

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**TESE**

**Efeito dos Parâmetros do Processo de Desidratação de  
Jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) Sobre as  
Propriedades Químicas, Físico-químicas e Aceitação  
Sensorial**

**LENICE FREIMAN DE OLIVEIRA**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**EFEITO DOS PARÂMETROS DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO  
DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) SOBRE AS PROPRIEDADES  
QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E ACEITAÇÃO SENSORIAL**

**LENICE FREIMAN DE OLIVEIRA**

Sob orientação do professor

**D. Sc. Ronoel Luiz de Oliveira Godoy**

E Co-orientação da professora

**D. Sc. Soraia Vilela Borges**

Tese submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos** do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Julho de 2009

634  
O48e  
T

Oliveira, Lenice Freiman, 1967-

Efeito dos Parâmetros do Processo de Desidratação de Jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) Sobre as Propriedades Químicas, Físico-químicas e Aceitação Sensorial/ Lenice Freiman de Oliveira- 2009.

121 f. : il.

Orientador: Ronoel Luiz de Oliveira Godoy.

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 91-108.

1. Frutas tropicais - Desidratação - Teses. 2. Jaca – Desidratação - Teses. 3. Jaca - Indústria - Teses. I. Godoy, Ronoel Luiz de Oliveira. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**LENICE FREIMAN DE OLIVEIRA**

Tese submetida como requisito parcial à obtenção do grau de **Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos** do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Tecnologia de Alimentos.

TESE APROVADA EM 28/07/2009

---

Ronoel Luiz de Oliveira Godoy (D. Sc.) - Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Orientador

---

Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur (D. Sc.) - UFRJ

---

Helena Souza Torquillo (D. Sc.) Escola Técnica Federal de Química/UFRJ

---

Renata Galhardo Borguini (D. Sc.) Embrapa Agroindústria de Alimentos

---

Alexandre Porte (D. Sc.) UNIRIO

## **DEDICATÓRIA**

Ao Deus de nossas vidas, o Grande Arquiteto do Universo,  
Guimarães (*in memoriam*) e Florisa - meus pais,  
Gustavo (*in memoriam*) – meu filho,  
Ana, Renan e Thayná – irmã e sobrinhos,  
E ao meu amor, Lázaro.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. D. Sc. Ronoel pela atenção e orientação no decorrer deste trabalho.

A minha co-orientadora Profa. D. Sc. Soraia pelas contribuições e sugestões na realização deste estudo.

Ao Departamento de Economia Doméstica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela concessão do afastamento para realização deste trabalho, em especial as professoras e colegas de trabalho, que na minha ausência, puderam entender e arcar com a carga de trabalho que me cabia.

A UFRRJ, minha instituição, reconheço por ter me proporcionado conhecer e conviver, com diversos tipos e de diferentes áreas, pesquisadores, cientistas e tecnólogos, além do aprendizado e chances de pensar naqueles que não o são, o investimento neste estudo.

A amiga Soraia Vilela Borges pelo carinho e amizade durante mais de uma década. Sem ela este trabalho jamais teria sido possível, pois foi quem me motivou para o tema e ajudou o trabalho a prosseguir nas suas fases iniciais. Portanto, minha gratidão, aqui estendida pela compreensão no momento de decidir o que seria melhor pra mim, inclusive na difícil troca de orientação, além de sua inestimável torcida no lado mineiro do Brasil.

A Pesquisadora D. Sc. Rosires Deliza da Embrapa Agroindústria de Alimentos pela importante colaboração e participação na fase de análise sensorial da jaca passa.

Em destaque ao pessoal do Laboratório da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Sidney, Manuela, Aline, Zé, os estagiários Raquel e Rafael pela amizade, pelas orientações e “mãozinhas” nas análises principais deste trabalho.

A minha estagiária Layza Takamine (Bacharel em Economia Doméstica), pelo grande auxílio dado na fase de desidratação dos produtos, obrigada !!!

Ao Juarez do LAAB do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFRRJ pela presteza e grande conhecimento na realização das análises da composição centesimal.

Ao Manoel, ou melhor, “Manel” homem simples e de grande disponibilidade em ajudar com as jacas colhidas de seu quintal, possuidor de um grande coração, Obrigada pela ajuda e lembrança de que: "Quem não vive para servir não serve para viver."

Aos colegas de disciplinas do Doutorado, em especial a Elizete, Fernanda, Renatinha, Donatti, Otávio, Aderbson, amigos de discussões, de estudos, e tantas outras horas.

Às quatro grandes amigas com quem tenho o prazer e a sorte de trabalhar junto (Emília, Monica, Patrícia e Nicéas) e com as quais, de vez em quando, ainda divido algumas horas de descontração.

Agradeço a todos os que passaram na minha vida nestes quatro anos de caminhada, pois de alguma forma contribuíram. Em especial aos sorrisos gratuitos recebidos, ânimo e coragem ofertados, espero pelo menos ter demonstrado reconhecimento da importância de cada um destes gestos.

Quase finalizando, aos meus - à minha família. Mesmo às vezes sem entender muito a razão de tanto estudar, outras reclamando ausência (não sem razão), são presenças vivas de estímulo e ânimo para continuar a caminhada. São uma razão a mais de tentar sonhar com um mundo melhor. Aos meus pais por tudo e "pelo algo mais", o exemplo, os valores e ensinamentos que me ofertaram.

Por último, mas não menos importante, a Deus por tudo que sou, pelos conhecimentos adquiridos e pelos amigos... MUITOS AMIGOS conquistados... QUE BOM!!!

## RESUMO

OLIVEIRA, Lenice Freiman de. **Efeito dos parâmetros do processo de desidratação de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) sobre as propriedades químicas, físico-químicas e a aceitação sensorial.** 2009. 121p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Atualmente a fruticultura ocupa lugar de destaque na esfera mundial, tanto pelo valor alimentício como pela importância de seus derivados. Existe uma tendência mundial ao consumo de frutas tropicais, que pode ser atribuída ao valor nutricional, às características organolépticas, bem como a necessidade de melhoria na qualidade de vida das pessoas associado aos aspectos da saúde e bem-estar. Os frutos da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) possuem sabor e aroma intensos e bastante peculiares, com atributos sensoriais de frutal, azedo e doce, sendo bastante apreciados no nordeste brasileiro e outras regiões tropicais. Sua parte comestível, caracterizada pela polpa, é consumida em sua quase totalidade sob forma *in natura* pelas mais diversas camadas da população, mais a alta perecibilidade leva a um índice elevado de perda na pós-colheita, acarretando prejuízos para os produtores. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram determinar os efeitos dos parâmetros do processo de desidratação (temperatura de desidratação e umidade final do produto) sobre as propriedades químicas, físico-químicas e aceitação sensorial de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) desidratada. Para identificar os compostos voláteis presente, usou-se técnica de extração do *headspace* e os extratos obtidos foram tratados e analisados por cromatografia gasosa e espectrometria de massas. Os carotenóides e os açúcares foram avaliados por HPLC. Ainda foram realizadas análises de composição centesimal e análise sensorial. Os resultados globais obtidos através da metodologia de superfície de resposta indicaram como condições adequadas ao processo de desidratação de jaca: temperaturas de 70 °C para matéria seca, cinzas, lipídeos e carboidratos, 55 °C para proteínas, 61 °C para carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno e retinol equivalente, 60 °C para sacarose. Para a retenção dos compostos voláteis e aceitação sensorial as temperaturas mais adequadas foram 50 e 60 °C. Assim, pode-se concluir que a jaca *in natura* ou desidratada é uma fonte de nutrientes importantes à nutrição humana, tais como: proteínas, carboidratos, carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, retinol equivalente e açúcares. Seu consumo pode complementar os requisitos nutricionais, proporcionando os benefícios principalmente para a população de baixa renda das regiões tropicais.

**Palavras-chave:** Desidratação, jaca, processamento.



## ABSTRACT

OLIVEIRA, Lenice Freiman of. **Effect of the parameters of the process of jackfruit dehydration (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) about the properties chemistries, physical-chemistries and the sensorial acceptance.** Seropédica: UFRRJ, 2009. 121p. Thesis (Doctorate in Food Science and Technology). Institute of Technology, Department of Technology of Foods, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Now the fruticulture occupies prominence place in the world sphere, so much for the nutritious value as for the importance of yours derived. A world tendency exists to the consumption of tropical fruits, that it can be attributed to the nutritional value, to the organoleptic characteristics, as well as the improvement need in the life quality of the people associate to the aspects of the health and well-being. The fruits of the jackfruit tree (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) possess intense flavor and quite peculiar aroma, with sensorial attributes of frutal, sour and sweet, being quite appreciated in the Brazilian northeast and other tropical areas. Its eatable part, characterized by the pulp, it is almost consumed in its totality under *in natura* form for the most several layers of the population, what takes to a high index of loss in the powder-crop, carting damage for the producers. Being like this, the objectives of this work went evaluate technologically to jackfruit *in natura*, to elaborate a new product applying the dehydration process for 50 °C, 60 °C and 70 °C and to study the chemical, physical-chemistries and sensorial properties of the obtained products. To identify the compositions volatile present, technique of extraction of the headspace was used and the obtained extracts were negotiated and analyzed by gaseous chromatography and spectrometry of masses. The carotenoids and the sugars were appraised for HPLC. Analyses of centesimal composition and sensorial analysis were still accomplished. The global results obtained through the methodology of answer surface indicated as conditions adapted to the process of jackfruit dehydration: temperatures of 70 °C for matter evaporate, ashes, fat and hidratos of carbon, 55 °C for proteins, 61 °C for total carotenoids,  $\beta$ -carotene and equivalent retinol, 60 °C for sucrose. For the retention of the volatile compositions and sensorial acceptance the most appropriate temperatures were 50 and 60 °C. It can be ended like this that the jackfruit *in natura* or dehydrated it is a source of nutritious important to the human nutrition, such as: ashes, proteins, hidrats of carbon, carotenoids,  $\beta$ -carotene, equivalent retinol and sugars. Its consumption can complement the requirements nutritions, providing the benefits mainly for the population of low income of the tropical areas.

