rejected by the consumers, with a significant difference at the 5% level of significance between the fresh and oxidised samples. An accentuated loss of aroma and increasing level of oxidation was shown up to 30 days of storage.

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade do café torrado e moído é essencialmente avaliada pelo consumidor pela fragrância do pó, pelo sabor da bebida e perda do sabor característico. Estas características são influenciadas por diversos fatores, tais como a espécie/tipo do café, o grau de torra e pelas condições e tempo de estocagem.

As alterações no café podem acontecer antes mesmo do processo de torração, porém, é após este processo, que as alterações tornam-se mais significativas, onde se faz necessária maior proteção deste produto.

Muitos pesquisadores têm associado o envelhecimento do café com alterações químicas, dedicando-se aos estudos dos compostos químicos característicos do aroma, determinando-se através de técnicas cromatográficas a perda ou geração destes voláteis (KALLIO et al., 1990; GROSH, 1995).

LOCKHART (1957) associou a perda de frescor do café com a provável volatilização dos compostos aromáticos. O autor enfatiza que o envelhecimento não é sinônimo de rancidez e parece ser causado pela oxidação dos compostos aromáticos. Esta reação ocorre em baixa velocidade, devido à ação protetora do gás carbônico. Com a redução do gás carbônico ao longo do tempo, devido à difusão, aumenta a facilidade do oxigênio agir sobre os compostos. Por isso, notável envelhecimento é detectado após 10 dias e é aparente após 3 semanas. Já a rancidez oxidativa, resulta da interação do óleo do café com o oxigênio.

Segundo LOCKART (1957), o período de indução da auto-oxidação do óleo é de 13 semanas após a torração, sendo o café estocado na condição atmosférica ou a vácuo. Alguns cafés estocados na condição atmosférica tornam-se “velhos” em duas semanas. Segundo o mesmo autor, a rancidez pode aparecer mais a longo prazo.

Para a determinação do grau de envelhecimento ou de oxidação do café, têm sido utilizadas técnicas de análise sensorial, juntamente com determinações cromatográficas, que têm apresentado boas correlações. As técnicas isoladas não

trazem resultados conclusivos, pois são muitas vezes qualitativas (SANZ et al., 2001; CAPPUCCIO et al., 2001).

As técnicas analíticas para extração de compostos orgânicos, para o estudo em cromatografia, têm evoluído muito, procurando cada vez mais diminuir o uso de solventes orgânicos que causam impactos no meio ambiente, tais como aqueles utilizados em extrações líquido-líquido (QUINTERO et al., 2003).

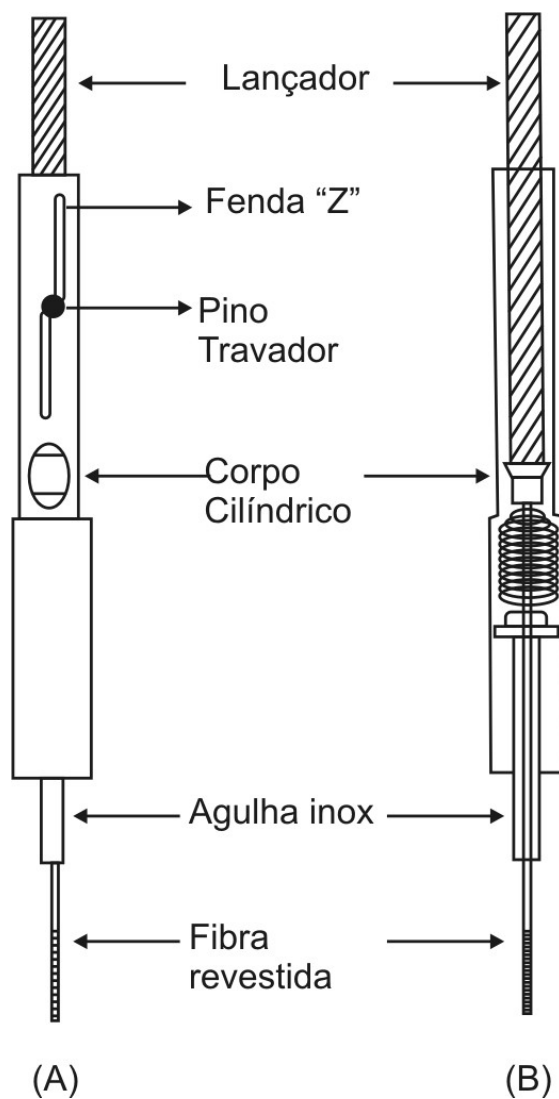
SARRAZIN et al., (2000) avaliaram vários métodos para a extração de aromas de café. Estudaram a extração supercrítica com dióxido de carbono, extração e destilação simultâneas, arraste dos aromas sob vácuo diretamente no óleo obtido sob pressão mecânica, utilizando água e/ou solvente e por congelamento e arraste dos aromas no café torrado e moído em diferentes graus de torração.

A técnica de extração supercrítica apresenta vantagens por não ser agressiva ao produto ou ao meio ambiente, mas por outro lado, utiliza grandes quantidades de CO<sub>2</sub> de alta pureza, tornando-a muito dispendiosa.

A técnica de microextração de fase sólida (MEFS) ou Solid Phase Microextraction (SPME) vem sendo muito utilizada para monitorar alguns voláteis importantes do café. Entre outras aplicações encontram-se: determinação de resíduos voláteis, aromas e cafeína em bebidas, produtos cárneos, café, leite, óleos vegetais entre outros (BICCHI et al., 1997); (SHIRLEY, 2004).

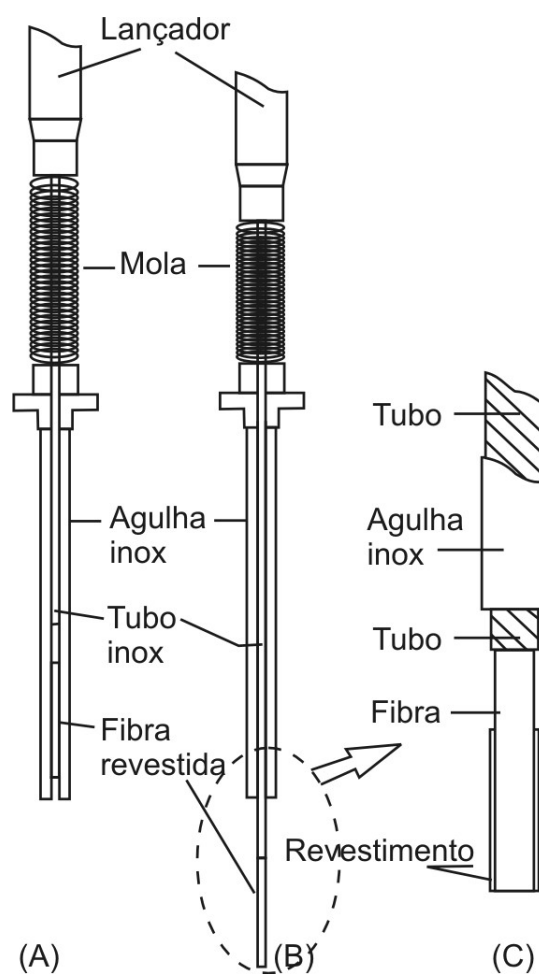
O método de extração por fase sólida não utiliza solvente, é de custo relativamente mais baixo que os tradicionais e pode ser transportado facilmente. Possibilita concentrar vários compostos de interesse, simultaneamente e permite a determinação em níveis de detecção da ordem de ng/L. Esta técnica é considerada como microtécnica de extração e de pré-concentração dos compostos, pois esses processos são realizados em escala muito pequena. A MEFS foi desenvolvida entre 1989 e 1990 pelo Prof. Janusz Pawliszyn, da Universidade de Waterloo em Ontário (Canadá), para uso em cromatógrafo gasoso (CG), em análises de poluentes orgânicos voláteis e semivoláteis em

água. Detalhes do instrumento para a microextração são apresentados na Figura 1.



**FIGURA 1.** Estrutura do suporte para a fibra SPME-(A) vista externa e (B) vista interna com a fibra exposta.

Na Figura 2 é apresentada a parte móvel, juntamente com a fibra para a adsorção dos aromas.



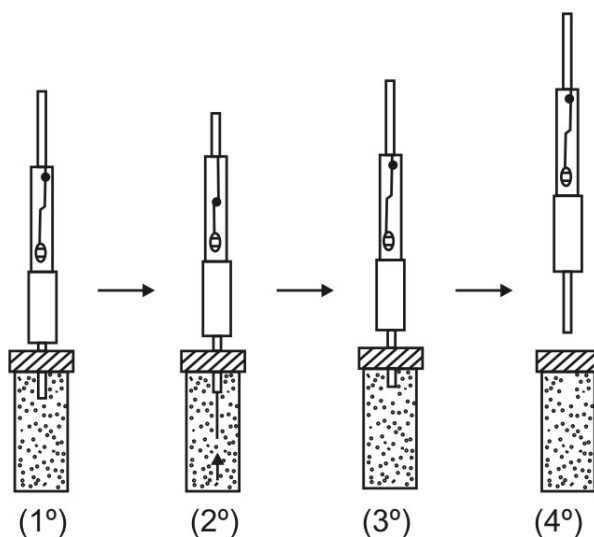
**FIGURA 2.** Parte móvel para a adsorção dos aromas com a fibra – (A) = fibra escondida no interior da agulha; (B) – fibra exposta e (C) – fibra presa ao suporte.

A extração dos compostos pode ser por imersão direta da fibra na amostra ou pelo espaço-livre (HS) do frasco, sendo este último indicado para produtos particulados.

A operação de microextração (MEFS) compreende a extração e a dessorção. A extração dos compostos é a primeira etapa do processo e ocorre quando a fase estacionária (a fibra revestida) entra em contato com a matriz. No final da extração, o amostrador é levado para a segunda etapa do processo, a dessorção. Esta ocorre quando os analitos adsorvidos, na fase estacionária, são expulsos e carregados para subsequente análise cromatográfica. O processo de dessorção

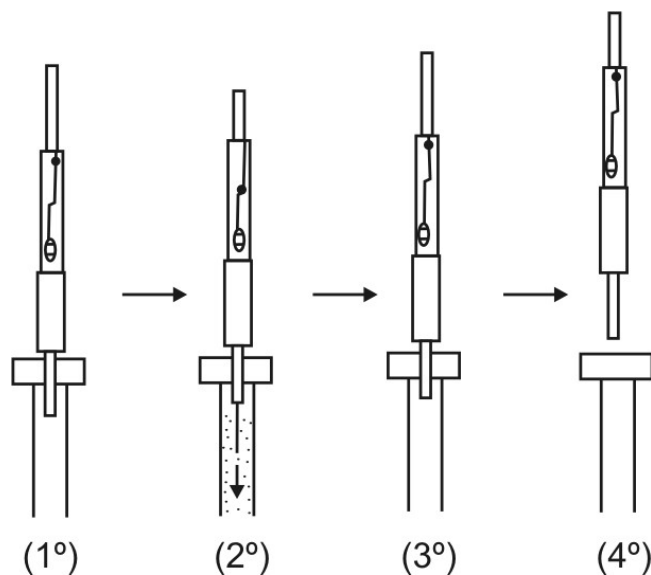
pode ser térmico, em CG, ou efetuado por solventes na interface MEFS-CLAE (QUINTEIRO et al., 2003).

Na Figura 3 apresenta-se o processo de adsorção dos aromas, partindo da introdução da fibra no espaço-livre do recipiente contendo o produto volátil, finalizando com a retirada da fibra para ser analisada no cromatógrafo.



**FIGURA 3.** Processo de adsorção por microextração de fase sólida (SPME) - 1º – perfuração do septo que veda o frasco pela agulha do amostrador; 2º – exposição da fibra no seio da matriz, 3º – recolhimento da fibra para dentro da agulha e 4º – retirada da agulha.

A seqüência para o processo de desorção térmica é apresentada na Figura 4, com a introdução da fibra no injetor do cromatógrafo à total dessorção.



**FIGURA 4.** Sequência do processo de dessorção dos voláteis no injetor do cromatógrafo - 1º – perfuração do septo do injetor do cromatógrafo; 2º – exposição da fibra no injetor para dessorção dos analitos; 3º – recolhimento da fibra para dentro da agulha e 4º – retirada da agulha.

HUYNH-BA; COURTET-COMPONDU; FUMEAUX (2001) utilizaram a técnica de microextração em fase sólida para determinação de hexanal em óleo extraído de café torrado e moído submetidos ao aquecimento, relacionando com o índice de peróxido, demonstrando ser uma técnica com alta praticidade para captação de aromas no café.

Além da alteração dos aromas, a reação de oxidação dos lipídios pode ser considerada entre as mais importantes no café. São causadas pelo oxigênio atmosférico, ozônio (menos freqüente), peróxido, metais entre outros agentes oxidantes. As reações de oxidação ocorrem quando elétrons são removidos de um átomo ou grupos de átomos, sendo que para cada reação de oxidação há uma reação de redução correspondente envolvendo a adição de elétrons a um átomo ou grupos de átomos, formando novos compostos (ARAÚJO, 1995).

A velocidade da reação depende do grau de insaturação na molécula do ácido graxo. Assim, quanto maior o grau de insaturação do óleo e/ou da gordura, maior será a suscetibilidade à oxidação. O óleo de café rico em ácido linoléico, formado



por 18 carbonos e duas insaturações (18/2), é oxidado 64 vezes mais rápido que o ácido oléico (18/1), sendo este 100 vezes mais estável que o linolênico (18/3) (ARAÚJO, 1995).

Na reação de oxidação, a formação do peróxido passa necessariamente pela formação de radicais livres. No caso do café, os radicais livres se formam durante o processo de torração, pela ação do calor. Os radicais livres são substâncias químicas que apresentam número ímpar de elétrons, sendo portando altamente energéticos e instáveis, reagindo prontamente com outros grupos ou com o próprio oxigênio (HAMILTON, 1989).

HERNÁNDEZ et al. (1973) determinaram a concentração de radicais livres pela técnica de ressonância paramagnética de elétrons ao longo do processo de torração, avaliando a influência do tempo (1000 horas), da temperatura, umidade, dos gases (oxigênio, nitrogênio), vácuo e da luz solar na estocagem do café torrado. Os resultados obtidos mostraram que a concentração de radicais livres aumenta com a temperatura de torração, que o oxigênio neste caso não exerce muita influência. Quanto à umidade, resultados interessantes foram obtidos, quais sejam: a umidade abaixo de 5% favorece o aparecimento de radicais livres, o que acelera muito o processo oxidativo, de acordo com a curva de estabilidade dos alimentos proposta por LABUZA et al. (2001). Os radicais livres aumentaram também com a umidade acima de 5% até 40 horas, porém com baixa taxa de formação quando comparada às amostras com menor teor de umidade, diminuindo consideravelmente após este tempo. Avaliando os resultados para o café a 5%, verifica-se que a umidade favoreceu a formação de radicais livres até 30 horas de estocagem, apresentando tendência a se manter constante após este tempo, com pouca oscilação.