**Key-Words:** Dehydration, jackfruit, processing.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	02
2.1 Jaca	02
2.1.1 Composição química	03
2.1.2 Informações botânicas	03
2.1.3 Formas de utilização da jaqueira	04
2.1.4 Justificativa para elaboração de produtos de jaca	06
2.2 Tecnologia de desidratação	07
2.2.1 Histórico	07
2.2.2 Princípios	08
2.2.3 As fases do processo de secagem	11
2.2.4 Transformações químicas durante a desidratação	12
2.2.5 Transformações físicas	12
2.2.6 Aspectos microbiológicos	13
2.2.7 O mercado de alimentos desidratados	13
2.3 Compostos voláteis	14
2.3.1 Isolamento e concentração de voláteis	15
2.3.2 Cromatografia gasosa com detector seletivo de massas	18
2.4 Carotenóides	20
2.5 Composição de açúcares	24
2.6 Análise sensorial	25
<b>3 – MATERIAL E MÉTODOS</b>	28
3.1 Seleção e preparo da matéria-prima	28
3.2 Delineamento experimental	28
3.3 Desidratação da jaca	29
3.4 Análises de composição centesimal	30
3.4.1 Determinação de umidade	30
3.4.2 Determinação de cinzas	31
3.4.3 Determinação de proteínas	31
3.4.4 Determinação de lipídeos	32
3.4.5 Determinação de carboidratos	33
3.5 Determinação de carotenóides	33
3.6 Determinação de retinol equivalente	37
3.7 Determinação de açúcares	37
3.8 Determinação da composição de voláteis	39
3.9 Análises sensoriais	41
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	44
4.1 Resultados da composição centesimal	46
4.2 Resultados das análises de carotenóides	50
4.3 Resultados da composição de açúcares	57
4.4 Resultados das análises de compostos voláteis	62
4.5 Resultados da análise sensorial	83
<b>5 CONCLUSÕES</b>	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Composição de nutrientes da polpa de jaca/por 100 gramas	03
<b>Tabela 2</b> Adaptabilidade de frutas à desidratação	10
<b>Tabela 3</b> Composição de voláteis em jaca ( <i>Artocarpus Heterophyllus</i> )	19
<b>Tabela 4</b> Teores de carotenóides e vitamina A e diferentes cultivares de manga e caju	21
<b>Tabela 5</b> Delineamento experimental para os ensaios de produção de jaca desidratada	29
<b>Tabela 6</b> Dados da curva de calibração com os padrões de carotenóides	36
<b>Tabela 7</b> Resultados das análises físicas e físico-químicas da jaca <i>in natura</i> e desidratadas	44
<b>Tabela 8</b> Resultados da composição centesimal da jaca <i>in natura</i> e desidratadas em 70, 60 e 50°C (médias e desvios padrões)	46
<b>Tabela 9</b> Avaliação dos efeitos dos fatores sobre as determinações físico-químicas da jaca desidratada	47
<b>Tabela 10</b> Modelos de regressão múltipla e seus respectivos R <sup>2</sup>	48
<b>Tabela 11</b> Pontos de máximo e seus valores estimados (físico-química)	50
<b>Tabela 12</b> Resultados de carotenóides em jaca <i>in natura</i> e desidratada (médias e desvios padrões)	53
<b>Tabela 13</b> Avaliação dos efeitos dos fatores sobre as determinações de carotenóides da jaca desidratada (base seca)	55
<b>Tabela 14</b> Modelos de regressão múltipla e seus respectivos R <sup>2</sup>	55
<b>Tabela 15</b> Pontos de máximo e seus valores estimados (carotenóides)	57
<b>Tabela 16</b> Resultados da composição de açúcares em jaca <i>in natura</i> e desidratadas	60
<b>Tabela 17</b> Avaliação dos efeitos dos fatores sobre a composição de açúcares da jaca desidratada	61
<b>Tabela 18</b> Pontos de máximo e seus valores estimados (sacarose)	62
<b>Tabela 19</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca <i>in natura</i>	63
<b>Tabela 20</b> Classe de compostos voláteis da jaca <i>in natura</i>	68
<b>Tabela 21</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 70/25	72
<b>Tabela 22</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 70/20	73
<b>Tabela 23</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 60/25	74
<b>Tabela 24</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 60/20	75
<b>Tabela 25</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 50/25	76
<b>Tabela 26</b> Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 50/20	78
<b>Tabela 27</b> Classes de compostos voláteis existentes nas jacas desidratadas	83
<b>Tabela 28</b> Resultados dos testes de aceitação e intenção de compra (médias)	87
<b>Tabela 29</b> Análise de variância - aceitação sensorial	87
<b>Tabela 30</b> Análise de variância - intenção de compra	87

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Fluxograma de processamento de alimentos desidratados	09
<b>Figura 2</b> – Estrutura molecular da Vitamina A	20
<b>Figura 3</b> Polpa de jaca <i>in natura</i>	28
<b>Figura 4</b> Gomos de jaca <i>in natura</i> e desidratados no desidratador	29
<b>Figura 5</b> Funil de separação contendo uma fase etérea (inferior) e o extrato de carotenóides de jaca (superior)	35
<b>Figura 6</b> Sistema fechado de coleta de voláteis por <i>headspace</i> dinâmico	40
<b>Figura 7</b> Modelo de ficha de levantamento de dados dos provadores	42
<b>Figura 8</b> Modelo da ficha empregada no teste afetivo utilizando escala hedônica	43
<b>Figura 9</b> Amostras de jaca desidratada ou jaca passa	45
<b>Figura 10</b> Variação de matéria seca em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	48
<b>Figura 11</b> Variação de cinzas em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	48
<b>Figura 12</b> Variação de proteína em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	49
<b>Figura 13</b> Variação de lipídeos em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	49
<b>Figura 14</b> Variação de carboidratos em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	50
<b>Figura 15</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de jaca <i>in natura</i>	51
<b>Figura 16</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 70/25	51
<b>Figura 17</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 70/20	51
<b>Figura 18</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 60/25	52
<b>Figura 19</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 60/20	52
<b>Figura 20</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 50/25	52
<b>Figura 21</b> Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 50/20	53
<b>Figura 22</b> Variação de carotenóides totais em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	56
<b>Figura 23</b> Variação de $\beta$ -caroteno em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	56
<b>Figura 24</b> Variação de vitamina A em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	57
<b>Figura 25</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca <i>in natura</i>	58
<b>Figura 26</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 70/25	58
<b>Figura 27</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 70/20	58
<b>Figura 28</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 60/25	59
<b>Figura 29</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 60/20	59
<b>Figura 30</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares de jaca desidratada 50/25	59
<b>Figura 31</b> Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares de jaca desidratada 50/20	60
<b>Figura 32</b> Variação de sacarose em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados	62

<b>Figura 33</b> Cromatograma relativo à análise de jaca por <i>headspace</i>	63
<b>Figura 34</b> Espectros de massas de 2-metil, 1-butanol e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	65
<b>Figura 35</b> Espectros de massas de metanoato de butila, e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	65
<b>Figura 36</b> Espectros de massas de carbonato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	66
<b>Figura 37</b> Espectros de massas de butanoato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	66
<b>Figura 38</b> Espectros de massas de etanoato de butila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	67
<b>Figura 39</b> Espectros de massas de isovalerato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	67
<b>Figura 40</b> Espectros de massas de 3-metilbutanoato de 2-metilbutila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca	68
<b>Figura 41</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 70/25	69
<b>Figura 42</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 70/20	69
<b>Figura 43</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 60/25	70
<b>Figura 44</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 60/20	70
<b>Figura 45</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 50/25	70
<b>Figura 46</b> Cromatograma de jaca desidratada, JD 50/20	71
<b>Figura 47</b> Frequência absoluta do número total de compostos voláteis de cada tratamento	80
<b>Figura 48</b> Frequência dos ésteres para os tratamentos	80
<b>Figura 49</b> Frequência dos aldeídos para os tratamentos	81
<b>Figura 50</b> Frequência dos álcoois para os tratamentos	81
<b>Figura 51</b> Frequência dos ácidos nos tratamentos	82
<b>Figura 52</b> Frequência dos hidrocarbonetos nos tratamentos	82
<b>Figura 53</b> Frequência das cetonas nos tratamentos	83
<b>Figura 54</b> Faixa etária dos provadores	84
<b>Figura 55</b> Grau de escolaridade dos provadores	84
<b>Figura 56</b> Renda familiar dos provadores	85
<b>Figuras 57</b> O quanto os provadores gostam de jaca (fruta <i>in natura</i> )	85
<b>Figura 58</b> O quanto os provadores gostam de fruta passa	86
<b>Figura 59</b> A frequência de consumo de fruta passa	86
<b>Figura 60</b> Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação global dos produtos desidratados	88
<b>Figura 61</b> Histograma de frequência dos valores atribuídos à intenção de compra de jaca desidratada	89

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em especial a região nordeste, apresenta uma grande diversidade de fruteiras nativas e exóticas bem adaptadas às suas condições edafoclimáticas, representando um grande potencial sócio-econômico, tanto para os mercados interno e externo, de comercialização de frutas *in natura* como para industrialização.

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.), árvore frutífera originária da Índia, introduzida no Brasil há centenas de anos, não tem sido objeto de seleção rígida com finalidade de criar variedade para o mercado. Entretanto, existe uma riquíssima diversidade em termos de forma, tamanho e sabor dos frutos. Além de produto de consumo humano, a jaqueira pode proporcionar madeira de lei de excelente qualidade e possibilitar utilização em medicina natural ou ainda para alimentação animal.

A parte comestível do fruto, caracterizada pela polpa, é consumida em sua quase totalidade sob forma *in natura* pelas mais diversas camadas da população (SILVEIRA, 2000), que devido a alta perecibilidade, leva a um índice elevado de perda na pós-colheita, acarretando prejuízos. Esse fato evidencia a necessidade de processos simples e baratos, que possam oferecer caminhos para o aproveitamento do fruto. Uma opção é a desidratação, pois devido à redução de umidade, diminui o crescimento dos microrganismos e impede-se as reações bioquímicas, que dependem de umidade, evitando a rápida deterioração que ocorre nos frutos *in natura*.

A desidratação também evita as perdas dos frutos na época de safra, período no qual ocorre a desvalorização dos frutos, devido ao volume de produção. Este método consiste em um processo simples, porém, alguns fatores podem inviabilizar a produção das frutas desidratadas, necessitando, portanto, maiores conhecimentos técnicos na utilização desta técnica de conservação (CRUZ, 1989; EMBRAPA, 1992).

Devido às suas qualidades organolépticas, a jaca pode representar um potencial sócio-econômico e alimentício a ser explorado, constituindo-se numa alternativa ao incremento da renda familiar, além de oferecer aos pequenos e micro industriais opções de investirem no processamento de doces, passas, sucos, compotas, licores, entre outros (LORDELO, 2001).

A riqueza natural encontrada no Brasil pode levar a elaboração de vários alimentos ainda não explorados, visto que as espécies já investigadas ainda representam um pequeno percentual da rica diversidade presente no país. Assim, procurou-se neste trabalho, determinar os efeitos dos parâmetros do processo de desidratação (temperatura de desidratação e umidade final do produto) sobre as propriedades químicas, físico-químicas e aceitação sensorial de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) desidratada.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.)

A jaca pertence à família *Moraceae*, ao gênero *Artocarpus* e possui quatro sinonímias: *Artocarpus integra* Merr., *Artocarpus integrifolia* Linn. F., *Artocarpus brasiliensis* Lam. e *Artocarpus heterophyllus*, Lam. É um fruto originário da Ásia (Índia, Malásia, Filipinas), que foi introduzido e difundido no Brasil pelos portugueses durante o século XVIII, adaptou-se tão bem, que uma de suas classificações (*Artocarpus brasiliensis*) foi dada por um botânico brasileiro (GOMES, 1977).

Na Índia, apesar da existência de dezenas de variedades, só duas são cultivadas: a Wareka, de casca firme e a Vela, de casca mole e polpa menos mole que a primeira (SAMADDAR, 1985; THEOTIA e CHAUHAN, 1969; WINTON e WINTON, 1935). Como subvariedades, a kuru-wareka, de frutos arredondados e pequenos, a peniwareka ou jaca-de-mel com polpa mais adocicada, a johore, de folhas pilosas, frutos pequenos, oblongos e com aroma muito agradável (GUIA RURAL ABRIL, 1988; SHARMA, 1980).



<http://www.saojoseonline.com.br/fotos/jaca.htm>

No Brasil, distinguem-se três variedades de jaca, (a) *Jaca-dura* ou crocante com os maiores frutos, variando de 15 a 40Kg, tem bagos de consistência rígida, que se prestam para a produção de compotas, (b) *Jaca-mole* com frutos menores, bagas doces e com consistência mole, contém menos látex (látex este que existe em toda planta: casca do caule, folhas e frutos) e (c) *Jaca-manteiga* que apresenta bagos adocicados e de consistência intermediária, sendo muito comum no estado do Rio de Janeiro e muito confundida com *jaca mole* (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA, 2004).

O fruto da jaqueira é constituído de três partes: polpa, sementes e casca, atingem de 5 a 40kg, sendo que a polpa constitui, em média, 30% do peso do fruto e as sementes em torno de 12%. A casca contém partes florais infertilizáveis, ricas em sabor e aroma, consideradas não comestíveis por serem altamente fibrosas (NARASIMHAM, 1990; JOHN e NARASIMHAM, 1993). Na Índia a jaca normalmente pesa de 10 a 25kg, podendo chegar até a 50kg e apesar de ter reconhecido seu valor nutritivo, é conhecida como “alimento de pessoas pobres”, é consumida como hortaliça enquanto encontra-se no estágio verde e como fruto após o amadurecimento (JAGADEESH *et al.* 2007, ONG *et al.* 2006).

Segundo PUA *et al.* (2007), na Malásia a jaca normalmente é consumida fresca e também pode ser preservada. No mercado, alguns produtos de jaca, como jaca com mel, jaca enlatada e aroma de jaca estão disponíveis. A produção de aromas de frutas tropicais na forma de pó permite a indústria diversificar produtos feitos destas frutas. Sendo os pós de frutas usados em sopas instantâneas, lanches, produtos de padaria, bebidas, laticínios, adoçantes, sorvetes, alimentação infantil, macarrão, etc.

### 2.1.1 Composição química

A Tabela 1 mostra a composição de macro e micronutrientes da polpa de jaca estudada por vários autores. Apesar da maioria dos frutos serem considerados pobres em proteínas, a polpa de jaca contém teor protéico razoável, porém com altos teores de carboidratos.

**Tabela 1** – Composição da polpa de jaca/por 100 gramas.

<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>TOJAL SEARA (1975) v.n.i.</b>	<b>FRANCO (1987) v.n.i.</b>	<b>SILVEIRA (2000) variedade mole</b>	<b>MENDEZ et al. (2001) v.n.i.</b>	<b>*SAIRAEBa (2004) variedade mole</b>
Umidade (%)	70,35	-	79,76	78,83	84
Proteínas (%)	1,60	2,2	4,09	1,40	1,9
Lipídeos (%)	0,25	0,3	0,26	0,85	0,1
Cinzas (%)	-	-	0,81	0,71	-
Carboidratos (%)	26,40	10	14,02	17,43	18,9
Fibras (%)	0,68	-	1,06	4,34	1,1
Cálcio (mg/100g)	-	30	37,75	-	20
Fósforo (mg/100g)	-	20	16,64	-	30
Ferro (mg/100g)	-	2,0	4,36	-	0,5
Vitamina A (U.I.)	-	-	-	-	540
Tiamina (U.I.)	-	-	-	-	30
Calorias (cal)	-	52	-	82,97	52

\*Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia - SAIRAEBa (2004).

v.n.i. = variedade não informada.

Quando madura, a polpa apresenta mono e dissacarídeos como glicose, frutose e sacarose, os quais proporcionam gosto doce à fruta (OLIVEROS, CARDENO E PEREZ, 1971). De acordo com CHAN e HEN (1975), os açúcares totais contidos na polpa de jaca representam cerca de 14,5%, na qual, a-glucose,  $\beta$ -glucose, frutose e sacarose constituem 3,63%, 2,33%, 1,74% e 6,90%, respectivamente.

De acordo com CAVALCANTE (1991), as duas variedades de jaca existentes no Brasil (*dura* e *mole*) possuem aromas distinguíveis. A jaca *dura* é maior que a *mole*, enquanto a *mole* é frequentemente mais doce e aromática.

MAIA, ANDRADE e ZOGHBI (2004) informam que na região Amazônica, a jaca só é cultivada em escala doméstica, este fato deve ser considerado na realização de estudos que visem estabelecer os parâmetros físicos, químicos e sensoriais da fruta e de seus produtos, tendo em vista maior variabilidade de acordo com as condições de produção.

### 2.1.2 Informações botânicas

De acordo com a REDE BRASILEIRA AGROFLORESTAL (1992), a classificação botânica da jaqueira é divisão: *Magnoliophyta*, classe: *magnoliopsida*, ordem: *urticales*, família das *moraceae*, subfamília das *moroideae*, nome científico: *artocarpus heterophyllus* e suas sinônimas.

A jaqueira é uma grande e bela árvore, de grande efeito ornamental, atinge de 12 a 25m de altura, tronco com diâmetro acima de 1m, tem copa densa e irregular com folhas verdes-escuras coriáceas, glabras, lustrosas, duras, com 10 a 15 cm de comprimento e de forma elíptica, oval ou oblonga (GOMES, 1977). As flores são apétalas, as masculinas são reunidas em grupos florais de 5 a 10 cm de comprimento, as femininas alcançam maior tamanho e são



envolvidas por espatas caducas, elas são semelhantes às da fruta-pão, havendo as estaminadas e as pistiladas. As pistiladas crescem na casca do tronco e dos galhos grossos, desde quase o nível do solo (SECRETARIA DE AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1980).

A propagação da jaqueira pode se dar por via vegetativa, borbulhia em janela aberta e encostia (produzem mudas para plantios comerciais) e por via sexuada, utilizando-se de sementes. Quando produzida por sementes, começa a frutificar aos cinco anos de idade e aos 12 anos começa sua produção comercial, produz mais de 100 frutos ao ano com até 500 sementes por fruto (CAVALCANTE, 1991).

O fruto da jaqueira é de grande porte, sendo considerado o maior de todos os frutos cultivados, tem comprimento de até 70cm, pesa de 5 até 50 Kg, de forma ovalada ou arredondada, nasce no tronco e nos galhos mais baixos da jaqueira. Quando maduro, tem cor amarela acastanhada, aroma peculiar e forte, superfície áspera com pequenas saliências. Seu interior é formado pela reunião de vários gomos soldados em torno de um eixo central, denominado sincarpo de formação globosa, oval e alongada. A casca é grossa verrugosa ou revestida de espinhos moles não muito resistentes. Cada gomo contém um grande caroço ou semente, envolvidos individualmente, por uma polpa cremosa (gomo ou bago), amarela, viscosa, visguenta, de sabor doce, de consistência mole à dura, conforme a variedade, e muito aromática (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA, 2004; NARASIMHAM, 1990).

A maturação dos frutos da jaqueira envolve um processo complexo e acelerado, o qual resulta no aparecimento do sabor característico, geralmente devido à transformação do amido em açúcares solúveis, a diminuição de acidez e ao desaparecimento da adstringência (AWAD, 1993). Esse amadurecimento está associado à mudança de coloração da casca e da polpa, textura, composição de ácidos e compostos voláteis relativos ao aroma e sabor, e também a síntese e/ou acúmulo de açúcares solúveis, que levam ao adoçamento de frutos tropicais (GONZAGA NETO e SOARES, 1994).