BAESSO et al. (1990) utilizaram a técnica de ressonância de elétrons (ESP), para monitorar a presença de radicais livres no café torrado e moído e no café em grão ao longo da estocagem, entre 30 a 156 dias, sendo também determinada a acidez ao longo do tempo. Os radicais livres diminuem e a acidez apresentou um ligeiro aumento com a estocagem. Este fato deve-se aos rearranjos e formação de novos

compostos e também devido à ação dos agentes antioxidantes, compostos heterocíclicos naturais do café derivados da reação de Maillard.

Na reação de oxidação, os peróxidos são os primeiros produtos formados. Do ponto de vista sensorial os peróxidos não são importantes e sim os produtos oriundos de sua decomposição ou formação, tais como aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos (ARAÚJO, 1995).

Inicialmente há uma elevação na concentração de peróxidos que, em determinado momento se reduz devido à fraca estabilidade deste radical. Por outro lado, a concentração de aldeídos, apesar de aumentar mais lentamente, não se reduz, atingindo níveis elevados ao final do processo de oxidação, ocasionando então forte redução no sabor e aroma característicos dos produtos alimentícios (ARAÚJO, 1995).

NICOLI et al. (1993) avaliaram o envelhecimento do café torrado e moído por meio do monitoramento de voláteis e pelo grau de oxidação através da determinação do índice de peróxido, comparando o café estocado nas condições ambientes com ar e a vácuo. Foi observado que a presença do ar exerceu uma forte influência na oxidação do café, atingindo níveis de peróxido de 400meq/kg aos 250 dias de estocagem a 25 °C.

Os compostos pirazinas são produtos da reação de Strecker, (reação de grupo carbonila com aminoácido, formando aminocetonas que, por condensação formam as pirazinas. As pirazinas conferem ao café sabor e aroma amargo-adocicados, podendo passar a sabor de castanha, tostado ou queimado quando substituído por grupos metilas, formando 2,5 dimetil pirazina ou 2-metil metil pirazina. O álcool furfurílico é um produto da reação de Maillard, encontrado em maior concentração entre os compostos voláteis do café, conferindo sabor de tostado e apresenta uma importante função de antioxidante principalmente para o hexanal (HO; HWANG; ZHANG, 1993); (YANAGIMOTO et al., 2002).

O hexanal é um aldeído alifático de 6 carbonos, resultante de reação de oxidação de lipídeos, que para o café, a oxidação é do ácido linoléico, ácido graxo

predominante. De acordo com ARAÚJO (1995) o hexanal é formado a partir da oxidação do ácido linoléico pela ação de enzimas liases, calor ou metais conforme HUYNH-BA (2001). O hexanal, embora possa estar relacionado a aromas desagradáveis, no café, confere o aroma frutal e está bem relacionado com a perda de frescor do café (SANZ et al., 2001).

A  $\beta$ -damascenona ( $C_{13}H_{18}O$ ) confere ao café sabor frutal, de mel e de chá. Está presente no café arábica e no robusta. É considerada substância de grande impacto ao aroma do café. Apresenta baixa concentração em relação aos outros voláteis, entretanto possui um *threshold* em água de  $0,00075\mu\text{g/L}$ , extremamente baixo, quando comparado a compostos-chaves do aroma do café, tais como o metanotiol ( $0,2\mu\text{g/L}$ ), propanal ( $10\mu\text{g/l}$ ), guaiacol ( $2,5\mu\text{g/L}$ ) (SCHENKER et al., 2001; MOREIRA; TRUGO, 2000; GROSCH, 1995).

O guaiacol (2-metóxi-fenol ou metil catecol), pertencente à classe dos fenóis, é encontrado em baixas concentrações no aroma do café. Este é encontrado tanto no café arábica, quanto no robusta, porém é neste último a maior concentração. O guaiacol pode transferir sabor medicinal, de fumaça, fenólico ou de condimento (MOREIRA; TRUGO, 2000).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Material**

#### **2.1.1 Características físicas do café torrado e moído**

O estudo foi realizado com café torrado e moído tipo exportação, fabricado em 18/04/02 e validade até 17/02/03 de marca comercial, grau de torra médio (Disco Agron 55), grau de moagem fina com maior retenção na peneira 40 (63%), 1,9% de umidade B.U , 0,24 de atividade de água ( $A_w$ ).

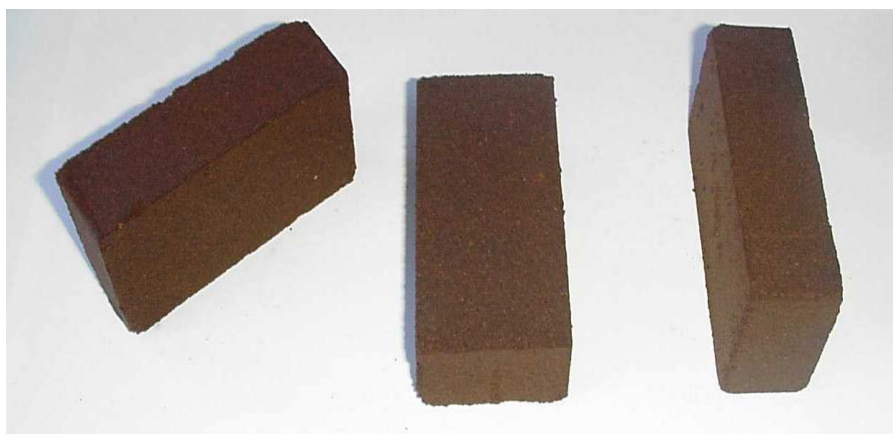
### 2.1.2 Características do material de embalagem

O material utilizado era constituído de papel com gramatura de  $24,3\text{g/m}^2$ , laminado com alumínio ( $47,0\text{g/m}^2$ ) com gramatura total de  $71,3\text{g/m}^2$  e espessura de  $13\mu\text{m}$  para o papel e  $56\mu\text{m}$  para o alumínio, com a espessura total de  $69\mu\text{m}$ .

### 2.1.3 Preparação dos blocos para a avaliação sensorial, teste de aceitabilidade e acompanhamento dos compostos voláteis.

Os blocos contendo 50 gramas de café foram prensados com 9 toneladas em prensa hidráulica marca SIWA 40t 5867-DA-12 (Manômetro Famabras 0-40 pol.1t), conforme apresentado na Figura 5.

Após a prensagem, os blocos foram acondicionados em embalagem laminada. Os blocos de café foram colocados em cartuchos com gramatura de  $145,5\text{g/m}^2$  com seis unidades que foram distribuídos de acordo com o ensaio realizado, conforme Figura 6. Para o estudo de vida-de-prateleira, o café foi estocado durante 45 dias a  $25^\circ\text{C}$  e 65% de UR.



**FIGURA 5.** Blocos de café obtidos por prensagem.



**FIGURA 6.** Apresentação do protótipo da embalagem com os blocos de café prensados.

## **2.2 Avaliação sensorial**

As amostras recém processadas e a amostra considerada inaceitável para o consumo no estudo de vida-de-prateleira foram avaliadas, por meio de sensorial descritiva quantitativa. Utilizou-se uma equipe selecionada e treinada para café, composta de sete julgadores, fazendo uso de escala não-estruturada de 0 a 10cm para avaliação da fragrância do pó, aroma da bebida, sabor característico, sabor oxidado, grau de diferença e perda de qualidade, conforme modelo de ficha apresentada no Anexo 5.1.

A análise foi realizada individualmente em cabines com iluminação vermelha e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five versão 4.2 para coleta dos dados, sendo a amostra apresentada com código de três dígitos aleatórios e de forma monádica.

A bebida foi preparada em infusão com o uso de filtro de papel, usando-se a proporção de 100g de pó de café para 1,0L de água mineral a 92°C, a partir das amostras recebidas e codificadas. Considerou-se 3,5 como nota limite para a aceitabilidade do café de acordo com a Resolução SAA –37. Os dados relativos

às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação das médias do café (recém processado e café inaceitável).

### 2.3 Teste de consumidor em laboratório

Foram recrutados 30 consumidores de bebida de café, sendo 21 mulheres e 9 homens, para avaliar o produto considerado inaceitável para consumo pelo estudo de vida-de-prateleira e o produto recém processado, quanto ao frescor por meio de escala de categoria de 5 pontos (5 = muito fresco, 4 = fresco, 3 = pouco fresco, 2 = velho e 1 = muito velho) solicitando também aos provadores que respondessem quanto à intenção de compra ou não da bebida de café conforme ficha descrita abaixo. As amostras do café recém-processadas e a estocada durante 45 dias à temperatura de 25°C, foram avaliadas de forma monádica seqüencial, segundo um delineamento de blocos completos casualizados, apresentados com códigos de três dígitos aleatórios. Os testes foram conduzidos em cabines individuais iluminadas com lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five 4.2 para a coleta e a análise dos dados. O teste foi realizado com base no estudo realizado por SANZ et al., 2001.

#### Ficha para avaliação de frescor de café torrado e moído e intenção de compra.

|   |              |
|---|--------------|
| Como você avalia o frescor da amostra em comparação com a amostra referência? |              |
|   | Muito fresco |
|   | Fresco       |
|   | Pouco fresco |
|   | Velho        |
|   | Muito velho  |
| Você compraria o produto?   | Sim .....    |
|   | Não.....     |

## **2.4 Monitoramento de voláteis do aroma do café**

O café estocado, e retirado a cada 15 dias, foi avaliado quanto à perda de alguns componentes voláteis considerados chaves do aroma do café, por meio de cromatografia gasosa. Monitoraram-se os seguintes compostos aromáticos: 2-metil pirazina, 2,5 dimetil pirazina, álcool furfurílico, hexanal, guaicol, betadamasena e diacetil. Utilizou-se cromatógrafo Varian modelo 3900, com injetor split-split-less, o detector de ionização de chama (FID), coluna HP WAX (polar) de 30m x 0,25mm x 0,25µm de filme. Para a extração dos voláteis empregou-se a técnica de MEFS (microextração de fase sólida), utilizando a fibra de polidimetilssiloxano (Carboxen<sup>TM</sup>/PDMS) stableflex. de 85µm, apropriada para gases ou produtos de baixa massa molecular, com características bipolar.

Utilizaram-se as condições indicadas e padronizadas pelo fabricante SUPELCO para café torrado e moído, quais sejam:

Para a extração dos aromas a fibra foi exposta 30min a 65°C. O processo de dessorção no injetor foi realizado a 270°C por 5 minutos. A programação da temperatura do forno da coluna foi de 40°C até 230°C a 4°C/min.

### **2.4.1 Determinação do tempo de retenção para cada composto volátil**

Utilizaram-se padrões cromatográficos de compostos voláteis com a especificação descrita na Tabela 1.

A fibra uma vez introduzida no frasco de 10ml, contendo o padrão cromatográfico, foi mantida durante 10 minutos a 65°C, sendo em seguida submetida a dessorção no injetor do cromatógrafo na temperatura de 270°C, durante 5min. A amostra de café foi colocada, em frasco de vidro de 10ml, contendo 1,000g de café para a confirmação dos aromas. Após a confirmação dos aromas no café, a amostra foi fortificada com os padrões para comprovar o aumento dos picos e nova confirmação da presença dos compostos no café. Foram analisadas as amostras de café recém-fabricadas, sem prensar, e as submetidas à prensagem referentes ao tempo zero, 15, 30, 45 dias, estocadas a 25°C.

**TABELA 1.** Padrões cromatográficos de compostos voláteis do aroma do café.

| Composto             | Pureza (%) | Massa molecular | Marca                     | Lote             | Ponto de ebulição (°C) | Densidade d (g/ml) ( $\eta^{20}_D$ ) |
|----------------------|------------|-----------------|---------------------------|------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 2, metil pirazina    | 99         | 94,12           | Aldrich                   | 12713JF          | 135                    | 1,030 (1,505)                        |
| 2,5 dimetilpirazina  | 98         | 108,14          | Aldrich                   | 03409LR          | 155                    | 0,99 (1,501)                         |
| Furfuril álcool      | 99         | 98,10           | Aldrich                   | 05704PU          | 170 °C                 | 1,135 (1,486)                        |
| 2-metil furano       | 99         | 82,10           | Aldrich                   | 11429LW          | 63-66 °C               | (1,433)                              |
| $\beta$ -damascenona | PA         | 192,30          | Aldrich                   | -                | 140                    | 0,946 (1,520)                        |
| Hexanal              | 98         | 100,16          | Avocado Research Chemical | C4189/B          | 130-131                | 0,818 (1,407)                        |
| Guaiacol             | 98         | 124,14          | Fluka                     | 41052/1<br>12601 | 205 °                  | 1,12 (1,545)                         |

## 2.4.2 Determinação do grau de oxidação

### 2.4.2.1 Extração do óleo

O óleo foi extraído de 5g de café torrado e moído com 90ml de hexano/isopropanol na proporção 3:2 de acordo com HUYNH-BA-, COURTET; FUMEAU (2001).

O tempo otimizado para a extração do óleo foi de 30 minutos com a extração de 1,04g de óleo. Após a extração, a solução de óleo com a mistura de solventes foi filtrada em pré-filtro de fibra de vidro para retirada das partículas sólidas. Após a filtração, procedeu-se a extração dos solventes em *rotavapor* por 45 °C/25polHg, e em seguida transferido para pesa filtros, para eliminar o residual de solvente, utilizando um fluxo de nitrogênio. Após esta etapa o óleo foi armazenado sob congelamento, para a determinação do grau de oxidação pelo método iodométrico modificado.



#### **2.4.2.2 Determinação do grau de oxidação**

O grau de oxidação foi determinado para o café novo e para o café recém-prensado para os tempos de estocagem de inicial (zero), 15, 30 e 45 dias. A determinação foi realizada utilizando-se a técnica iodométrica/Tiosulfato de sódio 0,01N, com 5,0g de amostra AOAC (1995), modificada. Tendo em vista que o óleo de café é castanho escuro e se confunde com a cor do iodo na titulação, utilizou-se 100mg de amostra, diminuindo a interferência da cor devido à diluição. A determinação foi acompanhada por medida de potencial uma vez que a visualização do ponto de viragem da titulação do café poderia ser dificultado pela cor escura do óleo do café. Registrou-se o potencial no início e no fim da medida, determinando o volume de tiosulfato necessário para descolorir o composto azul formado entre o amido e o íon Triodeto ( $I_3^-$ ) para iodeto  $I^-$  (incolor). (HARA, TOTANI, 1988).

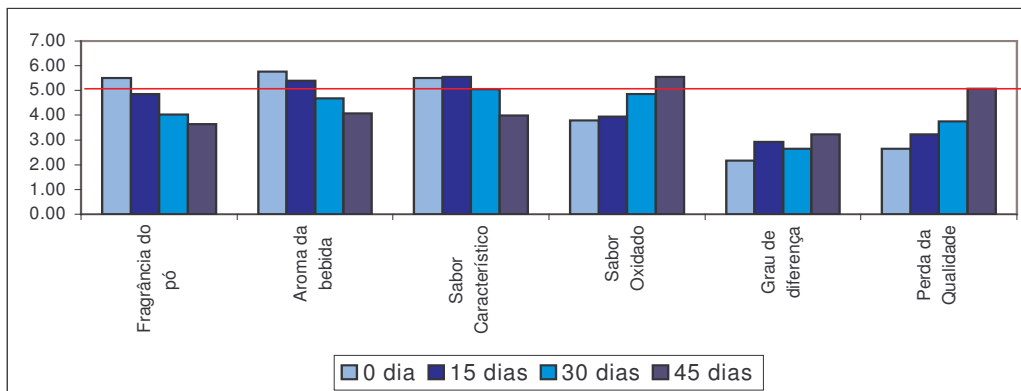
#### **2.4.2 Análise estatística**

Os dados obtidos da avaliação sensorial e da determinação dos voláteis foram avaliados estatisticamente, utilizando o modelo de regressão linear com intervalo de confiança de 95% (HOFFMANN; VIEIRA, 1977).

### **3 RESULTADOS**

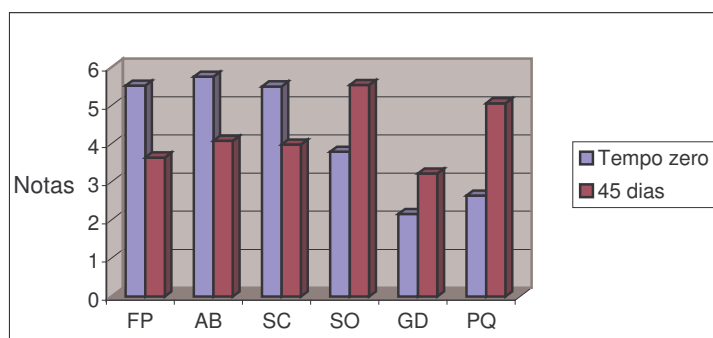
#### **3.1 Ensaio para avaliação do grau de frescor do café**

O café torrado foi considerado oxidado, velho e pouco fresco, após 45 dias de estocagem armazenado a 25°C, sendo os resultados apresentados na Figura 7.



**FIGURA 7.** Resultado do teste sensorial do café durante 45 dias de estocagem.

A Figura 8 apresenta os dados comparativos entre a classificação do café avaliado inicialmente comparado à qualidade do mesmo estocado a 45 °C.

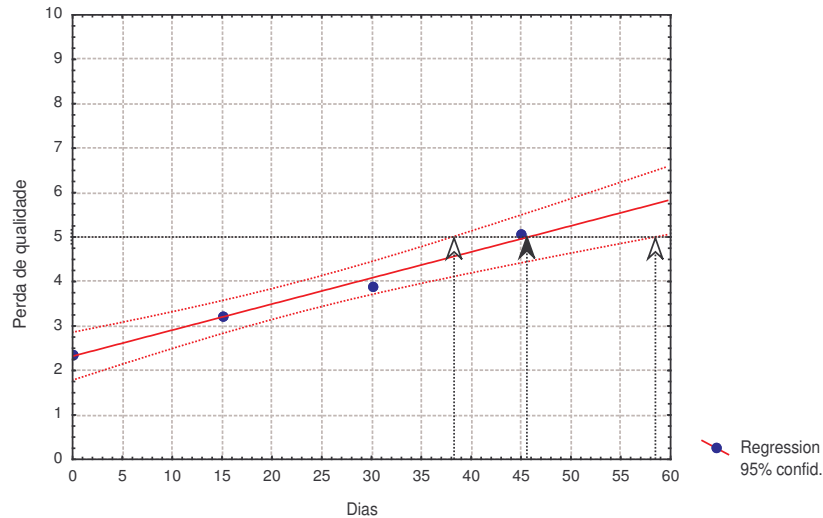


**FIGURA 8.** Avaliação comparativa dos atributos sensoriais do café, fragrância do pó (FP), aroma da bebida (AB), sabor característico (SC), sabor oxidado (SO), grau de diferença (GD) e perda de qualidade (PQ) avaliado para o tempo zero e para 45 dias de estocagem.

Avaliando os dados da Figura 8, e calculando as alterações nos atributos sensoriais, obteve-se uma queda de 34,1% para a fragrância do pó, 29,2% para o aroma da bebida, 27,6 % para o sabor característico da bebida e acréscimo de 46,2% para o sabor oxidado, 49,1% para o grau de diferença e 91,7% de perda de qualidade.

### 3.1.1 Análise de regressão

A Figura 9 mostra a curva de regressão para a perda da qualidade do café prensado em relação ao tempo de estocagem a 25°C.



$$\text{Perda da qualidade} = 2,321 + 0,058\text{tempo (dias)} \quad R^2 = 0,989 \quad (p < 0,0053)$$

**FIGURA 9.** Curva de regressão da perda da qualidade do café ao longo da estocagem.

Com base na curva de regressão, o café prensado apresentou vida-de-prateleira no máximo 58 dias, tempo médio 45 dias e como mínimo 38 dias quando estocado na temperatura de 25°C.

### 3.2 Teste de consumidor em laboratório

O teste de consumidor foi realizado em laboratório com o objetivo de verificar se a amostra rejeitada pela equipe de provadores treinados, seria rejeitada também por uma equipe não treinada.

O consumidor avaliou a amostra recém processada e a amostra considerada inaceitável após a estocagem, pela equipe de provadores de acordo com a ficha para avaliação do café torrado e moído, avaliando também o grau de frescor da amostra e a intenção de compra. Calculou-se o percentual de provadores que

consideraram o café fresco, pouco fresco e velho, bem como a intenção de compra, comparando com uma amostra referência. Os resultados estão dispostos na Tabela 2.

**TABELA 2.** Avaliação da bebida e classificação do café torrado e moído quanto ao grau de frescor e intenção de compra.

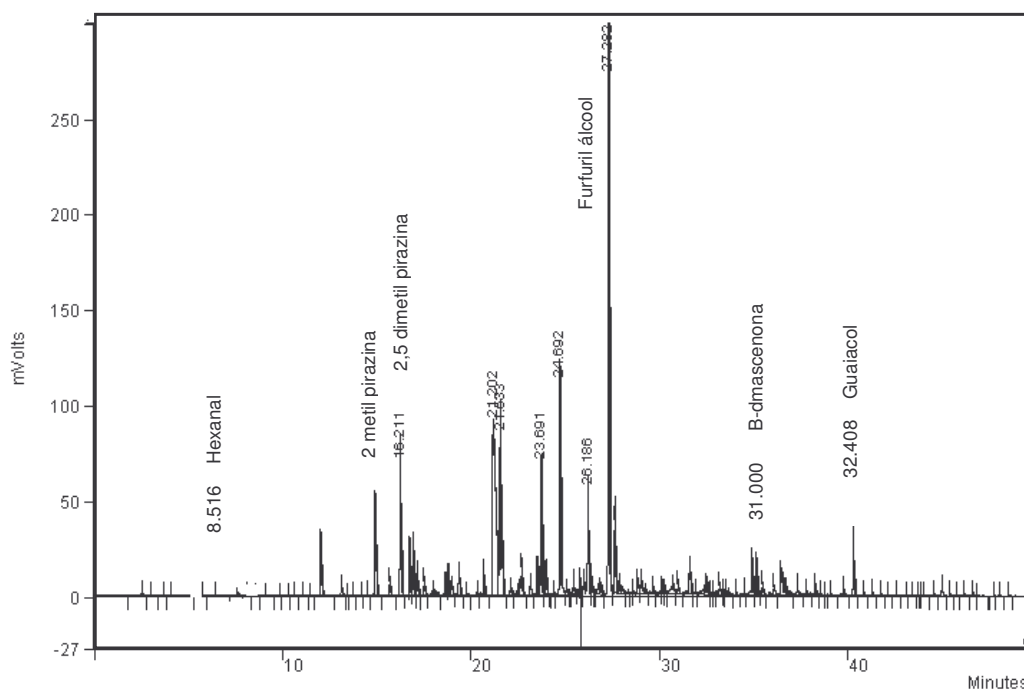
| Amostra           | Nota sensorial<br>Média ± dp | Classificação do café |                  |           | Intenção de compra |                   |
|-------------------|------------------------------|-----------------------|------------------|-----------|--------------------|-------------------|
|                   |                              | Fresco (%)            | Pouco fresco (%) | Velho (%) | Compraria (%)      | Não compraria (%) |
| Referência        | 3,5 ± 1,0 <sup>a</sup>       | 66,7                  | 10               | 23,3      | 70                 | 30                |
| 45 dias/25°C      | 2,6 ± 0,9 <sup>b</sup>       | 10                    | 50               | 40        | 30                 | 70                |
| Dms (Tuckey a 5%) | 0,45                         |                       |                  |           |                    |                   |

Verifica-se pelos resultados da Tabela 2 que a amostra referência apresentou diferença significativa entre a amostra inaceitável (45 dias de estocagem a 25°C). Na classificação do café pelos consumidores 66,7% consideram a amostra referência como amostra fresca, 10% como pouco fresca e 23,3% como amostra velha. Quanto à intenção de compra da amostra referência 70% dos consumidores comprariam o produto e 30% não comprariam. Quanto à avaliação sensorial a amostra referência recebeu nota 3,5±1,0, sendo considerada fresca a pouco fresca e a amostra de café estocada durante 45 dias/25°C classificada como velha e pouco fresca foi avaliada com a nota 26±0,9, consideradas diferentes significativamente ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey com 45 dias de estocagem. A Tabela 2 mostra os resultados da avaliação do grau de frescor, a distribuição percentual e a intenção de compra dos produtos.

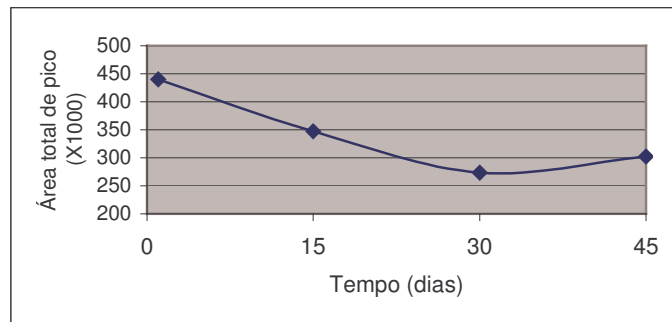
### 3.3 Monitoramento dos compostos voláteis

#### 3.3.1 Tempo de retenção dos padrões e determinação dos compostos voláteis no café ao longo da estocagem.

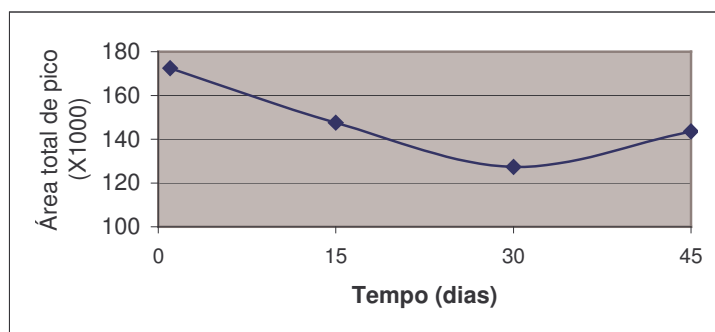
Determinou-se o tempo de retenção para os padrões 2,metil pirazina, 2,5 dimetil pirazina, furfuralcool, betadamascenona, guaiacol e hexanal, sendo confirmada a presença dos mesmos na amostras de café. A Figura 10 mostra o cromatograma com o tempo de retenção dos compostos avaliados para a amostra no tempo zero, e as Figuras de 11 a 15 mostram a área total dos picos obtida para cada composto aromático do café monitorado para cada época de estocagem na temperatura de 25°C, para os compostos voláteis 2-metil pirazina, 2,5 dimetilpirazina, furfuralcool, beta damascenona e guaiacol e hexanal.



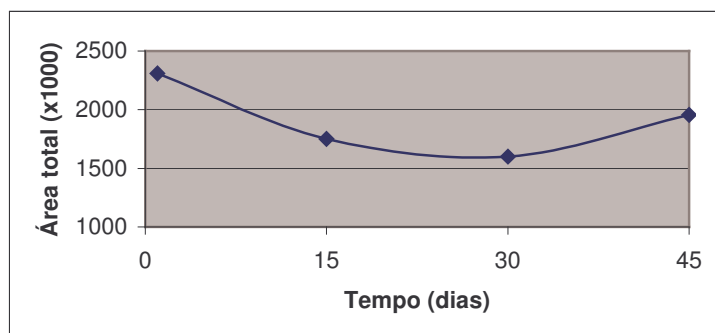
**FIGURA 10.** Cromatograma dos voláteis determinados no espaço livre do café torrado e moído, com o respectivo tempo de retenção.



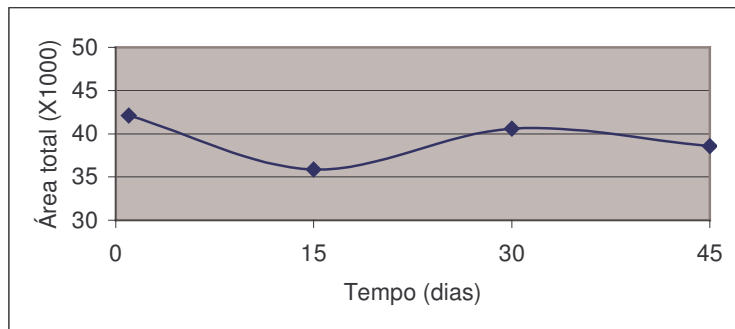
**FIGURA 11.** Área total de pico para o composto 2-metil pirazina, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C



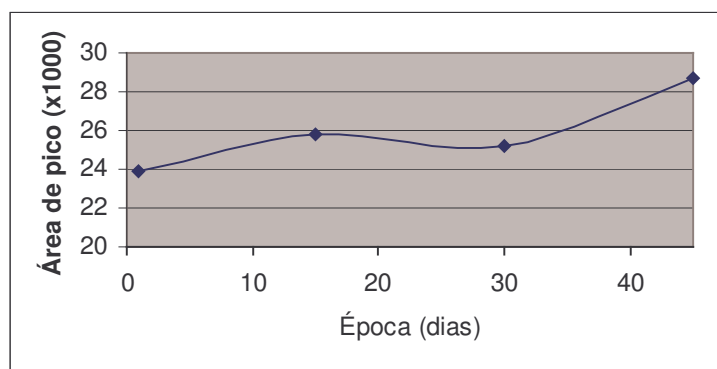
**FIGURA 12.** Área total de pico para o composto 2,5 dimetil pirazina, obtido no café torrado e moído ao longo do 45 dias de estocagem a 25 °C.