Quanto ao clima, é planta de regiões quentes e úmidas, de clima tropical úmido, a jaqueira também se desenvolve em regiões de clima subtropical e semi-árido, desde que haja a utilização da irrigação artificial, como exemplo no Ceará. A planta requer temperatura média anual de 25°C, chuvas acima de 1.200 mm/ano (bem distribuídos), umidade relativa do ar em torno de 80% e dias ensolarados. O solo deve ser profundo, bem drenado, fértil, areno-argiloso não sujeito a encharcamento e com pH entre 6,0 e 6,5. Os consórcios da jaqueira com outras lavouras podem ser feitos com plantas leguminosas, de baixo porte e de ciclo curto, respeitando-se a distância hábil entre jaqueira/lavoura. Pode-se utilizar amendoim, feijão, soja, entre outras (SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA, 2004).

O ponto de colheita é demonstrado pelo aroma forte que os frutos exalam e por som oco, que emitem quando neles se bate. Uma jaqueira pode produzir frutos por um período de 100 (cem) anos. As plantas provenientes de mudas de sementes iniciam frutificação no 5º ou 6º ano pós transplantio com frutos pequenos e pouco numerosos, com a sucessão dos anos, o tamanho e o número aumentam. A produção de uma jaqueira adulta pode alcançar 50 (cinquenta) a 100 (cem) frutos por árvore e por ano.

### **2.1.3 Formas de utilização da jaqueira**

Com relação a sua utilidade, a jaqueira é fruteira de valor apreciável e bastante promissor. No Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Belém vendem-se facilmente nos mercados e feiras livres. Às vezes, por ser fruto muito grande, alguns consumidores não adquirem, além disso, é um fruto que conta com apreciadores e depreciadores. De forma geral as utilidades são:

➤ **Madeira:** é branco-acinzentada que escurece ao contato com o ar, tomando a aparência de mogno. É madeira de lei, utilizada em construção naval (cavername), e na construção mista (carpintaria e marcenaria). Ainda, lenhada, a jaqueira exsuda resina medicinal de propriedades cicatrizantes.

➤ **Planta:** utilizada em florestamento, em sebes quebra-ventos, para proporcionar sombra a animais em pastos e como planta ornamental.

➤ **Folhas:** verdes, picadas ou moídas, são destinadas ao arraçoamento de aves, caprinos, ovinos e suínos.

➤ **Semente:** rica em amido pode ser consumida assada. Quando assada e moída produzem farinha utilizável para preparo de biscoitos, doces, entre outros. Em medicina caseira a semente trata desarranjos intestinais.

➤ **Látex:** na área rural faz-se visgo para capturar passarinhos (GUIA RURAL PLANTAR, 1992).

➤ **Fruto:** ao natural os gomos são consumidos frescos pelo homem; quando processados podem ser transformados em doces, compotas, polpas congeladas, refrescos, sucos, bebidas (licor). Os animais consomem o fruto fresco picado, em sua íntegra. Em medicina caseira o bago é utilizado no tratamento de tosses (propriedades expectorantes).

As folhas são utilizadas para tratar anemia, asma, dermatoses, diarreia, tosse e como um expectorante (BALBACH e BOARIM, 1992).

Poucos trabalhos científicos foram encontrados sobre a elaboração de alimentos a partir da jaca, entre eles pode-se citar: o *squash* de jaca, uma bebida não alcoólica com agradável sabor e aroma, desenvolvida a partir da polpa madura elaborada por BERRY e KALRA (1988), uma preparação de néctar de jaca também foi desenvolvida (CENTRAL FOOD TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, 1977), purê da polpa de jaca foi desenvolvido e avaliado sensorialmente em diferentes temperaturas de armazenamento (TAUFIK, 1995), estudo sobre a viabilidade de farinha de sementes de jaca como substituta de cereais na alimentação humana (KHYRUNNISA *et al.*, 1989).

No Brasil se conhece a produção artesanal e venda de compotas e doces cremosos de jaca, sem registros em revistas científicas. A Pastoral da Criança da Paróquia Nossa Senhora da Luz, em Guarabira – PB utiliza o caroço de jaca como um dos principais ingredientes da multimistura, um suplemento alimentar usado em comunidades carentes no Brasil (CUNHA, 1999). SILVEIRA (2000) estudou a elaboração de passas de polpa, aproveitamento dos caroços e resíduos da jaca, sendo produzidas passas de jaca das variedades *mole* e *dura*, que foram avaliadas sensorialmente e obtiveram notas acima de 6,0.

Segundo MUKPRASIRT e SAJJAANANTAKUL (2007), a jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é um dos frutos tropicais mais populares na Ásia, quando maduro possui um aroma único. Eles afirmam que a semente de jaca é largamente consumida pura ou como ingredientes nas preparações culinárias asiáticas. Estes autores estudaram as propriedades físico-químicas de amidos de caroços de jaca e observaram que os mesmos tinham potencial para serem usados em formulações alimentares, por causa dos teores de amilose e conteúdo de proteínas.

Um estudo que visava determinar a melhor concentração de lecitina de soja e goma arábica para produzir jaca (*Artocarpus heterophyllus*) em pó usando a metodologia de superfície de resposta (MSR). A lecitina de soja e a goma arábica foram incorporadas no purê de jaca em diferentes concentrações que variaram de 1% a 5% e 5% a 15%, respectivamente. Os emulsificantes utilizados foram fatores significantes (a 95% nível de confiança) para o conteúdo de umidade, densidade e sensorial. Um modelo de segunda ordem polinomial foi encontrado para cada resposta significativa. Os resultados mostraram que a formulação de purê de jaca para produzir o pó de boa qualidade foi obtida incorporando 2,65% de lecitina de soja e 10,28% de goma arábica (PUA *et al.*, 2007).

ASQUIERI, RABÊLO e SILVA (2008) desenvolveram uma bebida fermentada de jaca e caracterizaram mediante análises físico-químicas após 11 meses de armazenamento. Ainda avaliaram a aceitação por meio de escala hedônica de nove pontos. Os resultados encontrados foram comparados aos estabelecidos pela legislação para vinhos de uva e apenas o teor de cloretos apresentou-se elevado, os demais valores foram compatíveis aos de outros fermentados de frutas. O fermentado de jaca apresentou resultados próximos aos estabelecidos para vinho de mesa tipo meio-seco, atingindo um grau alcoólico de 13 °GL. A análise sensorial obteve um índice de aceitação de 78%, calculado pela percentagem de notas superiores a 5, revelando uma boa aceitação por parte dos provadores.

Por outro lado, na área da saúde, a jaca vem despertando grande interesse dos pesquisadores, como demonstra alguns recentes achados.

Uma pesquisa realizada por BARREIRA (2004) comprovou que a semente de jaca possui uma proteína, a lecitina KM+, com alto poder regenerativo para casos de queimaduras. O estudo contou com testes realizados em ratos com queimaduras em vários graus, comparando-se a resposta da aplicação de três tipos de pomada: uma com KM+, uma com outra lecitina da jaca – jacalina (utilizada como reagente bioquímico) e a terceira sem nenhuma lecitina. Os resultados mostraram que a KM+ acelerou a regeneração da pele lesada e evitou a necrose local, provocando a substituição de um tecido lesado por um normal, funcional, neste sentido, uma pomada desenvolvida e patenteada por pesquisadores da USP estará sendo comercializada em cinco anos.

Outro importante ponto da pesquisa foi à descoberta de que a Lecitina KM+ pode ser “multiplicada” em laboratório, graças à técnica chamada expressão heteróloga de proteína, que consiste em inserir o gene responsável pela produção de lecitina do DNA da jaca numa levedura. Assim o microrganismo funciona como uma espécie de fábrica da substância desejada, de forma que a industrialização da pomada não ficará dependente das plantações de jacas (JORNAL DA USP, 2004; HENRIQUE, 2004).

OLIVEIRA (2002) utilizou a lecitina KM+, extraída da semente de jaca para realizar o diagnóstico neuropatológico da Doença de Alzheimer, que reconhece com boa sensibilidade todas as estrutura características desta doença. TEIXEIRA (2002) verificou lecitinas de três vegetais (*Canavalia brasiliensis*, *Pisum arvense* e *Artocarpus integrifolia* – KM+), para verificar o potencial imunestimulatório e a possibilidade de utilizá-las como adjuvantes em um modelo de vacinação contra leishmaniose cutânea experimental. Após dez semanas, apenas os animais imunizados com a lecitina KM+ foram protegidos parcialmente contra posterior infecção.

SILVA (1998) sugeriu em seu estudo que a lecitina KM+, através de seu domínio de reconhecimento de carboidratos, interage com uma glicoproteína de 40kDa da superfície de neutrófilos, e que tal interação é capaz de traduzir sinal, induzindo a ativação, polarização e migração de neutrófilos, células de defesa presentes no sangue.

Corroborando com estes resultados, GONÇALVES *et al.* (2005) testaram extratos de *Artocarpus integrifolia* para inibição de rotavírus *in vitro*, em animais e seres humanos e verificaram inibição de 99.2% e 97%, respectivamente.

#### **2.1.4 Justificativa para a elaboração de produtos de jaca**

Atualmente, nos parques públicos do estado do Rio de Janeiro, algumas plantas invasoras se constituem em um problema crescente. O controle envolve um gasto significativo, quase sempre demandando serviços especializados, através da eliminação de plantas nas diversas fases de desenvolvimento. Este desequilíbrio ocorre porque estas plantas apresentam sistemas de reprodução e dispersão eficientes e acabam por influenciar consideravelmente o ecossistema. Seus efeitos podem incluir a competição por espaço e

recursos com outras espécies nativas, mudanças na estrutura da vegetação e mudanças ao longo de toda a cadeia trófica (ABREU, 2005).