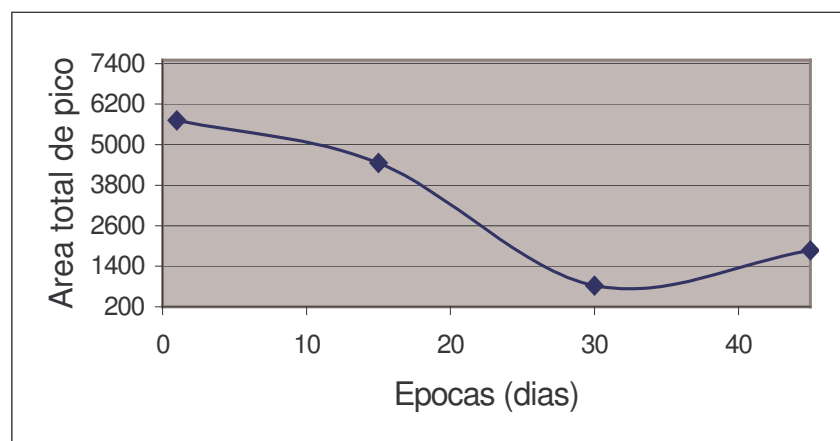
**FIGURA 13.** Área total de pico para o composto álcool furfurílico, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C.



**FIGURA 14.** Área total de pico para o composto betadamasconona, obtido no café torrado e moído ao longo de 45 dias de estocagem a 25 °C.



**FIGURA 15.** Área total de pico para o composto guaiacol, obtido no café torrado e moído ao longo do 45 dias de estocagem a 25 °C.



**FIGURA 16.** Área total de pico para o composto hexanal.

Verifica-se pelas Figuras de 11 a 15 que de modo geral, os aromas apresentaram uma redução bem acentuada nos primeiros trinta dias de estocagem, com

exceção da  $\beta$ -damascenona que apresentou a queda maior apenas nos primeiros 15 dias, oscilando até 45 dias de estocagem.

Conforme já apresentado, o composto  $\beta$ -damascenona tem um *threshold* muito baixo, ou seja, é percebido em mínimas concentrações (0,00075mg/L) e peso molecular elevado em relação aos outros aromas, o que pode ser um fator que contribui para o comportamento percebido.

Verificou-se também que o composto guaicol, composto do grupo fenólico, apresentou tendência em aumentar a concentração ao longo da estocagem.

MOREIRA; TRUGO (2000) citam que a principal via de formação de compostos fenólicos parece ser a degradação de ácidos fenólicos voláteis ou ácidos clorogênicos (ácido p-cumárico, ferúlico, caféico e quínico), durante a torração do café. A presença de compostos fenólicos confere ao café aroma de matéria queimada, de especiarias, de cravo e de fumo e também sabor amargo e adstringência. Embora o composto guaiacol se encontre no café após a torração, ou seja, café fresco, outros compostos fenólicos podem também ser formados ao longo da estocagem, como por exemplo a oxidação do vinil guaiacol, alterando o aroma e o sabor da bebida, tornando o café envelhecido, com aroma de fumo (CLARKEE; MACRAE, 1989).

De modo geral os resultados deste estudo são coerentes com aqueles obtidos por SANZ; PASCUAL; ZAPELENA (2001), que após determinar os aromas do café ao longo da estocagem por 15 meses, verificou também que a perda de frescor do café foi mais acentuada no primeiro mês de estocagem, enfatizando que as maiores mudanças dos voláteis de menor peso molecular ocorrem nas primeiras 3 semanas.

### **3.4 Determinação do grau de oxidação**

Verifica-se pela Tabela 3 o aumento do nível de oxidação do óleo extraído do café ao longo do tempo de estocagem, em relação ao café novo sem prensar. Pode-se observar que o máximo para oxidação foi aos 30 dias de estocagem, tendendo a



estabilizar após este período, devido provavelmente à decomposição dos compostos peróxidos e hidroperóxidos.

Os resultados, porém, não podem ser considerados como valores absolutos, para caracterizar o índice de peróxido do óleo do café, mas somente apresentar a tendência da oxidação, tendo em vista que muitos fatores podem ter influenciado esta determinação (quantidade de amostra, proporção de reagente, oxidação de iodeto e alta sensibilidade do método).

**TABELA 3.** Nível de oxidação para o óleo de café determinado ao longo da estocagem.

| <b>Tempo (dias)</b> | <b>Nível de oxidação (%)</b> |
|---------------------|------------------------------|
| Inicial             | 75 ± 3                       |
| 15                  | 90 ± 10                      |
| 30                  | 92 ± 7                       |
| 45                  | 91 ± 4                       |

Como anteriormente explicado utilizou-se para a determinação do índice de peróxido a metodologia oficial A.O.A.C, modificada, com uma quantidade muito reduzida de amostra, para facilitar a visualização do ponto final de titulação, uma vez que a cor do óleo de café poderia interferir na titulação sendo da mesma cor do iodo. De acordo com HARA, TOTANI (1988) esta metodologia utilizada é 100 vezes mais sensível que a oficial AOAC – 965.33 (1997), pois um ml de solução de iodeto saturada foi considerado muito alto para a avaliação de amostra com nível de peróxido baixo (menores que 100 meq/kg), devido à oxidação do excesso do iodeto a iodo que é titulado por tiosulfato, considerado como volume no cálculo do índice de peróxido. No presente estudo, utilizou-se a solução iodeto de potássio saturada, o que pode ter influenciado no resultado da análise. Observa-se que poucos são os estudos que apresentam o índice de peróxido de óleo de café. NICOLI et al., 1993, apresenta no estudo sobre envelhecimento do café, a determinação do índice de peróxido do produto acondicionado a vácuo comparado

ao produto na condição normal ambiente. Neste estudo os autores apresentam valores para o índice de peróxido de no máximo 400meq/kg de óleo em torno de 220 dias de estocagem a 25°C, para o sistema acondicionado sob condições ambientes normais, com pouca variação para o índice de peróxido do produto sob vácuo, não expressando os resultados numericamente, apenas sob forma gráfica.

#### **4 CONCLUSÃO**

- Verificou-se por meio deste estudo a perda do frescor do café prensado, unitizado ao longo da estocagem, durante 45 dias, com base nos resultados da análise sensorial, com perda de fragrância do pó, redução do aroma da bebida, perda do sabor característico, aumento do sabor oxidado, aumento do grau de diferença entre a referência e perda da qualidade total.
- A equipe sensorial rejeitou o produto aos 45 dias, sendo comprovado pela equipe de consumidor ( não-treinado), demonstrando que não compraria o produto avaliado.
- A determinação dos voláteis empregando a técnica de microextração em fase sólida foi satisfatória, demonstrando ser de grande praticidade e com boa repetitividade.
- Detectou-se a perda de aromas ao longo da estocagem, demonstrando ser um indicativo pela perda da qualidade do café.
- Por intermédio da determinação do grau de oxidação pelo método iodométrico, verificou-se que o café apresentou oxidação crescente até 30 dias, tendendo à estabilização ou à ligeira redução aos 45 dias de estocagem.
- O tempo de vida útil encontrado foi bem satisfatório comparando com café acondicionado em embalagem do tipo almofada, apresentado na literatura de no máximo 10 a 20 dias.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos - teoria e prática**, Viçosa: Imprensa Universitária, . 1995. 333 p.

OFFICIAL METHODS ANALYSIS – AOAC. Method 965.33. Peroxide value of oils and fats, 1997.

BAESSO, M. L.; SILVA, E. C., VARGAS, H.; CORTEZ, F. G.; PELZL, J. Use of electron spin resonance for the determination of staling of roast coffee in polyethylene bag packs. **Zeitschrift fur Lebensmittel – Untersuchung Und-Forschung**, Berlin, v.191, p. 24-27, 1990.

BICCHI, C. P.; PANERO, O. M.; PELLEGRINO, G. M.; VANNI, A. C. Characterization of roasted coffee and coffee beverages by solid phase microextraction-gas chromatography and principal component analysis. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Minnesota, n. 45, p. 4680-4686, 1997.

CAPPUCIO, R.; FULL, G.; LONZARICH, O.; SAVONTTI. Staling of roast and ground coffee at different temperatures: Combining sensory and analysis. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 19., 2001, Trieste. **Anais**. Paris: ASIC, 2001.

CLARKE, R. J. Roasting and grinding. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee Technology**. London: Elsevier Science, 1989. v. 2, Cap. 4, p. 73-88.

GROSH, W. Instrumental and sensory analysis of coffee volatiles. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 16., 1995, Kyoto. **Anais**. Paris: ASIC, 1995. p. 147-155.

HAMILTON, R.J. The chemistry of rancidity in foods. In: ALLEN, J.C.; HAMILTON, R.J. **Rancidity in Foods**. 2. ed. London: Elsevier Applied Science, 1989, Cap. 1, p. 1-21.

HARA, S.; TOTANI, Y. A highly sensitive method for the micro-determination of lipid hydroperoxides by potentiometry. **Journal American Oil Chemistry Science**, Tokyo, v. 65, n.12, p.1948-1950, dez, 1988.

HERNÁNDEZ, L.C.; RODRIGUEZ, J.; ALBIS, E, FRITSCH, G. Influencia del modo de preparacion de muestras de café tostado colombiano sobre la concentracion de radicales libres determinado por el metodo E.S.R. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 6., BOGOTÁ. **Anais**. Paris: ASIC, 2003. p. 163 –171.

HO, C. T. H.; HWANG, I.; YU, T.-H, ZHANG, J. An overview of the Maillard reactions related to aroma generation in coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 15., Montpellier, **Anais**. Paris: ASIC, 1993. p. 519- 527.

HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução a econometria**. São Paulo: Hucitec – USP, 1977, 339 p.

HUYNH-BA. T; COURTET-COMPONDU, R; FUMEAUX, R. Early lipid oxidation in roast and ground coffee. COLLOQUE SCIENTIFIC INTERNATIONAL SUR CAFÈ. 19., 2001, Trieste. **Anais**: Paris: ASIC, 2001.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Descriptive profiling of brewed coffees from twelve different origins. Technical Unit – Quality Series. n.4., March, 1991. 31p. **Report**

KALLIO, H.; LEINO, M.; KOULLIAS, K.; KALLIO, S.; KAITARANTA, J. Headspace of ground coffee as indicator of storage time. **Food Chemistry**, London, v. 36, p. 135-148, 1990.

LABUZA, T. P.; CARDELLI, C.; ANDERSON, E.; SHIMONI, E. Physical Chemistry, Roasted and Ground Coffee: Shelf life improvement for flexible packaging. In: International Science Colloquium, 19, 2001, Trieste. **Anais...** Trieste: ASIC.

LOCKHART, E. E. Chemistry of coffee. New York: **Coffee Brewing Institute**, Inc., 1957. p. 1-15.

NICOLI, M. C.; INNOCENTE, N.; PITTIA, P.; LERICI, C. R. Staling of roasted coffee: volatile release and oxidation reactions during storage. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 15., 1993, Montpellier: **Anais**. Paris: ASIC, 1993. p. 557-566.

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

QUINTEIRO, L. M. C.; NOBRE, A. L. R.; FERREIRA, A. B. B.; GODOY, R. . O.; CASTRO, I. M. Microextração em fase sólida: Fundamentos e aplicações em análises de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.21, n.1, p.1-30, 2003.

SANZ, C.; PASCUAL, L.; ZAPELENA, M.J.; CID, M.C. A new “aroma index to determine the aroma quality of a blend of roasted coffee beans. COLLOQUE SCIENTIFIC INTERNATIONAL SUR CAFÈ. 19., 2001, Trieste. **Anais**: Paris: ASIC, 2001.

SHIRLEY, R. E, SIDISKY, L. M. **Analysis of flavors and off-flavors in food and beverages using SPME.** Disponível <[http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco\\_Home/Datanotes.html](http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco_Home/Datanotes.html)>. Acesso em: 8 jul.2004.

SARRAZIN, C.; LE QUERE, J-L.; GRETSCH, C, LIARDON, R. Representative of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods. **Food Chemistry**, London, v.70, p.99-106, july, 2000.

SCHENKER, S.; HEINEMANN, C.; HUBER, M.; POMPIZZI, R.; PERREN.; ESCHER, F. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE DU CAFÉ, 19., Trieste, 2001. **Anais**. Paris. ASIC, 2001.

SHIRLEY, R. E, SIDISKY, L. M. Analysis of flavors and off-flavors in food and beverages using SPME. Disponível <[http:// www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco\\_Home/Datanotes.html](http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Supelco_Home/Datanotes.html)>. Acesso em: 28/07/04).

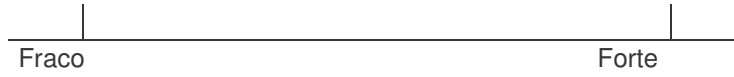
SIDEL, J. L. **Establishing a Sensory Specification.** In: THOMSON, D. M. H. Food Acceptability. Essex L: Elsevier Science Publishers Ltda, 1988, cap.4, p. 43 – 53).

YANAGIMOTO, K.; LEE, K-G.; OCHI, H.; SHIBAMOTO, T. Antioxidative activity of heterocyclic compounds found in coffee volatiles produced by Maillard reaction. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, p. 5480-5484, 2002.

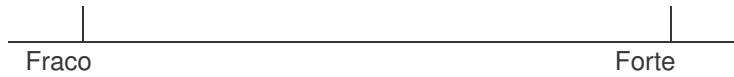
## ANEXO 5.1

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

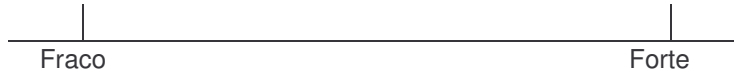
1. Fragrância do pó



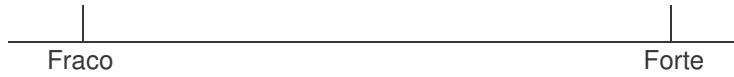
2. Aroma da bebida



3. Sabor característico



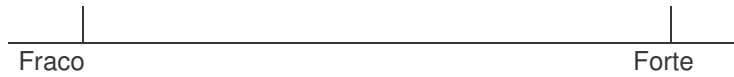
4. Sabor oxidado



5. Grau de diferença



6. Perda da qualidade



## **CAPÍTULO 6**

### **TESTE DE USO DOMÉSTICO DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO UNITIZADO OBTIDO POR Prensagem**

#### **RESUMO**

Foi realizado um teste de uso doméstico com 57 famílias, sendo distribuída uma unidade de 50g do café prensado para cada, acompanhada de dois questionários, sendo um para determinar o perfil do consumidor de acordo com o “Critério de Classificação Econômica Brasil” e outro para avaliação da aceitação do produto. Os resultados mostraram que a classe predominante foi a B2, representando 28% das famílias consultadas, em seguida as classes C com 24,5%, B1 com 16%, A2 com 14% e para as classes D e A1 um percentual acumulado de 8,8%. O café prensado unitizado em 50g apresentou grande aceitação pelas famílias sendo considerado uma boa alternativa para comercialização do café torrado e moído, levando em conta os aspectos de segurança, praticidade, qualidade e facilidade no preparo e intenção de compra.