Dentre as espécies invasoras presentes nas unidades de conservação da cidade, a jaqueira se destaca por apresentar grande frequência. Ela é observada em diversos fragmentos florestais, com plantas nas diferentes fases de crescimento. O seu controle tem se dado pela eliminação de árvores adultas, mas não se tem uma idéia mais clara dos efeitos tanto da invasão quanto destas medidas de manejo. Segundo TAVARES *et al.* (2009), a jaqueira possui uma série de características que permitem classificá-la como uma espécie invasora: (a) grande capacidade de crescer, produzir sementes em uma grande variedade de condições climáticas e edáficas; (b) apresentar crescimento inicial rápido e produzir sementes em um curto período de tempo; (c) produz um grande número de sementes por fruto; (d) tem grande habilidade competitiva por água, luz e nutriente; (e) apresenta tolerância a condições desfavoráveis para a germinação, bem como também apresenta mecanismos de adaptação para disseminação a pequena e longa distância. É preciso ressaltar que, no caso da jaca, outras alternativas de controle podem ser buscadas. O uso diversificado e as atividades de extrativismo desta espécie abrem uma possibilidade alternativa de manejo, onde a exploração de frutos, combinada a outras técnicas, poderia aliar o controle a métodos menos drásticos, com a geração de renda para as comunidades, que já estão envolvidas na sua extração, proporcionando trabalho e renda.

O controle da jaqueira é considerado de grande importância de maneira a permitir que a dinâmica da sucessão possa recompor a floresta, com toda a sua diversidade. No entanto, para que este controle possa se dar através de medidas efetivas, deve-se conhecer as características da população atual, sua estrutura horizontal e vertical. É muito provável que hoje, com a ocupação observada, a população de jaqueiras imprima efeitos consideráveis sobre toda a comunidade presente, incluindo, por exemplo, a sua participação na base alimentar de parte da fauna do Parque Nacional da Tijuca, e as medidas de controle devem considerar estas variáveis.

Sabe-se que dentre os produtos de origem vegetal, a jaca é um dos maiores frutos do mundo, além de ser nutritivo, no entanto, seu consumo entre os brasileiros é pouco difundido, se restringindo aos locais de produção nativa (BEIRÃO, 1992). Uma das hipóteses levantadas para entender o baixo consumo deste fruto, é seu aroma característico muito acentuado, o que leva de imediato a apreciação ou a rejeição. Neste sentido, o processamento de jaca através da desidratação (jaca passa), com seu melhoramento tecnológico (textura, aparência, aroma e sabor), pode ser uma alternativa viável que agregue valor a uma matéria-prima pouco ou não comercializada, já que aplicação de calor, remete diretamente o produto à perda de compostos voláteis, responsáveis pela rejeição nos indivíduos não apreciadores. Esta perspectiva poderá atender as exigências presentes e futuras do consumidor e ajustar-se à necessidade do desenvolvimento de novos tipos de produtos, que vão ao encontro não só das demandas de consumo, mas também das novas atitudes do consumo, como por exemplo, o crescente interesse por alimentos saudáveis, com elevado valor nutritivo e com redução do uso de aditivos químicos. Além disso, possibilita aos pequenos e médios produtores o seu aproveitamento, contribuindo para a sustentabilidade, geração de emprego e renda e a segurança alimentar, em seus aspectos qualitativo e quantitativo.

## **2.2 Tecnologia de Desidratação**

### **2.2.1 Histórico**

A preocupação em conservar alimentos surgiu com os primeiros grupos humanos. O homem pré-histórico intuiu que as provisões dos dias de fartura poderiam ser mantidas para

os tempos de escassez. Passando a secar carne no sol, observou que a camada externa, depois de seca, possibilitava a conservação da parte interna por mais tempo.

Com o advento do fogo, surgiram os métodos de defumação, em seguida a salga, outro sistema de conservação de prática bastante simples, além de extremamente higiênica. Os fenícios descobriram um método específico para conservação de carne de caça: mantinham-na mergulhadas no mel. Alguns povos da Ásia tinham o hábito de preservar a carne imersa na banha, o que reduzia consideravelmente o risco de deterioração (CRUZ, 1989; NETO, 2005).

Em 1795, foi criada, na França, a primeira máquina de desidratar frutas e hortaliças por meios não naturais. O aparelho funcionava com duplo sistema: um de aquecimento de ar e outro de controle de temperatura. Entretanto, a desidratação só passou a ser aplicada de forma significativa na Primeira Guerra Mundial, em razão da necessidade de alimentos em larga escala, destinados a suprir as tropas em combate. Com a segunda Grande Guerra mundial, no período entre 1939 e 1944, os Estados Unidos desenvolveram técnicas para a desidratação de mais de 160 tipos de vegetais (MATOS, 2007).

### **2.2.2 Princípios**

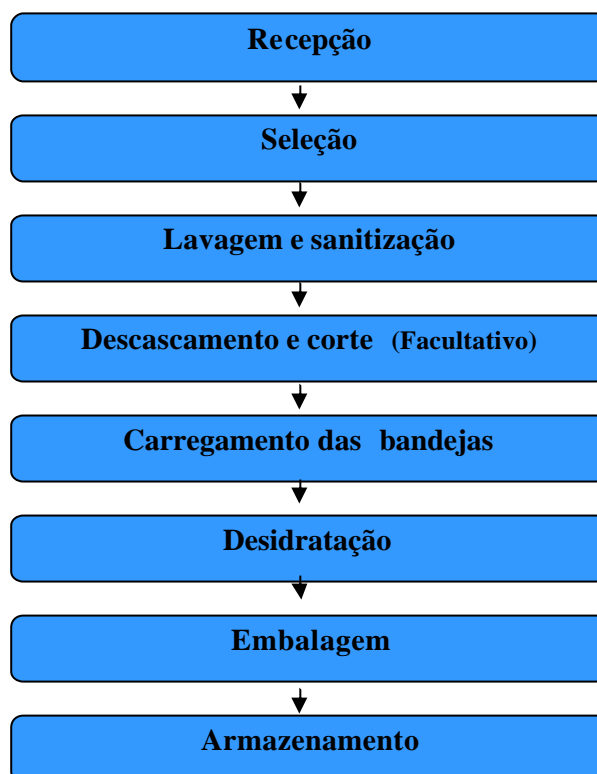
Uma das principais causas de deterioração de alimentos frescos e também conservados é a quantidade de água livre presente nos mesmos (EL-AQUAR e MURR, 2003). Portanto, faz-se necessária a utilização de métodos ou combinação destes a fim de que o alimento se torne estável à deterioração química e microbiana (LABUZA, 1980; ARÉVALO-PINEDO e MURR, 2005). Assim, a desidratação é um método que garante melhor conservação das frutas e, industrialmente, é feita por meio de sua secagem, ou seja, retira-se água por meio do calor produzido artificialmente em equipamento chamado desidratador. As condições de temperatura, umidade e corrente de ar são acompanhadas com rigor para a maior qualidade do produto final (VEJA-MERCADO, GÓNDORA-NIETO e BARBOSA-CÁNOVAS, 2001).

Segundo a RDC nº 272 (BRASIL, 2005), fruta seca é o produto obtido pela perda parcial da água da fruta madura, inteira ou em pedaços, por processos tecnológicos adequados que possibilitem a manutenção de, no máximo, 25% de umidade (g/100g). O produto é designado simplesmente pelo nome da fruta que lhe deu origem, seguida da palavra "seca". Os produtos preparados com mais de uma espécie de frutas, terão a designação de "frutas secas mistas", seguida do nome das frutas componentes. Pode também ser usada a palavra "passa", em lugar de "seca". Ex: uva passa, jaca passa, etc.

MATOS (2007) afirma que o processamento de frutas desidratadas agrega valor ao produto, além de reduzir custos com transporte, embalagem e requerer menor área para armazenamento. Porém, a qualidade final do produto que será desidratado depende da matéria-prima utilizada, se as frutas utilizadas durante o processamento forem de boa qualidade, o resultado final é fruta seca saudável e saborosa.

As frutas secas, ao contrário das frescas, representam uma fonte mais concentrada de calorias, fibras, açúcares e alguns nutrientes, além de terem um prazo de validade maior, já que a água, que é a responsável pelo crescimento de microorganismos, que deterioram o alimento, é retirada. Além disso, são de fácil obtenção, como pode ser visto na Figura 1.

Além das vantagens observadas, a desidratação confere também o refinamento do alimento, tendo-se como consequência a instalação de um novo produto no mercado, o que usualmente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (UNIFEM, 1989).



**Figura 1** – Fluxograma de processamento de alimentos desidratados (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

De acordo com DOYMAZ (2007), o mecanismo de secagem é estabelecido pela transferência de calor e massa da fruta, durante a secagem, que resulta na remoção da umidade, ocorre por vaporização térmica, com o auxílio de ar aquecido, que flui pela superfície da fruta. Essa vaporização térmica se processa numa temperatura inferior à de ebulição da água e depende, essencialmente, dos seguintes fatores: pressões de vapor d'água na fruta e no ar de secagem; temperatura e velocidade do ar; velocidade de difusão da água na fruta e, de menor importância, a espessura e a superfície exposta para secagem.

**a) Pressão de vapor d'água** - trata-se da pressão parcial exercida pelo vapor d'água presente no ar. Essa propriedade varia em função das concentrações de água no produto e do vapor d'água no ar. A evaporação depende do diferencial entre a pressão de vapor d'água existente na fruta e no ar; à medida que se aumenta essa diferença aumenta-se a taxa de evaporação.

**b) Temperatura** - quanto maior a temperatura do ar, menor a sua umidade relativa e maior a quantidade de energia que o mesmo pode fornecer, melhorando, dessa forma, a condição de secagem. Levando-se em consideração somente este fato, seria conveniente trabalhar com temperaturas de secagem bem elevadas. Porém, essa temperatura está limitada pela temperatura máxima que a fruta pode suportar, sem sofrer transformações indesejáveis na aparência e nas suas qualidades organolépticas e nutricionais.

Segundo ARÉVALO-PINEDO e MURR (2005), através de curvas de secagem, pode-se observar que a maior parte do processo transcorre dentro de um período de velocidade decrescente. Nota-se também que a temperatura de secagem exerce influência sobre a velocidade de secagem em cada tipo de alimento estudado, sendo o tempo de secagem menor com o aumento da temperatura. Assim como a temperatura, a pressão também exerce influências na cinética de cada tipo de alimento. Assim, o aumento da temperatura causa uma diminuição do tempo de secagem em todos os casos e este tempo diminui ainda mais quando

diminui a pressão de secagem. A tabela 2 mostra algumas frutas e sua adaptabilidade à desidratação, não havendo dados sobre a jaca, matéria-prima em estudo.

**Tabela 2** – Adaptabilidade de frutas à desidratação.

Frutas	Umidade <i>in natura</i> (%)	Adaptabilidade à desidratação	Tempo de armazenamento a 25°C (meses)
Abacaxi	86	Excelente	6 a 8
Ameixa	81 a 87	Boa	6 a 8
Banana	75	Boa	5 a 8
Coco	51	Excelente	2 a 4
Figo	78	Excelente	4 a 6
Frutas cítricas	80 a 90	Pobre	6 a 8
Maçã	84	Excelente	4 a 6
Manga	77 a 84	Boa	6 a 8
Melão	85 a 95	Pobre	1 a 2
Pêssego	82 a 92	Excelente	4 a 6
Papaia	88 a 90	Boa	4 a 6

Fonte: CRUZ (1989)

**c) Velocidade de difusão da água no produto** - de modo geral, os materiais apresentam duas ou mais fases distintas de secagem: uma que ocorre a uma taxa de evaporação constante, quando a água livre evapora da superfície do material e nas demais a taxa de evaporação é decrescente e a secagem é controlada pelo mecanismo de difusão.

**d) Velocidade do ar** – a taxa de evaporação é diretamente proporcional à velocidade do ar de secagem, principalmente, na fase inicial. Entretanto, ela não deve ultrapassar 3m/s, pois exigiria a utilização de ventiladores de maior potência, com maiores custos de investimento e operacional, o que não é compensado pela redução proporcional de tempo de secagem. Isso porque, na maior parte do ciclo de secagem, a taxa de evaporação não depende da velocidade do ar e está limitada pela velocidade de difusão de água do interior para superfície da fruta.

**e) Espessura e superfície disponível** – o fator superficial disponível está relacionado com a subdivisão da fruta, ou seja, quanto maior a superfície exposta, menor a espessura dos pedaços fazendo com que haja maior quantidade de água em contato com o ar para evaporação e uma maior facilidade na difusão da umidade interna do produto. Entretanto, a superfície e a espessura vão ser determinadas pela forma como deverá se apresentar o produto final, se inteiro ou fatiado.

Um trabalho estudou experimentalmente a cinética de desidratação á vácuo de cenoura e abóbora “*in natura*” e pré-tratadas por branqueamento e congelamento. Os ensaios experimentais foram conduzidos em um secador a vácuo, nas pressões de 5, 15 e 25 kPa e temperaturas de 50, 60 e 70°C. Neste estudo, foi verificado a influência da pressão e temperatura assim como os pré-tratamentos adotados sobre a cinética de secagem. A análise do efeito dos pré-tratamentos e dos parâmetros pressão e temperatura sobre a velocidade de secagem revelou que os melhores valores foram obtidos com a temperatura de 70°C e pressão de 5 kPa para as amostras pré-tratadas por congelamento. Quanto ao tipo de matéria-prima utilizado, a abóbora apresentou maiores velocidades de secagem que a cenoura,

independentemente do tratamento recebido e da condição de secagem utilizada (ARÉVALO-PINEDO e MURR, 2005).

### 2.2.3 As fases do processo de secagem

De acordo com BROD, SILVA E PARK (1994), ao colocar o alimento no secador, devido à diferença de temperatura (ambiente mais quente que o material) ocorre uma transferência de calor da fonte quente para o material úmido e também a evaporação da água. A diferença de pressão parcial de vapor d'água entre o ambiente quente e a superfície do produto ocasionará uma transferência de massa do produto para o ar, e assim o vapor será arrastado do material. Se a água não estiver ligada (ligação física e/ou química) a estrutura dos sólidos é caracterizada como água livre e a energia envolvida no processo será correspondente ao calor latente de vaporização e, se a água estiver ligada, a energia necessária para sua evaporação será maior.

O conhecimento do conteúdo inicial e final (equilíbrio) de umidade do material, da relação da água com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até sua superfície possibilitam fundamentar o fenômeno da secagem (KARATHANOS, 1999; MARTINS, PORTO e PINTO, 2004).

As características específicas de cada produto, associadas às propriedades do ar de secagem e ao meio de transferência de calor adotado, determinam diversas condições de secagem. Entretanto, a transferência de calor e de massa (água) entre o ar de secagem e o produto é fenômeno comum a qualquer condição de secagem. Este processo de secagem pode ser dividido em três períodos:

➤ **1º período:** representa o início da secagem, onde ocorre a elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (água).

➤ **2º período:** caracteriza-se pela taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre e a transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa será constante.

➤ **3º período:** a taxa de secagem é decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, portanto, a transferência de massa, o fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. E quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado, sendo este o único período determinado para a secagem de produtos agrícolas e alimentícios (BROD, ALONSO e PARK, 1999).

Para se obter um perfeito controle na secagem de frutas, é necessário observar três diferentes tipos de medidas:

a) Temperatura do ar: ambiente, na entrada da câmara de secagem após aquecimento e na saída da câmara de secagem.

b) Umidade relativa do ar: ambiente ou no início da câmara de secagem e no final da câmara de secagem.

c) Umidade do material: antes, durante e no fim da secagem.

Uma forma de se avaliar com boa aproximação o ponto final da secagem é por meio da pesagem de uma ou mais bandejas e utilizando-se da seguinte forma:



$$Pf = \frac{Pi (100 - Ui)}{100 - Uf}$$

*Pf* = peso líquido final para que o produto tenha a umidade desejada.

*Pi* = peso líquido inicial, obtido por meio de pesagem.

*Ui* = umidade inicial (estimada ou analisada)

*Uf* = umidade final desejada.

Os alimentos desidratados encontraram-se dentro das faixas estabelecidas para alimentos com umidade intermediária os quais, segundo AGUILERA e PARADA (1992), devem apresentar umidade variando de 15% a 40% e atividade de água entre 0,65 e 0,85.

#### 2.2.4 Transformações químicas durante a desidratação

Basicamente, dois tipos de reações podem ocorrer durante e após o processamento de frutas secas: escurecimento enzimático e não-enzimático. O primeiro ocorre, principalmente, nas operações de preparo e de secagem da fruta e são causadas pela ação de enzimas do grupo das polifenoloxidasas, que podem alterar a cor e o sabor do produto final. O segundo também denominado de reação de *Maillard* é responsável principalmente, pelo escurecimento da fruta seca durante o seu armazenamento. De forma simplificada consiste na reação entre radicais aminoprotéicos e grupos de glucose e frutose. O resultado final dessas reações são os denominados compostos melanoidínicos densamente coloridos (PONTING, 1973). Alguns recursos são utilizados para evitar ou minimizar a ação dessas reações. O calor como um agente inativador de enzimas tem sido utilizado de várias formas, principalmente na fase de preparo da fruta e na secagem propriamente dita. Na prática, agentes inibidores destas reações, tais como os ácidos ascórbico e cítrico ou sulfitos têm sido regularmente utilizados. Desses, os que têm apresentado maior eficiência e viabilidade técnica de uso são os sulfitos, na forma ativa de SO<sub>2</sub> livre. Em ambos os tipos de reação, o SO<sub>2</sub> ou anidrido sulfuroso tem ação inibidora, sendo que no caso das polifenoloxidasas, a inibição se processa pela reação do íon sulfito (SO<sub>2</sub>) com as pontes de dissulfeto da proteína, provocando uma ruptura das ligações, desta forma, perdendo a proteína interligada.

#### 2.2.5 Transformações físicas

Poucas são as informações disponíveis quanto às modificações físicas indesejáveis que podem ocorrer, durante o processamento e o armazenamento das frutas. De modo geral, têm-se observado que essas transformações podem causar modificações profundas na textura e na cor do produto final e que elas parecem estar relacionadas aos mecanismos de difusão e evaporação de água dentro e na superfície do produto.

O comportamento dos materiais, nesse aspecto, é muito diverso e depende de sua composição e estrutura celular (PONTING, 1973). Na prática, tem-se observado que a secagem sob condições severas do ar (altas temperaturas e umidade relativa baixa) pode causar um ressecamento excessivo e irreversível da superfície da fruta (MATOS, 2007). Por outro lado, o uso da fruta em estágio precoce de maturação, com um teor elevado de amido residual, pode resultar em um produto final mais duro e de aspecto geral esbranquiçado.

Uma fase crítica da desidratação é a finalização, pois pode ocorrer o ressecamento na superfície do alimento e aumento de sua temperatura, ocorrendo redução na qualidade desse

produto alimentício. Os defeitos mais comuns dos alimentos desidratados são: a dureza excessiva, o surgimento de rugosidade na superfície do produto que denigre a sua aparência, a dificuldade de re-hidratação, bem como a degradação da cor, aroma e sabor (FELLOWS, 1994).

Já o endurecimento da fruta seca durante seu armazenamento pode estar relacionado com as perdas de água pelo produto armazenado em ambiente muito seco e quando a embalagem permite a passagem de vapor d'água para esse ambiente até que o equilíbrio seja estabelecido. Finalmente, pode ocorrer um fenômeno de cristalização de açúcares redutores e da sacarose, na superfície da fruta seca, armazenada a temperaturas inferiores a 20°C e que parece estar relacionada a variações na atividade de água do produto. Quando isso acontece, a superfície da fruta seca adquire uma aparência granulosa e esbranquiçada, que na maioria das vezes é confundida com o crescimento de fungos. Essa cristalização pode ser eliminada pelo aquecimento da fruta na embalagem a 50°C e em seguida resfriada.

As embalagens devem conferir boas características de impermeabilidade ao vapor d'água, sendo que a impermeabilidade ao oxigênio não se constitui fator de maior importância, se a fruta não constituir fonte importante de componentes oxidativos, como o beta-caroteno e a vitamina C. A embalagem, por sua vez, deverá proteger o produto da radiação ultravioleta que promove escurecimento pela ativação de determinadas reações fotoquímicas indesejáveis. De modo geral, a velocidade das reações de escurecimento é diretamente proporcional à temperatura de armazenamento, sendo que a velocidade dobra para cada 5°C de aumento na temperatura (PONTING, 1973).