#### **SUMMARY**

A domestic use test was carried out with 57 families, distributing one 50g unit of pressed coffee to each family, accompanied by two questionnaires, one being to determine the consumer profile according to the “Brazilian Criteria for Economic Classification” and the other to evaluate product acceptance. The results showed that class B2 predominated, representing 28% of the families consulted, followed by classes C with 24.5%, B1 with 16%, A2 with 14% and classes D and A1 with an accumulated percentage of 8.8%. The unitized pressed coffee in 50g portions was well accepted by the families, being considered a good alternative for the commercialization of ground roasted coffee, considering the aspects of safety, practicality, quality, ease of preparation and intention to buy.

## 1 INTRODUÇÃO

No desenvolvimento de um produto é recomendável a avaliação sensorial aplicando-se testes afetivos, com o objetivo de medir o grau com que consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto ou a preferência sobre um produto com relação a outro.

O teste de uso doméstico é uma das formas de se avaliar as condições reais de uso do produto, os possíveis problemas no preparo, conveniência da embalagem, atitude da família entre outras percepções em relação ao produto. Esses testes podem ser empregados no início, meio e fim do projeto para a manutenção do produto, melhoria/otimização de produto ou o próprio desenvolvimento do produto (GALVÃO, 2002).

A aplicação de testes de consumidor é de grande valia e uma grande oportunidade para a coleta de informações que servirão de encorajamento para o lançamento do produto ou mesmo para a melhor adequação deste antes do lançamento no comércio.

A pesquisa realizada pelo Grupo Gestor de Marketing do Ministério da Agricultura apresenta resultados sobre o consumo de café, o perfil dos consumidores e não consumidores, o tipo de embalagem mais comprada e entre outras informações, visando estimular o consumo, bem como descobrir novos nichos e oportunidades de lançamento de produtos no mercado (ABIC, 2005).

Neste estudo, o café prensado em 50g foi apresentado como uma forma alternativa de acondicionamento do café torrado e moído, para obtenção de pareceres quanto aos aspectos práticos, segurança e econômicos e intenção de compra.



## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Material**

#### **2.1.1 Características do café torrado e moído**

O estudo foi realizado com café torrado e moído tipo exportação fabricado em 18/04/02 e validade de 17/02/03, adquirido no mercado de Campinas, grau de torra médio (Disco Agrtron 55), grau de moagem média com maior retenção na peneira 40 (63%), 1,9% de umidade B.U, com atividade de água 0,24 Aw.

#### **2.1.2 Característica da embalagem**

O material utilizado era constituído de papel ( $24,3\text{g/m}^2$ ) laminado em alumínio ( $47,0\text{g/m}^2$ ) com gramatura total de  $71,3\text{g/m}^2$  (espessura de  $13\mu\text{m}$  para o papel e  $56\mu\text{m}$  para o alumínio), com a espessura total de  $69\mu\text{m}$ .

#### **2.1.3 Preparação dos blocos para a avaliação sensorial, desempenho físico-mecânico e para o teste de aceitabilidade.**

Os blocos de café contendo aproximadamente 50 gramas de café foram obtidos em prensa hidráulica marca SIWA 40t 5867-DA-12 (Manômetro Famabras 0-40 pol.1t) com 9 toneladas. Após a prensagem, os blocos foram acondicionados em embalagem laminada.

#### **2.1.4 Teste de uso doméstico**

Realizou-se um teste de uso doméstico com 57 famílias, escolhidas aleatoriamente, sendo distribuída uma porção de 50g do produto unitizado e prensado, acondicionado em material laminado e dentro de um cartucho de papel. Juntamente com as amostras foram também entregues dois questionários, sendo um para avaliar o perfil do consumidor e outro para avaliação do produto. Os questionários são apresentados a seguir (STONE, 1988).

**Questionário para a determinação do perfil do consumidor:**

Nome completo:

Telefone:

Endereço:

**PESQUISA SOBRE CAFÉ TORRADO E MOÍDO**

Muito obrigado por participar de nossa pesquisa. Por favor, responda o questionário abaixo.

Quais as faixas de idade dos consumidores de café de sua residência?

- ( ) menor que 20 anos                      ( ) entre 20 e 30  
( ) entre 30 e 40 anos                      ( ) maior que 40 anos

Quantas pessoas que moram na sua casa consomem café?

Qual a quantidade de café que você compra por mês?

\_\_\_\_\_

Qual o tipo de embalagem de café você prefere (almofada, a vácuo, papel)? Por que?

\_\_\_\_\_

Com que frequência você costuma consumir café?

- ( ) uma xícara de café por dia              ( ) duas xícaras de café por dia  
( ) três a quatro xícaras de café por dia

Outra: \_\_\_\_\_

Como é armazenado o café após a abertura da embalagem?

\_\_\_\_\_

7. Qual o nível de instrução do chefe de família?

- ( ) primário incompleto (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série do primeiro grau)  
( ) primário completo/ ginásio incompleto (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série do primeiro grau)  
( ) ginásio completo/ colegial incompleto (segundo grau)  
( ) colegial completo/ superior incompleto (curso universitário)  
( ) superior completo

8. Assinale os itens que você/ sua família possui:

| Itens de posse | Quantidade |   |   |   |   |           |
|----------------|------------|---|---|---|---|-----------|
| Televisão      | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Rádio          | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Banheiro       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Automóvel      | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |

|                        |   |   |   |   |   |           |
|------------------------|---|---|---|---|---|-----------|
| Empregada mensalista   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Geladeira 1 porta      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Geladeira 2 portas     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Freezer                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Videocassete           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Aspirador de pó        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |
| Máquina de lavar roupa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ou mais |

**Questionário para avaliação do café torrado e moído unitizado prensado**

**Nome:** \_\_\_\_\_

Avaliação do café torrado e moído em porções

Você está recebendo uma amostra de café torrado e moído em uma porção de 50 gramas para preparação de meio litro de café (500ml), que pode ser preparado em coador convencional ou cafeteira elétrica.

Por favor, avalie o produto como uma alternativa para café torrado e moído já existente no mercado em forma de almofada.

Prepare o café de acordo com o seu costume e dê sua opinião quanto ao produto respondendo as seguintes questões:

Avalie o produto em porções como uma alternativa para comercialização do café torrado e moído. Favor marcar a melhor opção.

- ( ) Gostei muito
- ( ) Gostei
- ( ) Gostei pouco
- ( ) Não gostei nem desgostei
- ( ) Desgostei pouco
- ( ) Desgostei
- ( ) Desgostei muito

Observação \_\_\_\_\_

Avalie o produto quanto ao aspecto de segurança em relação ao produto tradicional.

- ( ) Gostei muito
- ( ) Gostei
- ( ) Gostei pouco
- ( ) Não gostei nem desgostei
- ( ) Desgostei pouco

- Desgostei
- Desgostei muito

Observação\_\_\_\_\_

Avalie o produto quanto à praticidade.

- Gostei muito
- Gostei
- Gostei pouco
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei pouco
- Desgostei
- Desgostei muito

Observação\_\_\_\_\_

Avalie o produto quanto à facilidade de preparo.

- Gostei muito
- Gostei
- Gostei pouco
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei pouco
- Desgostei
- Desgostei muito

Observação\_\_\_\_\_

Avalie se o produto sendo comercializado em caixas contendo 6 unidades cada, seria boa opção para comercialização.

- Gostei muito
- Gostei
- Gostei pouco
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei pouco
- Desgostei
- Desgostei muito

Observação\_\_\_\_\_

Dê sua opinião, do café vendido em porções, como garantia de melhor qualidade em relação ao produto tradicional do mercado.

- Gostei muito
- Gostei
- Gostei pouco
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei pouco
- Desgostei
- Desgostei muito

Observação \_\_\_\_\_

Você compraria o produto, comparando com os produtos tradicionais do mercado?

- se fosse mais barato
- se fosse o mesmo preço
- mesmo se fosse mais caro

8. Comentários:

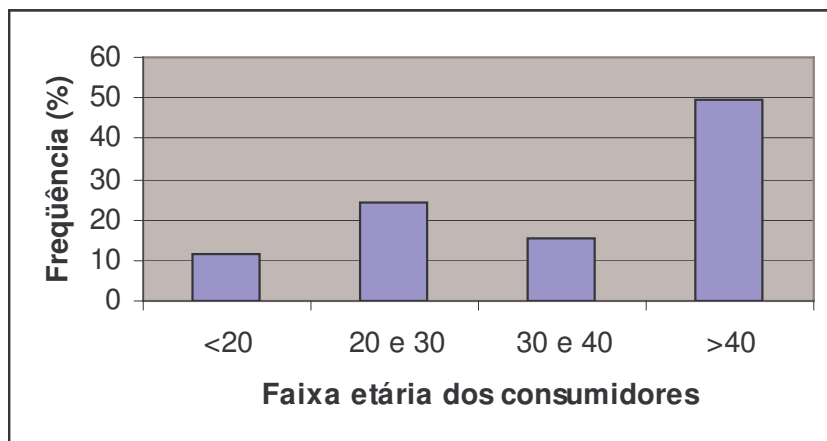
\_\_\_\_\_

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Teste de uso doméstico**

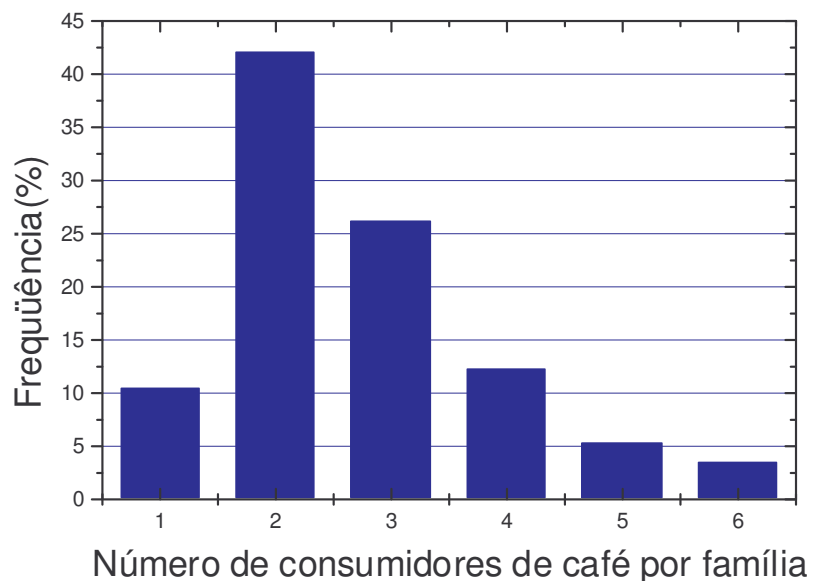
##### **3.1.1 Perfil do consumidor**

Os resultados do perfil do consumidor estão apresentados nas Figuras de 1 a 11, conforme descrito a seguir:



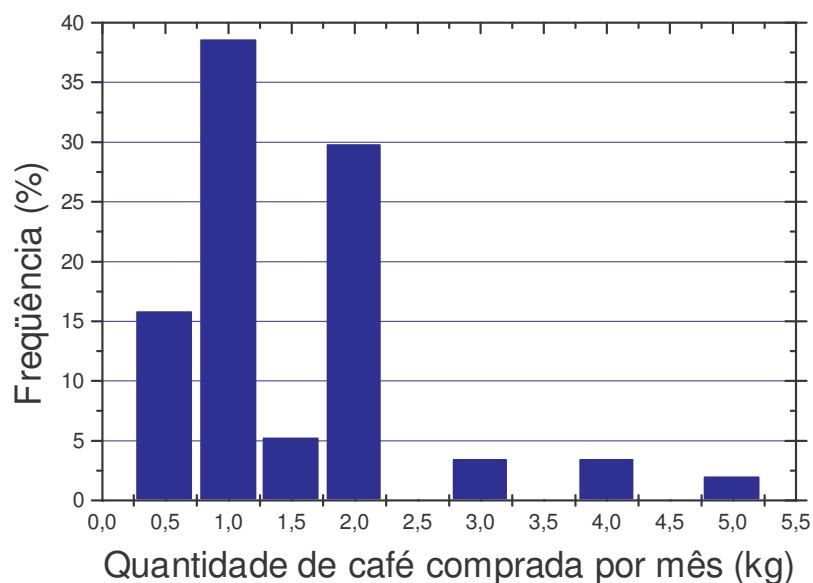
**FIGURA 1.** Histograma de frequência da faixa etária dos consumidores.

De acordo com a Figura 1, o número total de provadores de café foi de 79, em 57 famílias avaliadas. Os resultados mostram que a faixa etária predominante dos provadores está acima de 40 anos com 49,1% de incidência. Provadores de café entre 20 e 30 anos correspondem a 24%, entre 30 e 40 anos, 15,2% e abaixo de 20 anos 11,4%.



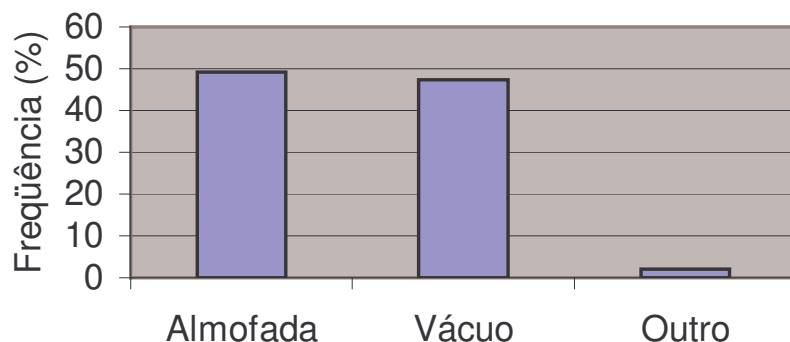
**FIGURA 2.** Histograma de frequência para o número de consumidores de café por família.

Os resultados mostraram que é baixo o número de consumidores de café nas residências pesquisadas, com um percentual de 10,5%, correspondente em média a 01 consumidor por família, 42,1% para 02 consumidores. Para 3 e 4 consumidores de café encontrou-se 26,3 e 12,3%, respectivamente e para 5 e 6 correspondente a 5,3 e 3,5%, para um total de 57 consumidores (Figura 2).