### **2.2.6 Aspectos microbiológicos**

Para fins práticos, a definição de atividade de água ( $A_w$ ) poderia ser interpretada como o teor de água livre ou disponível no alimento para utilização pelos microrganismos. Assim sendo, não é o teor de umidade, mas sim a atividade de água que irá definir a suscetibilidade à deterioração e a provável vida-de-prateleira do alimento, ou seja, a diminuição da  $A_w$  dos alimentos contribui para conservação e aumenta a vida útil.

A atividade de água acima de 0,90, as bactérias são os microrganismos predominantes na maioria dos alimentos; enquanto abaixo de 0,85, os fungos filamentosos são os mais numerosos e diversos (HOCKING, 1988). Para produtos do tipo frutas secas, com atividade de água acima de 0,78, existe um risco maior de desenvolvimento de bolores e leveduras, havendo, neste caso, a necessidade de utilização de agentes fungistáticos do tipo sorbato de potássio, para uma adequada conservação do produto.

Segundo MATOS (2007) as frutas frescas mais utilizadas para a desidratação são: ameixa, damasco, figo, uva, maçã, banana, pêssego, manga e abacaxi.

### **2.2.7 O mercado de alimentos desidratados**

A fruticultura no Brasil é voltada para o mercado *in natura* com exceção da laranja, a produção e comercialização de frutas processadas acompanham de perto a produção e comercialização de fruta fresca. A agroindústria é um dos mais dinâmicos segmentos da economia brasileira, sendo responsável por parcela significativa das exportações do país. O setor lidera as estatísticas de geração de emprego e de números de estabelecimentos industriais (RODRIGUES, 2007).

Poucas atividades econômicas apresentam índices comparativos neste quesito. O setor proporciona a fixação do homem no campo, agrega valor ao produto agrícola, utiliza tecnologia e equipamentos que independem do setor externo. Na área de produção de frutas, o Brasil é um dos três maiores produtores mundiais com uma produção que ultrapassa 34

milhões de toneladas, atrás apenas da China e da Índia, e gera mais de 4 milhões de empregos diretos (MATOS, 2007).

O mercado de alimentos desidratados no Brasil ainda é muito restrito e é concentrado quase que 100% nos centros urbanos e nas classes sociais mais elevadas. Porém, sabe-se que o consumo desses alimentos é comum entre pessoas de todas as idades e classes sociais. O que varia é a frequência. Como a tendência desse mercado é crescer – pois, de maneira geral, a produção de frutas secas no Brasil ainda é praticada artesanalmente. Os maiores importadores em volume foram à China, Rússia, Alemanha e Malásia (MATOS, 2007).

### 2.3 Compostos Voláteis

De acordo com THOMAZINI e FRANCO (2000), os compostos voláteis são responsáveis pelo aroma e sabor característico dos frutos e variam de acordo com a cultivar, estágio de maturação, época de colheita, tratamentos culturais, condições edafoclimáticas. A sensação do gosto é atribuída à presença de compostos não voláteis dos alimentos (tais como açúcares, sais, ácidos, taninos, glutamato monossódico), determinando as sensações básicas descritas como doce, salgado, azedo, amargo e umami. Já a sensação do aroma é bem mais complexa, pois o olfato humano pode discriminar entre milhares de compostos voláteis. Esses compostos são termicamente instáveis, tendem a se exaurir no processamento, por isso torna-se interessante caracterizá-los.

O estudo de um aroma está baseado em 3 pilares: extração dos constituintes (voláteis e/ou precursores de voláteis), análise e avaliação sensorial destes constituintes. A química de aromas tornou-se expressiva a partir dos anos 60, em função do desenvolvimento das técnicas analíticas de cromatografia gasosa e da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (ACREE e TERANISH, 1990).

Os frutos são unidades em constante desenvolvimento, com características metabólicas próprias, o que leva a diferente taxa de respiração durante seu processo de amadurecimento, e conseqüentemente a profundas diferenças no seu aroma até a sua deterioração. A perfuração de sua casca acelera reações enzimáticas, o uso de aquecimento catalisa, no pH natural, reações de degradação dos açúcares naturais e promovem reações de condensação entre compostos aminados e carbonilados; tudo isso introduz aromas não naturais que descaracterizam o odor inicial peculiar de uma fruta (TRESSL, HOLZER e APETZ, 1975). A enorme variedade estrutural dos frutos que se conhece justificaria, por si só, a aplicação de diversas técnicas de isolamento do aroma durante um processo investigativo.

Para a identificação dos compostos responsáveis pelo sabor são necessários procedimentos que, inicialmente, permitam isolar os voláteis da grande massa dos macronutrientes do alimento, com a mínima distorção da composição original própria do sabor em estudo. A busca por um extrato representativo do aroma do fruto *in natura* deve levar em consideração técnicas de isolamento e concentração, que evitem, ao máximo, a degradação do alimento, evitando assim a presença de aromas não característicos do fruto *off-flavors* (WILKES *et al.*, 2000). As técnicas mais utilizadas para análise de voláteis são: *Headspace* (HACHENBERG e SCHMIDT, 1979; SCHEIER, 1984; BICCHI e JOULAIN, 1990; BAIGRIE, LAURIE e MCHALE, 1984), *SDE* (*Simultaneous Distillation-Extraction*) (CHARENTREAU, 2000; PAWLISZYN, 1995), *SPME* (*Solid Phase Micro Extraction*) (YANG e PEPPARD, 1994; KATAOKA, LORD e PAWLISZYN, 2000; VALENTE e AUGUSTO, 2000; MULLER e LAMPARSKY, 1991; BOATRIGT, 2000), *Purge and Trap* (HEATH e REINECCIUS, 1989; COLEMAN, 1992), Extração por Solvente (ZIEGLER e ZIEGLER, 1998) e Extração por Fluido Supercrítico (ESQUÍVEL, RIBEIRO e BERNARDOGIL, 1999).

Análises quantitativas e qualitativas de compostos voláteis são tarefas difíceis em função de aspectos como: matrizes extremamente complexas, associação com compostos não voláteis, concentrações mínimas presentes (em frutos  $< 10^{-14}$  %), mistura onde coexistem substâncias com diferentes pressões de vapor, substâncias com propriedades organolépticas diferenciadas, reatividade química e a presença, às vezes, de quantidades razoáveis de substâncias sem nenhum potencial odorífero (ROSSITER, 1996; BEMELMANS, 1979). Para tornar possível um estudo preciso e objetivo na identificação destes compostos faz-se necessário o uso de técnicas analíticas avançadas, desenvolvidas exatamente com esta finalidade (HUNZIKER, 1989).

Seguem abaixo descrições mais detalhadas das técnicas de isolamento de voláteis e da técnica analítica de separação e identificação de voláteis, visto que as mesmas são partes importantes deste trabalho.

### 2.3.1 Isolamento e concentração de voláteis

Os métodos de isolamento de compostos voláteis dividem-se em: *Headspace*, Destilação e Extração por Solvente.

#### a) *Headspace*

O *headspace* consiste na atmosfera gasosa que circunda uma amostra. As técnicas que empregam o *headspace* coletam os compostos presentes nesta atmosfera, o que pode ser feito de modo estático ou dinâmico, este último utilizando um gás inerte que tem como função o arraste dos *flavors*, em geral para um adsorvente. No uso de adsorvente o material coletado deverá ser liberado pelo emprego de solvente ou de temperatura. Esta técnica é vantajosa por não haver obrigatoriedade de aquecimento da matriz. Para a obtenção de dados quantitativos, é necessária a análise do decaimento da concentração de voláteis ao longo da amostragem, o que alonga o tempo de análise (BELITZ, 1999; KOLB e ETTRE, 1991). A fração aromática obtida por esta técnica exige uma concentração posterior de volume, que deve ser executada com muito cuidado a fim de não ocorrer perda de nenhum volátil.

Em frutos, observa-se que extratos obtidos por *headspace* apresentam aroma bastante similar ao da matriz, o que a torna uma das técnicas mais empregadas, se não a mais, no estudo de aromas de frutos. Há inúmeros relatos de aplicação de *headspace* em frutas, empregando diferentes aparelhagens e adsorventes como pode ser visto no estudo de maracujá (CHEN *et al.*, 1982), cajá (FRAGA e REZENDE, 2001), cupuaçu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), umbu-cajá (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), araçá-boi (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), camu-camu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), murici (ALVES e FRANCO, 2003), entre outras.

➤ **Micro Extração em Fase Sólida:** de acordo com KATAOKA, LORD e PAWLISZYN (2000), uma das mais recentes e interessantes variações em *headspace* é a microextração em fase sólida (em inglês, SPME – *Solid Phase Micro Extraction*). Surgida na década de 90, consiste na adsorção de substâncias voláteis em uma superfície polimérica de espessura de fase entre 07 e 100  $\mu\text{m}$  fixadas em uma seringa. A extração dos voláteis por adsorção pode ser feita por seu *headspace* (HS-SPME) ou ainda na por contato direto da fibra com a matriz (DI-SPME).

Após a adsorção dos voláteis, os compostos são liberados por dessorção térmica no próprio injetor cromatográfico por efeito da temperatura, o que torna a técnica muito simples para utilização. Uma boa análise por SPME é obtida quando otimizados os parâmetros que interferem diretamente na técnica (WARDENCKI, MICHULEC E CURYLO, 2004), tais como:

- **Seleção do modo de extração:** DI-SPME é mais sensível para analitos semi-voláteis predominantemente em líquidos, enquanto que HS-SPME é mais utilizado para analitos de maior volatilidade presentes em amostras sólidas, líquidas ou gasosas. Vale ressaltar que a amostragem por HS exibe menor grau de ruídos na linha base (*background*) na análise cromatográfica, além de aumentar o tempo de uso da fibra visto que a mesma não fica em contato direto com a amostra.