**FIGURA 3.** Histograma de freqüência para a quantidade de café comprada por mês.

De acordo com Figura 3 estimou-se uma compra de 89kg de café torrado e moído mês pelas 57 famílias, sendo que 9 famílias compram 0,5kg/mês, equivalente (15,8% do café comprado), 22 famílias compram 1,0kg/mês (38,6% de todo café comprado), 3 famílias compram 1,5kg/mês (5,3% de todo café comprado), 17 famílias compram 2,0Kg/mês (29,8% de todo café comprado) e 2 famílias compram 3, 4 e 5kg/mês (3,5%do total de todo café comprado).

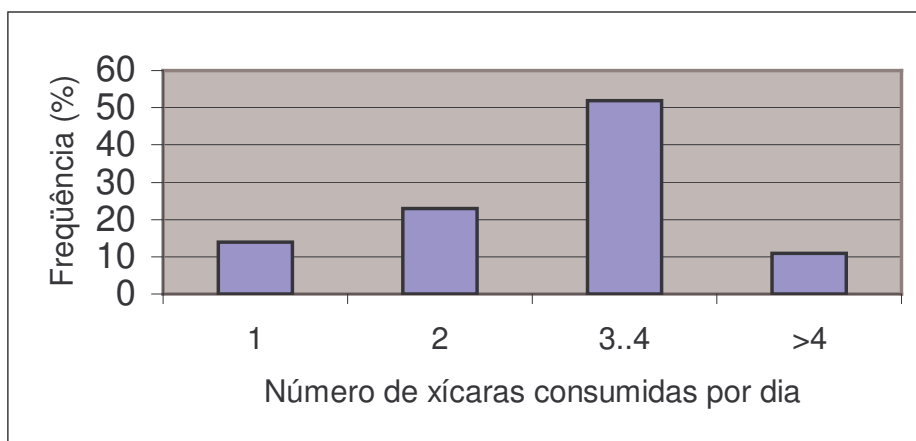


**FIGURA 4.** Histograma de frequência para o tipo de embalagem para café utilizado pelas famílias entrevistadas.

Verifica-se pelos resultados que a compra de café acondicionado em embalagens do tipo almofada é ligeiramente maior que o café acondicionado por embalagem a vácuo (Figura 4). Estes dados mostram uma tendência na mudança de hábitos para consumo de café de melhor qualidade, uma vez que o café com embalagem a vácuo tem um valor comercial maior, apresenta um sistema de proteção mais efetivo, maior vida útil, maior segurança quanto aos efeitos de agentes externos tais como o oxigênio, umidade, entre outros fatores extrínsecos que reduzem a vida útil do café. O café acondicionado pelo sistema almofada apresenta vida útil bem menor (30 a 60 dias) comparado ao sistema com embalagem a vácuo (9 - 18 meses) e permite a passagem de oxigênio e umidade entre outros fatores que reduzem a qualidade do café (CABRAL, 1982).

Nesta mesma pergunta foi solicitado ao consumidor para explicar a razão da preferência da embalagem na compra do café torrado e moído. Dentre as respostas, a mais significativa era o baixo custo do produto comparado à embalagem a vácuo e pelo costume de utilização. A preferência da embalagem de café a vácuo se deve ao fato da maior preservação, mais o café quanto ao aspecto, aroma e sabor, produzindo um café mais forte.





**FIGURA 5.** Histograma de frequência para os valores atribuídos ao consumo diário de café pelos consumidores.

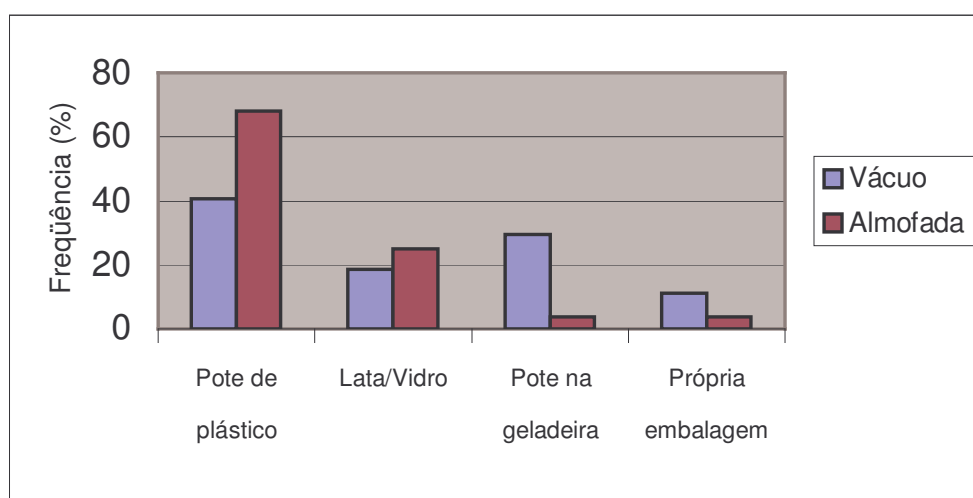
Verifica-se pelos resultados da Figura 5, que a grande maioria consome entre 3 e 4 xícaras de café, equivalente à resposta de 52% das famílias, 23% para o consumo de 2 xícaras, de 14% para apenas 1 xícara e 11% para mais que 4 xícaras. Os resultados obtidos pela pesquisa com as 57 famílias mostram que o consumo per capita de café pode estar dentro do limite recomendado, por consumo diário, considerando-se a xícara de 150ml. Uma xícara grande (150ml) de café tem em média 85mg de cafeína, deste modo a ingestão diária para os consumidores deste estudo é de 340mg de cafeína. Considerando que são adultos e em grande maioria acima de 40 anos com peso médio de 70 kg, a quantidade de cafeína consumida diariamente é em média de 4,6mg/kg, considerando o volume de uma xícara pequena/copinho de 50ml, o consumo diário é de 1,6mg/kg (ROBERTS, BARONE, 1983).

LIMA (2004) apresenta como limite máximo o consumo diário 500mg de cafeína ou 500ml de café, tomados em 4 doses individuais. Porém, o autor não apresenta dados sobre danos causados à saúde para o consumo acima do recomendado para pessoas saudáveis.

BARONE; ROBERTS (1996) apresentam dados de consumo de cafeína, ingerida através do café, de países como Estados Unidos, Dinamarca e Inglaterra. De acordo com os autores a média de consumo diário de cafeína ingerida pelos

americanos é de 2,30mg/kg, para os ingleses de 2,19mg/kg e na Dinamarca o consumo é de 8,1mg/kg.

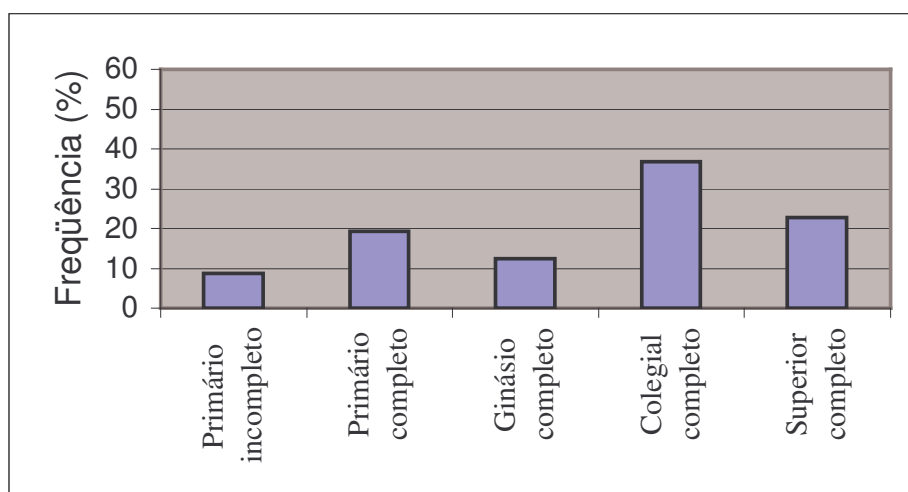
Deve-se enfatizar que de acordo com a literatura consultada, o teor recomendado de café (cafeína) depende da idade, peso, condição física, propensão à doenças, principalmente cardíacas, ou estado de saúde, principalmente para as mulheres gestantes.



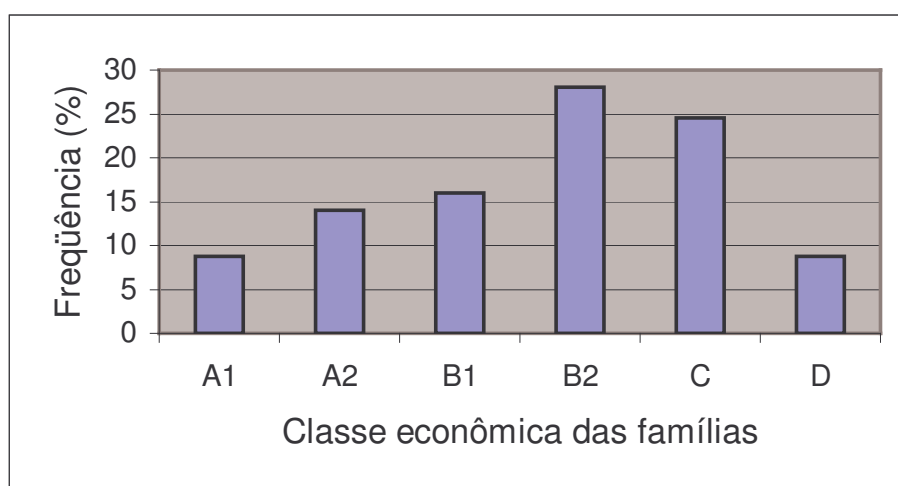
**FIGURA 6.** Histograma de frequência para o tipo de armazenagem do café após a abertura da embalagem.

Os resultados mostram que o café comprado com embalagens almofada ou a vácuo, Figura 6, apresentam diferentes modos de armazenamento após a abertura da embalagem. Para o café a vácuo, são utilizados potes plásticos equivalente a 40,7% das respostas, sendo o café mantido à temperatura ambiente. Potes de vidro e latas de alumínio também são utilizados, o que corresponde a 18,5%. Observou-se que o café também é mantido em geladeira após a abertura da embalagem e o café pode ser armazenado em pote de plástico (29,6%) ou na própria embalagem (11,1%). Para o café acondicionado em embalagem almofada uma situação diferente foi apresentada. Verificou-se que 68% do café fica armazenado em potes plásticos, 25,2% em latas, apenas 3,6% do café é mantido em geladeira em pote ou na própria embalagem. Este resultado

mostra que as famílias que consomem café torrado e moído acondicionado a vácuo, além de consumirem um café de melhor qualidade, ainda têm a preocupação de preservar mais o café, estocando-o em geladeira, o que não foi observado para as famílias que consomem o café torrado e moído em embalagem tipo almofada. As Figuras 7 e 8 apresentam os resultados da pesquisa do perfil da família quanto ao grau de instrução e classe econômica, respectivamente.



**FIGURA 7.** Histograma de frequência para o nível de instrução para o chefe de família.



**FIGURA 8.** Histograma de frequência para as classes econômicas das famílias entrevistadas.

A classificação das famílias por classe econômica (Figura 11) foi calculada de acordo com o número de pontos obtidos com base nos requisitos solicitados na pesquisa, utilizando a tabela apresentada no “Critério de Classificação Econômica Brasil, conforme SILVA (2003).

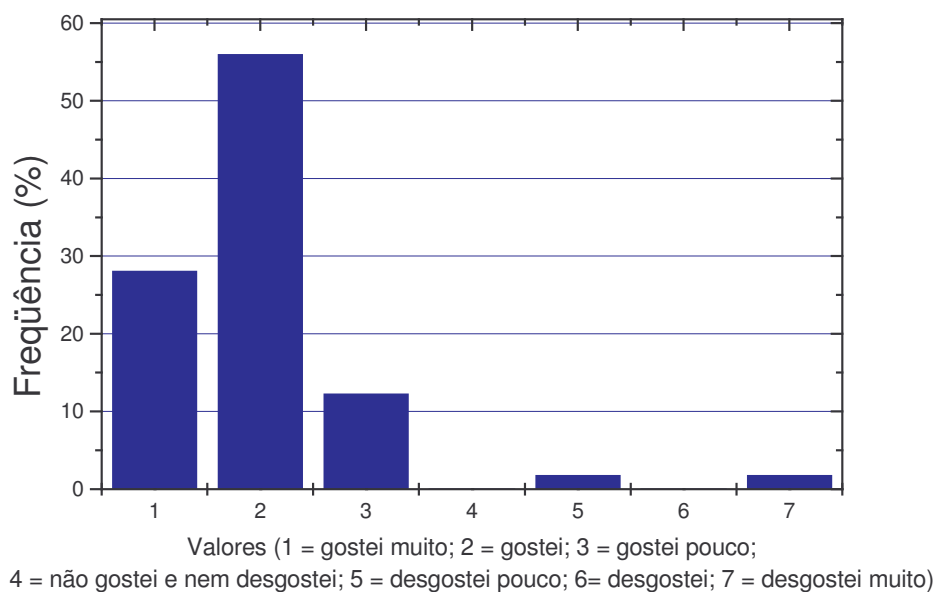
Verifica-se pelos resultados da Figura 11, que a classe predominante foi a classe B2, representando 28% das famílias consultadas, em seguida a classe C com 24,5%, classe B1 com 16%, classe A2 com 14% e classes D e A1 com 8,8 % das famílias entrevistadas.

De acordo com a SILVA, 2003, e os dados apresentados pela Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (ANEP), a classe A1 representa 1% das classes brasileiras, classe A2 corresponde a 5 %, classe B1 a 9%, classe B2 a 14%, classe C a 36%, D a 31% e classe E a 4%. As classes econômicas são classificadas de acordo com a renda familiar, estando assim distribuídas: Classe A1 renda familiar de R\$7.793,00, classe A2 (R\$4.648,00), classe B1 (R\$2.804,00), B2 (R\$1.669,00), classe C (R\$927,00), classe D (R\$424,00) e classe E (R\$207,00). De acordo com os dados de SILVA (2003), 50% das famílias brasileiras se encontram dentro das classes B2 (14%) e C (36%), sendo o restante pulverizado nas classes A1, A2, B1, D e E. Os dados para a classificação estão descritos no Anexo 6.1.

A classificação econômica das famílias entrevistadas, neste estudo mostra que as classes predominantes B2 e C somam percentual de 52,5%, bem próximo da classificação brasileira.

### **3.1.2 Pesquisa ao consumidor**

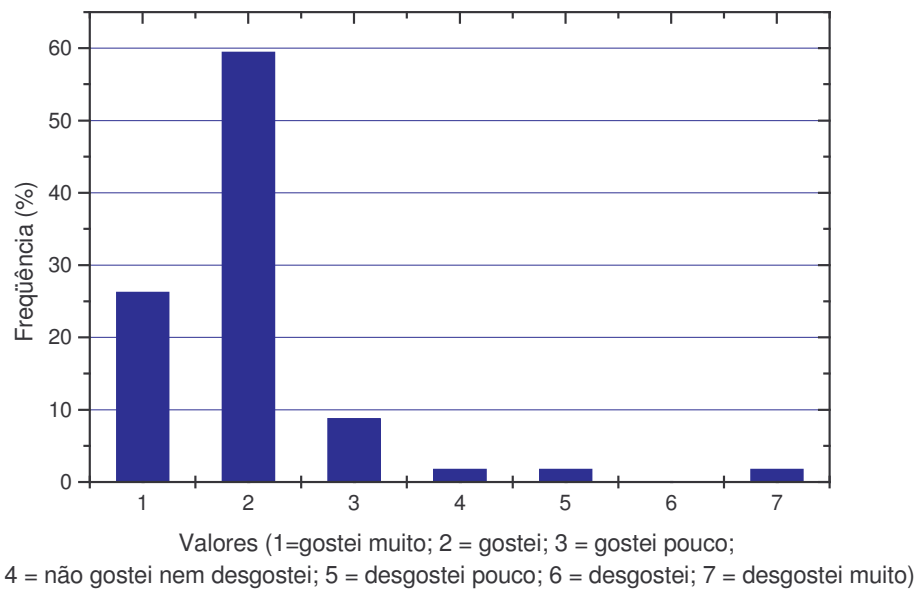
Os resultados da pesquisa de uso doméstico do café unitizado prensado, estão apresentadas nas Figuras de 9 a 14.



**FIGURA 9.** Histograma de frequência dos valores atribuídos à aceitabilidade da comercialização do produto prensado em porções como uma alternativa para a comercialização do café torrado e moído.

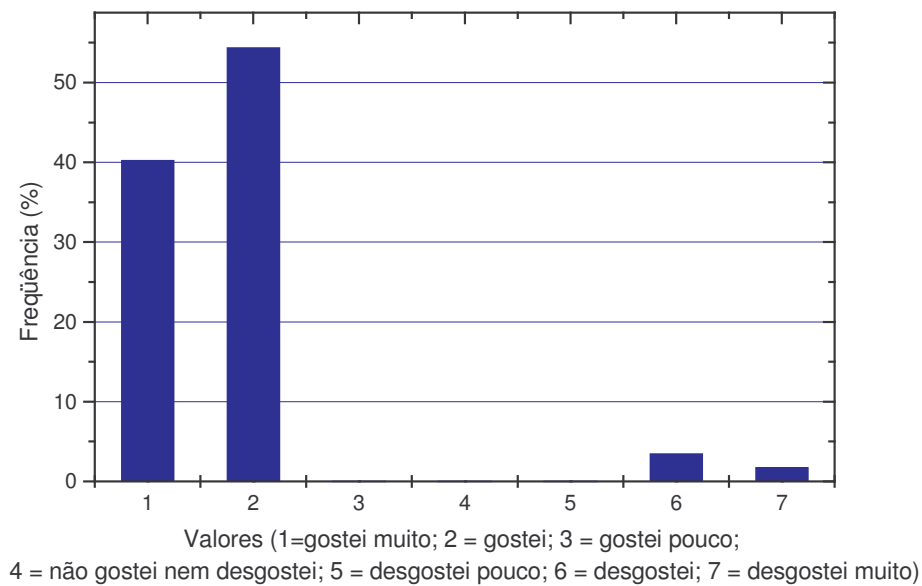
Verifica-se pela Figura 9, a alta aceitabilidade do produto unitizado prensado como alternativa para a comercialização, com 28,1% para a opção “gostei muito” e 56% para “gostei”. As observações dos provadores quanto à aceitabilidade do produto com base nas respostas se deve à praticidade, ser mais fácil de dosar a quantidade de uso, dispor de menores quantidades para a preparação do café, um produto bom para viagem e porque preserva o aroma original. Os consumidores que responderam “gostei pouco”, corresponderam a 12,3% e de 1,8% para “desgostei pouco” e “desgostei muito”.

As observações dos consumidores que apresentaram pouca aceitabilidade à inaceitabilidade (Figura 10), foram em relação ao café e não pelo novo sistema apresentado. O café utilizado para este teste foi tipo exportação, com grau de torra levemente clara e com granulometria ligeiramente maior do que o café normalmente comercializado no Brasil, resultando em uma bebida menos encorpada e mais clara, a qual o consumidor não está acostumado.



**FIGURA 10.** Histograma de frequência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto ao aspecto de segurança em relação ao produto tradicional.

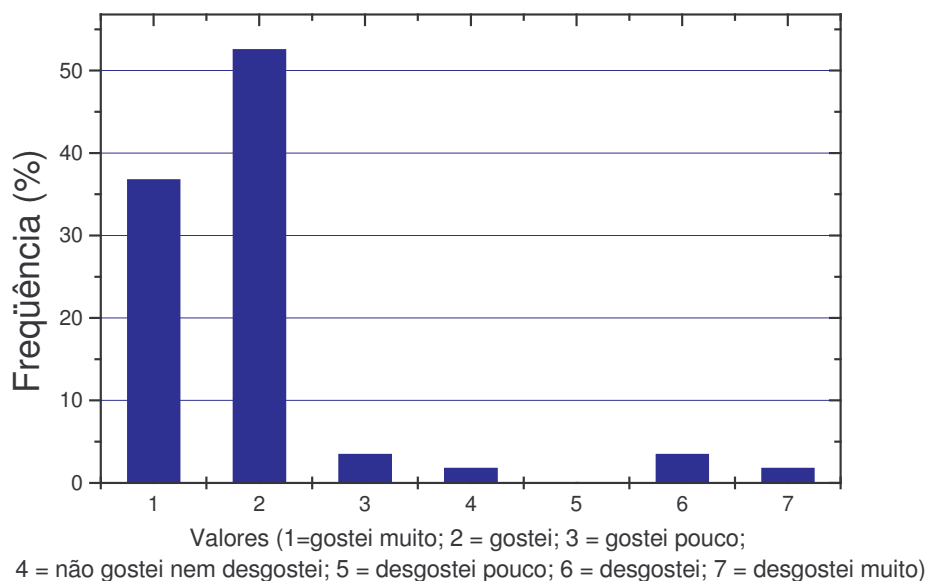
De acordo com os resultados apresentados na Figura 10, o produto foi considerado seguro pela grande maioria dos consumidores, apresentando em torno de 86% para as respostas “gostei muito” e “gostei”. Os consumidores consideraram que o produto é higiênico e mantém o aroma. Ressaltaram, também que o fechamento deverá ser hermético, a segurança é um aspecto importante a ser considerado, o tipo de embalagem a ser utilizado deve suportar armazenagem em geladeira, o produto é bom para armazenar e o café não fica exposto.



**FIGURA 11.** Histograma de frequência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à praticidade.

Verifica-se pelos resultados da Figura 11 que os consumidores consideram o produto bem prático com 94,7% de aceitabilidade acumulada entre as respostas de “gostei muito” e “gostei”.

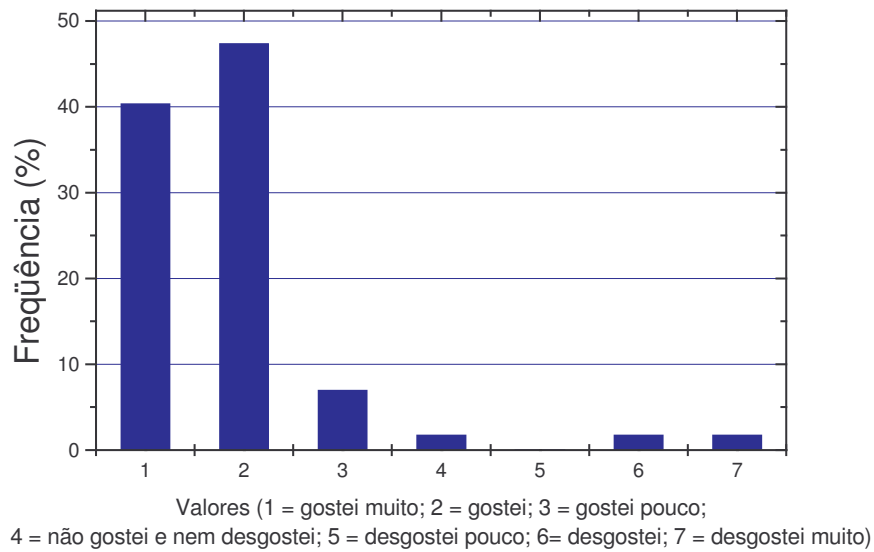
De acordo com as observações apresentadas no questionário pelos consumidores, o produto foi considerado “limpo e rápido, medida exata para a preparação do café, fácil manuseio, é mais organizado, é prático e que melhor impossível” Para os consumidores que responderam “desgostei” e “desgostei muito”, correspondente a 5,3% do total das respostas, as justificativas foram que o produto não é muito prático para uso, e que não foi considerado prático por ser o produto prensado”.



**FIGURA 12.** Distribuição de freqüência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à facilidade de preparo.

De acordo com o histograma da Figura 12, o produto foi considerado de fácil preparo com 36,8% para as respostas “gostei muito” e 52,6% para “gostei”, somando o restante das respostas um percentual acumulado de 10,6%. A alta aceitabilidade do produto foi esclarecida pelos provadores, com base nas seguintes opiniões: “por apresentar a quantidade preestabelecida, por ser mais fácil para fazer, e que o produto pode ser normalmente preparado em cafeteira italiana ou em coador, a preparação é ótima e muito mais rápida, não há como errar a proporção de pó para a quantidade de água, em pequenas porções o café se conserva mais tempo, muito prático no preparo, e é igual à maneira tradicional, que o bloco poderia dissolver com mais facilidade, bom e por ser muito higiênico”.



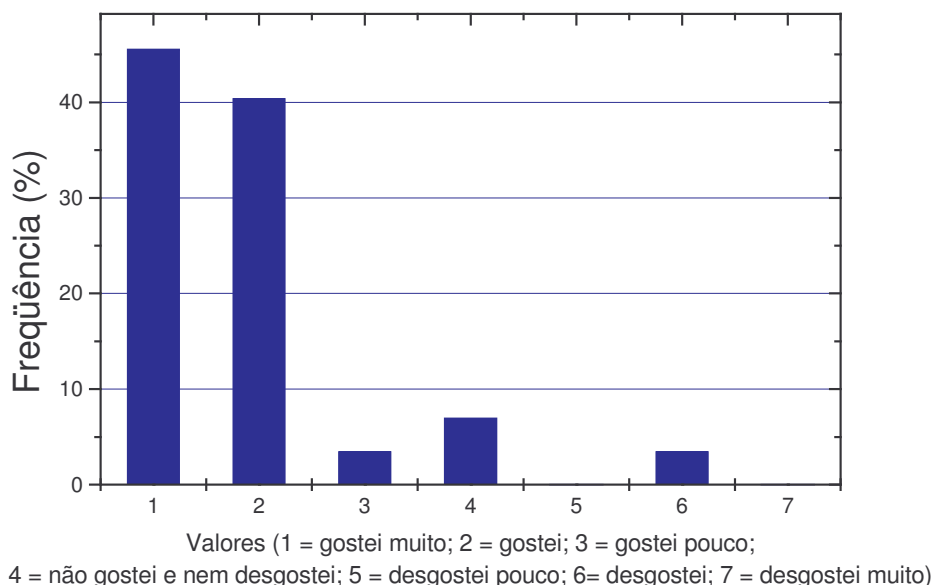


**FIGURA 13.** Distribuição de frequência dos valores atribuídos à aceitabilidade do produto quanto à comercialização em caixa com 6 unidades.

A sugestão de venda de 6 unidades em uma caixa para a comercialização foi considerada uma boa opção para a grande maioria dos entrevistados. O produto apresentou 40% e 46% de aceitação correspondente à resposta “gostei muito” e “gostei” respectivamente, conforme Figura 13, com 10,6% para o percentual acumulado para as respostas “gostei pouco” a “desgostei muito”.

Dentre as observações apresentadas pelos consumidores destacaram-se: “seria uma boa opção, a embalagem é prática, poderia haver caixas com mais unidades, com 10 unidades por caixa seria mais interessante, precisamos cada vez mais de produtos práticos e rápidos, boa opção, gostaria muito de ter esta opção no mercado, uma caixa com seis unidades é uma ótima opção, barras menores para menor consumo e que o produto é bom para quem consome pouco e que deve ser verificado o custo final do produto”.

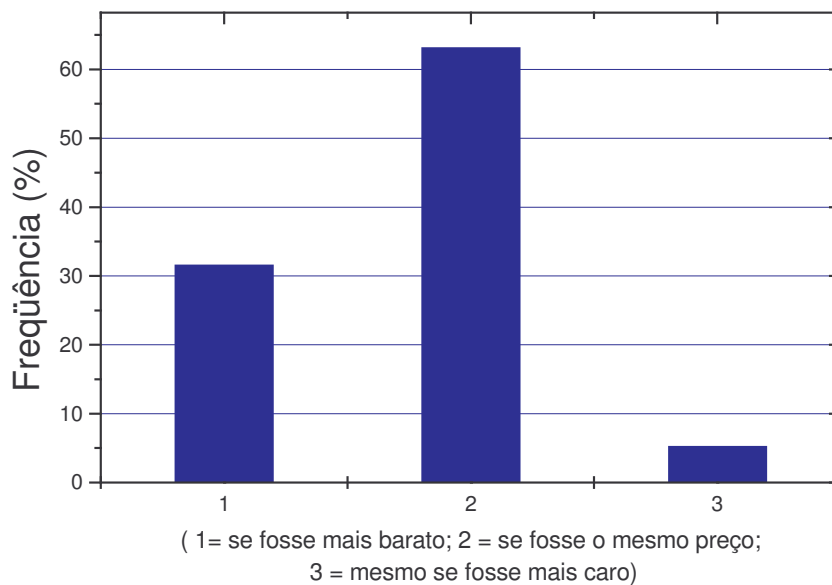
Para os provadores que não aceitaram a opção apresentada, foi justificado que seis unidades seria muito para um caso em particular, que o produto é frágil e não chegaria inteiro em casa, que não vê vantagem em comprimir o café desta forma, que uma caixa com seis unidades não é suficiente para quem faz café todos os dias.



**FIGURA 14.** Distribuição de freqüência da opinião dos provadores quanto à venda do produto em porções e garantindo melhor qualidade em relação ao produto tradicional do mercado.

A porcentagem acumulada para as respostas “gostei muito” e “gostei” foi de 86%, evidenciando a alta aceitabilidade do produto quanto às características de qualidade comparando o produto ao produto tradicional do mercado (Figura 14).

Os provadores fizeram as seguintes observações: “o produto pode apresentar melhor qualidade, pelo fato de usar apenas aquela quantidade e as demais ficarem fechadas”, “sim, por não precisar ser armazenado em potes ou latas”, “a venda em pequenas porções seria ótimo”, “compraria apenas o necessário, evitando que fique velho o café armazenado”, “sim quando se abre uma almofada ou vácuo e demora para consumir, mesmo tendo o cuidado na armazenagem, o café altera o sabor ao longo do tempo e por isso faço opção para 250 gramas”. “Se houvesse embalagens menores, certamente optaria por esta alternativa”. “O produto vendido nas porções exatas evita o desperdício e com certeza o produto teria qualidade melhor”. Os consumidores que responderam “gostaram pouco” a “desgostaram muito” (14%), em geral não apresentaram observação. De acordo com um consumidor, a qualidade do produto independe do tamanho da porção, é muito mais relacionada com o tipo de embalagem.



**FIGURA 15.** Distribuição de frequência para os valores atribuídos à intenção de compra do produto.

O histograma da Figura 15 mostra que a maioria dos consumidores comprariam o produto se fosse o mesmo preço dos produtos tradicionais encontrados no mercado, com 63,2% das respostas. Os entrevistados responderam que comprariam se fosse mais barato em 31,6% das respostas, e apenas 5,3 %, se o produto fosse mais caro.

Solicitou-se, também, ao consumidor comentários como último item da pesquisa, sendo respondidos em torno 74% dos questionários, o que é um número bem significativo, uma vez que a opinião do consumidor é condição imprescindível no desenvolvimento de produtos e na competitividade do mercado. Os comentários foram avaliados e alguns serão descritos, muitas vezes com as “próprias palavras do consumidor” e muitas vezes de forma mais sintetizada, procurando ser fiel às informações do consumidor. Observou-se que muitos consumidores avaliaram o café e não o novo sistema apresentado.

Comentário 1. “Apreciei muito esse produto, embalagem, embalagem em porções e principalmente o sabor e o aroma. Gostei muito e gostaria que me informassem quando será comercializado”.

Comentário 2. “Não achei prático o café embrulhado, pois ao abrir a embalagem, existe um pouco de perda do produto”.

Comentário 3. “Na primeira impressão a gente estranha um pouco, na quantidade e na embalagem. Mas pela praticidade e pela conservação do café, vale a pena”.

Comentário 4. “É um café bom, mas se fosse mais saboroso poderia ter uma boa saída e quando vendido em porções é uma alternativa legal, estaria conservando mais o aroma”

Comentário 5. “Gostei e aguardo o lançamento”.

Comentário 6. “Embora o meu consumo de café seja baixo, ficaria com este sistema de porções, evitando com isto o desperdício”.

Comentário 7. “ Acredito na viabilidade da comercialização. Assim como o chá em saquinho se tornou prático, por que não colocar no mercado o café em pequenas porções”.

Comentário 8. “O produto é muito prático, dessa maneira fica mais rápido e mais fácil , isso se todas as pessoas gostassem do café do mesmo jeito. Se eu gosto do café mais fraco teria de colocar mais água isso tiraria a praticidade do produto. Para que este produto fosse perfeito, teria que constar na embalagem a quantidade certa de água para o preparo de café mais forte ou mais fraco, atendendo à preferência de cada consumidor”.

Comentário 9. “ Eu acho que o produto pode ser lançado no mercado e é mais uma opção que nós temos para escolher qual o melhor café do Brasil”.

Comentário 10. “O café vendido em porções seria ótimo, mas com o preço relativamente justo”.

Comentário 11. “Sou consumidor de café, torrado e moído. Avaliando o produto e a embalagem, achei que é prático e também econômico, faz com que o café saia sempre na medida certa”.

## 4 CONCLUSÃO

- De acordo com os resultados do teste de uso doméstico, o café prensado unitizado apresentou alta aceitabilidade, sendo considerado pelos consumidores uma boa alternativa para a comercialização de café torrado e moído, seguro e prático.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Tendência do Consumo do Café no Brasil em 2004. Projeto “Tendência II”. Disponível em <[http://www.abic.com.br/estat\\_pesquisa.html](http://www.abic.com.br/estat_pesquisa.html)> Acesso em 07/05/05.

BARONE, J. J; ROBERTS, H. R. Caffeine Consumption. **Food Chemical Toxicology**. v.34, n.1, p.119-129, 1996.

CABRAL, A. C. D; FERNANDES, M. H. C. Embalagem para café torrado e café torrado e moído. Boletim do ITAL, Campinas, v.19, n. 1, p. 1-19, jan./mar, 1982.

ROBETS, H. R; BARONE, J. J. Biological effects of caffeine – History and Use. Food Technology.

GALVÃO, M.T. E. L. . Aplicação de teste com consumidores no desenvolvimento de produtos. In: Seminário Testes com consumidor: aspectos técnicos aplicação e ética. LAFISE/ITAL, Campinas, 2002, p.23-29.

GURGEL, F. A. **Introdução ao projeto integrado de embalagem**. In: Seminário Projeto e Especificação de Embalagem Metálica para Alimentos e Bebidas, 1996, Campinas. Compilação de palestras, CETEA/ITAL, 1996.

LIMA, D. R. **Café e cafeína não possuem riscos em doses moderadas**. Associação Brasileira das Indústrias de Café. Disponível em: [http://www.abic.com.br/café\\_excesso.html](http://www.abic.com.br/café_excesso.html). Acesso em: 22/10/04.

STNE, H. Using sensory resources to identify successful products. In: Thomson, D.M.H. (Ed.). **Food Acceptability**. Reading: Elsevier Applied Science, 1988. Cap. 22, p. 283-296.

SILVA, N. **Critério Brasil: o mercado falando a mesma língua**. Pesquisa em Foco, dezembro, 2002. Disponível em [http://www.anep.org.br/pesquisa\\_em\\_foco/pesquisa\\_em\\_foco](http://www.anep.org.br/pesquisa_em_foco/pesquisa_em_foco).

## ANEXO 6.1

### CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL

A adoção do mercado a um Critério de Classificação Econômica comum, restabelece a unicidade dos mecanismos de avaliação do potencial de compra dos consumidores, após alguns anos de existência de dois critérios.

O novo sistema, batizado de Critério de Classificação Econômica Brasil, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de "classes sociais". A divisão de mercado definida pelas entidades é, exclusivamente de classes econômicas.

#### SISTEMA DE PONTOS

##### Posse de itens

|  | Não tem | T E M |   |   |        |
|--|---------|-------|---|---|--------|
|  |         | 1     | 2 | 3 | 4 ou + |
| Televisão em cores   | 0       | 2     | 3 | 4 | 5      |
| Rádio  | 0       | 1     | 2 | 3 | 4      |
| Banheiro   | 0       | 2     | 3 | 4 | 4      |
| Automóvel  | 0       | 2     | 4 | 5 | 5      |
| Empregada mensalista   | 0       | 2     | 4 | 4 | 4      |
| Aspirador de pó  | 0       | 1     | 1 | 1 | 1      |
| Máquina de lavar   | 0       | 1     | 1 | 1 | 1      |
| Videocassete e/ou DVD  | 0       | 2     | 2 | 2 | 2      |
| Geladeira  | 0       | 2     | 2 | 2 | 2      |
| Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex) | 0       | 1     | 1 | 1 | 1      |

##### Grau de Instrução do chefe de família

|   |   |
|---|---|
| Analfabeto / Primário incompleto        | 0 |
| Primário completo / Ginásial incompleto | 1 |
| Ginásial completo / Colegial incompleto | 2 |
| Colegial completo / Superior incompleto | 3 |
| Superior completo                       | 5 |

##### CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

| Classe | PONTOS | TOTAL BRASIL (%) |
|--------|--------|------------------|
| A1     | 30-34  | 1                |
| A2     | 25-29  | 5                |
| B1     | 21-24  | 9                |
| B2     | 17-20  | 14               |
| C      | 11-16  | 36               |
| D      | 6-10   | 31               |
| E      | 0-5    | 4                |

## PROCEDIMENTO NA COLETA DOS ITENS

É importante e necessário que o critério seja aplicado de forma uniforme e precisa. Para tanto, é fundamental atender integralmente as definições e procedimentos citados a seguir.

Para aparelhos domésticos em geral devemos:

### Considerar os seguintes casos

- Bem alugado em caráter permanente
- Bem emprestado de outro domicílio há mais de 6 meses
- Bem quebrado há menos de 6 meses

### Não considerar os seguintes casos

- Bem emprestado para outro domicílio há mais de 6 meses
- Bem quebrado há mais de 6 meses
- Bem alugado em caráter eventual
- Bem de propriedade de empregados ou pensionistas

### Televisores

Considerar apenas os televisores em cores. Televisores de uso de empregados domésticos (declaração espontânea) só devem ser considerados caso tenha(m) sido adquirido(s) pela família empregadora.

### Rádio

Considerar qualquer tipo de rádio no domicílio, mesmo que esteja incorporado a outro equipamento de som ou televisor. Rádios tipo walkman, conjunto 3 em 1 ou microsystems devem ser considerados, desde que possam sintonizar as emissoras de rádio convencionais. Não pode ser considerado o rádio de automóvel.

### Banheiro

O que define o banheiro é a existência de vaso sanitário. Considerar todos os banheiros e lavabos com vaso sanitário, incluindo os de empregada, os localizados fora de casa e os da(s) suite(s). Para ser considerado, o banheiro tem que ser privativo do domicílio. Banheiros coletivos (que servem a mais de uma habitação) não devem ser considerados.

### Automóvel

Não considerar táxis, vans ou pick-ups usados para fretes, ou qualquer veículo usado para atividades profissionais. Veículos de uso misto (lazer e profissional) não devem ser considerados.

### Empregada doméstica

Considerar apenas os empregados mensalistas, isto é, aqueles que trabalham pelo menos 5 dias por semana, durmam ou não no emprego. Não esquecer de incluir babás, motoristas, cozinheiras, copeiras, arrumadeiras, considerando sempre os mensalistas.

## Aspirador de Pó

Considerar mesmo que seja portátil e também máquina de limpar a vapor (Vaporetto).

## Máquina de Lavar

Perguntar sobre máquina de lavar roupa, mas quando mencionado espontaneamente o tanquinho deve ser considerado.

## Videocassete e/ou DVD

Verificar presença de qualquer tipo de vídeo cassete ou aparelho de DVD.

## Geladeira e Freezer

No quadro de pontuação há duas linhas independentes para assinalar a posse de geladeira e freezer respectivamente. A pontuação entretanto, não é totalmente independente, pois uma geladeira duplex (de duas portas), vale tantos pontos quanto uma geladeira simples (uma porta) mais um freezer.

As possibilidades são:

|  |          |
|--|----------|
| Não possui geladeira nem freezer                           | 0 ponto  |
| Possui geladeira simples (não duplex) e não possui freezer | 2 pontos |
| Possui geladeira de duas portas e não possui freezer       | 3 pontos |
| Possui geladeira de duas portas e freezer                  | 3 pontos |
| Possui freezer mas não geladeira (caso raro mas aceitável) | 1 ponto  |

## Observações Importantes

Este critério foi construído para definir grandes classes que atendam às necessidades de segmentação (por poder aquisitivo) da grande maioria das empresas. Não pode, entretanto, como qualquer outro critério, satisfazer todos os usuários em todas as circunstâncias. Certamente há muitos casos em que o universo a ser pesquisado é de pessoas, digamos, com renda pessoal mensal acima de US\$ 50.000. Em casos como esse, o pesquisador deve procurar outros critérios de seleção que não o CCEB.

A outra observação é que o CCEB, como os seus antecessores, foi construído com a utilização de técnicas estatísticas que, como se sabe, sempre se baseiam em coletivos. Em uma determinada amostra, de determinado tamanho, temos uma determinada probabilidade de classificação correta, (que, esperamos, seja alta) e uma probabilidade de erro de classificação (que, esperamos, seja baixa). O que esperamos é que os casos incorretamente classificados sejam pouco numerosos, de modo a não distorcer significativamente os resultados de nossa investigação.

Nenhum critério, entretanto, tem validade sob uma análise individual. Afirmações freqüentes do tipo “... *conheço um sujeito que é obviamente classe D, mas pelo critério é classe B...*” não invalidam o critério que é feito para funcionar estatisticamente. Servem porém, para nos alertar, quando trabalhamos na análise individual, ou quase individual, de comportamentos e atitudes (entrevistas em profundidade e discussões em grupo respectivamente). Numa discussão em grupo um único caso de má classificação pode pôr a perder todo o grupo. No caso de entrevista em profundidade os prejuízos são ainda mais óbvios. Além disso, numa pesquisa qualitativa, raramente uma definição de classe exclusivamente econômica será satisfatória.



Portanto, é de fundamental importância que todo o mercado tenha ciência de que o CCEB, ou qualquer outro critério econômico, não é suficiente para uma boa classificação em pesquisas qualitativas. Nesses casos deve-se obter além do CCEB, o máximo de informações (possível, viável, razoável) sobre os respondentes, incluindo então seus comportamentos de compra, preferências e interesses, lazer e hobbies e até características de personalidade.

Uma comprovação adicional da conveniência do Critério de Classificação Econômica Brasil é sua discriminação efetiva do poder de compra entre as diversas regiões brasileiras, revelando importantes diferenças entre elas.

#### Distribuição da população por região metropolitanas

| CLASSE | TOTAL | GDE FORT | GDE REC | GDE SALV | GDE BH | GDE RJ | GDE SP | GDE CUR | GDE POA | DF |
|--------|-------|----------|---------|----------|--------|--------|--------|---------|---------|----|
| A1     | 1     | 1        | 1       | 1        | 1      | 1      | 1      | 1       | 1       | 3  |
| A2     | 5     | 4        | 4       | 4        | 5      | 4      | 6      | 5       | 5       | 9  |
| B1     | 9     | 5        | 5       | 6        | 8      | 9      | 10     | 10      | 7       | 9  |
| B2     | 14    | 7        | 8       | 11       | 13     | 14     | 16     | 16      | 17      | 12 |
| C      | 36    | 21       | 27      | 29       | 38     | 39     | 38     | 36      | 38      | 34 |
| D      | 31    | 45       | 42      | 38       | 32     | 31     | 26     | 28      | 28      | 28 |
| E      | 4     | 17       | 14      | 10       | 4      | 3      | 2      | 5       | 5       | 4  |

#### Renda familiar por classes

| Classe | Pontos  | Renda média familiar (R\$) |
|--------|---------|----------------------------|
| A1     | 30 a 34 | 7.793                      |
| A2     | 25 a 29 | 4.648                      |
| B1     | 21 a 24 | 2.804                      |
| B2     | 17 a 20 | 1.669                      |
| C      | 11 a 16 | 927                        |
| D      | 6 a 10  | 424                        |
| E      | 0 a 5   | 207                        |