- **Natureza e espessura da fase adsorvente:** são disponíveis comercialmente adsorventes de diferentes polaridades e espessuras de fase. Observa-se que: polidimetilsiloxano (PDMS) é mais sensível a compostos não polares, poliacrilato (PA) é preferido para compostos polares e a combinação destes com outros adsorventes tais como divinilbenzeno (DVB), carboxen (CAR), carbowax (CW) é utilizada para as mais variadas composições encontradas nas diversas amostras. Segundo a literatura, o uso do carboxen nestas fibras aumenta a capacidade de retenção em função de potencializar simultaneamente os efeitos de adsorção e de distribuição dos analitos na fase estacionária. Quanto à espessura de fase, os compostos voláteis requerem o uso de fibras com espessura de fase maior, exigindo um tempo mais alto para atingir o equilíbrio entre a fibra e as substâncias presentes no *headspace*. Fibras com espessura de fase maior possibilitam maior sensibilidade, pois tem a capacidade de reter maior concentração de voláteis (WARDENCKI, MICHULEC E CURYLO, 2004).

- **Agitação e temperatura da amostra:** observa-se que a presença de agitação e aquecimento (40-60°C) acelera a transferência dos voláteis da matriz para o adsorvente.

- **Adição de sais solúveis à amostra:** a eficiência de extração é aumentada pela adição de sais, tais como: cloreto de sódio, carbonato de potássio e outros, sendo o mais comum o cloreto de sódio. A adição de sais é preferencialmente utilizada quando da extração por *headspace* a fim de poupar a fibra da presença destes sais. Segundo ROCHA *et al.* (2001), isto é um resultado direto do fenômeno de *salting-out*, que consiste na diminuição da solubilidade dos compostos na fase aquosa, promovendo sua passagem para a fase de vapor.

- **Dessorção do analito:** a dessorção eficiente dos analitos adsorvidos na fibra é dependente de fatores como: volatilidade do composto, espessura de fase da fibra, temperatura do injetor cromatográfico, design do injetor e tempo de dessorção. Geralmente utiliza-se o injetor no modo sem divisão de fluxo, de 2 a 5 minutos de válvula fechada, de modo a garantir toda a transferência dos voláteis adsorvidos para a coluna cromatográfica. A temperatura do injetor deve levar em consideração o ponto de ebulição do componente menos volátil presente na fibra. A fim de evitar alargamento dos picos e garantir uma boa resolução cromatográfica da amostra, deve-se manter a temperatura do forno cromatográfico o mais baixa possível, ou ainda optar por criogenia (WARDENCKI, MICHULEC E CURYLO, 2004).

- **Purge and trap:** é a extração de voláteis por fluxo contínuo de gás inerte através ou na superfície acima da amostra, sendo, em seguida, capturados e se necessário concentrados em adsorventes (carvão ativo, Porapak, Tenax, entre outros). A liberação dos voláteis capturados pode ser feita através da dessorção térmica ou extração com solventes (ELMORE, ERBAHADIR E MOTTRAM, 1997; RADULESCU, CHILIMENT E OPREA, 2004).

## b) Destilação

A destilação simples não é relatada na literatura como um método muito utilizado na extração de voláteis e sim, como um método industrial para concentração de aromas. Os métodos de destilação mais comum na análise de aroma são:

- **Destilação por Arraste a Vapor:** envolve co-destilação dos voláteis presentes em uma determinada matriz por arraste com vapor d'água. Os compostos voláteis arrastados são condensados em aparelhagem eficientemente resfriada e os voláteis contidos no destilado aquoso são, então, extraídos com um solvente orgânico, e posteriormente concentrados

(BERGER *et al.*, 1985). São várias as aparelhagens para destilação por arraste a vapor, porém, uma bastante utilizada é a aparelhagem tipo *Clevenger*, que em função do seu desenho a destilação procede sem a posterior necessidade de extração por solvente orgânico, visto que com o uso da mesma obtêm-se o óleo essencial (extrato aromático) isolado da água utilizada para o arraste. Observa-se neste procedimento que a temperatura elevada pode acarretar a degradação de substâncias termolábeis.

➤ **Destilação e Extração Simultâneas ou SDE (*Simultaneous Distillation and Extraction*)** - consiste na destilação de compostos orgânicos pela passagem de uma corrente de vapor d'água através da mistura, com simultânea extração por solvente não miscível em água (ALVES e JENNINGS, 1979; POLLIEN *et al.*, 1998). Embora apresente as vantagens de não ser necessária uma posterior concentração, em função da pequena quantidade de solvente utilizado na extração (em geral menos que 5 mL) e de exigir uma pequena quantidade de material (1 a 15g), seu maior inconveniente se deve a presença de interferentes nos extratos obtidos. Observa-se que o uso da Extração e Destilação Simultâneas sob pressão reduzida minimiza bastante a presença dos interferentes gerados (O'RIORDAN e DELAHUNTY, 2001).

### c) Extração

➤ **Extração Direta:** consiste em colocar a matriz diretamente em contato com um solvente orgânico durante determinado tempo e posteriormente concentrar o extrato aromático obtido.

➤ **Extração Líquido-Líquido (ELL):** dentre os métodos de extração é o mais utilizado para *flavors* e consiste em colocar a amostra aquosa em contato com um solvente extrator imiscível, numa aparelhagem que opera em modo contínuo (VAN RUTH e BUHR, 2004). Em geral solventes utilizados de baixo ponto de ebulição como diclorometano, pentano ou pentano-éter apresentam como vantagem o fato de não ser necessário o aquecimento da amostra.

➤ **Extração por fluido supercrítico (EFS):** vertente mais moderna da extração por contato, consiste na utilização de uma variedade de fluídos extratores (normalmente CO<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub> modificado com solvente orgânico (em geral metanol)), altas pressões (2000-4000 psi) e elevadas temperaturas (50-150°C) (ESQUIVEL, RIBEIRO e BERNARDO, 1998). Embora não seja largamente utilizado no Brasil, devido ao seu alto custo, apresenta vantagens em relação a outros métodos de isolamento como a utilização de reduzido tamanho da amostra, menor volume extrator, menor tempo de extração e a possibilidade de extração de um grande número de amostras e no caso de CO<sub>2</sub> ausência de solvente.

Todos os métodos citados para isolamento de voláteis apresentam vantagens e desvantagens de tal forma que aquele a ser utilizado dependerá do objetivo a ser alcançado no isolamento dos voláteis de determinada matriz, além da natureza dos voláteis da mesma. Caso o objetivo seja investigar os voláteis presentes na matriz *in-natura*, deve-se procurar utilizar métodos que evitem aquecimentos prolongados e com alta temperatura, pois estes fatores favorecem a formação de interferentes, que muitas das vezes, no caso particular de aromas, favorece o aparecimento de notas aromáticas não características da matriz. No entanto, sendo o objetivo a geração de uma essência com notas predominantemente torradas e tostadas, muito provavelmente a técnica escolhida para isolamento dos voláteis será aquela que favoreça a formação destas substâncias, ou seja, com aquecimento.

### 2.3.2 Cromatografia gasosa com detector seletivo de massas (CG-EM)

Segundo MCLAFFERTY, STAUFFER e WESDEMIOTIS (1999), desde 1955 quando F. W. McLafferty e R. S. Golilke ofereceram a comunidade científica o primeiro acoplamento eficiente entre um cromatógrafo gasoso (CG) e um espectrômetro de massas (EM) a CG-EM vem assumindo o posto da técnica mais usada na análise de substâncias voláteis de matrizes variadas, inclusive aromas, o que se deve especialmente à facilidade de identificação de um vasto número de substâncias, subsidiada pelo acesso a extensos bancos de espectros de massas, a co-injeção de padrões e ao uso de índices de retenção precisos, que se complementam na identificação de compostos.

Os compostos voláteis são responsáveis pelo sabor característico dos alimentos. Eles estão presentes em um amplo intervalo de concentração, possuindo diferentes classes químicas, além de serem termolábeis. Comumente o sabor de um produto é constituído por centenas de compostos voláteis. Entretanto, somente alguns compostos presentes contribuem efetivamente para o aroma do alimento. O conhecimento dos compostos importantes que contribuem para o sabor característico do produto permite o desenvolvimento de novas formulações de aroma e para monitorar a qualidade do produto (ALVES, 2004).

SELVARAJ e PAL (1989) estudando mudanças ocorridas durante diversas fases do amadurecimento da jaca, detectaram produção máxima de aroma no período de 4 a 8 dias após a colheita do fruto, destacando (0,02%) de componentes voláteis, num total de 38 componentes presentes na polpa da fruta madura.

SWORDS *et al.* (1978), utilizando CG-EM e a destilação por arraste identificaram na jaca em torno de 20 componentes sendo os álcoois alifáticos: butanol, álcool isoamílico, hexanol e octanol e os ésteres isovalerato de butila, butanoato de butila, isovalerato de isoamila, acetado de butila, isovalerato de propila como compostos majoritários.

Segundo WILLIE e FELLMAN (2000), o controle qualitativo e quantitativo do perfil dos ésteres voláteis em frutas representa um papel importante na determinação das características do aroma do fruto e presumivelmente pode determinar diferenças em cultivares. A produção de compostos voláteis é uma característica de qualidade importante em muitos frutos e que precisa ser mais explorada.

MAIA, ANDRADE e ZOGHBI (2004) utilizando destilação-extração simultâneas (SDE) por 3 horas e comparando os voláteis de jaca mole e jaca dura, identificaram na jaca dura 20 compostos, sendo 13 ésteres, 4 álcoois, 2 ácidos e 1 aldeído com contribuição majoritária e na jaca mole, 31 componentes sendo 21 ésteres, 4 álcoois, 3 aldeídos e 3 hidrocarbonetos. Os componentes principais identificados no aroma da variedade dura foram o isovalerato de isopentila (28.4%) e isovalerato de butila (25.6%). O aroma de jaca mole possui o isovalerato de isopentila (18.3%), acetato de butila (16.5%), isovalerato de etila (14.4%), isovalerato de butila (12.9%) e 2-metilbutila acetato (12.0%). Sendo majoritários em ambas amostras o isovalerato de isopentila. Avaliações sensoriais não foram abordadas neste trabalho.

No Brasil, mais recentemente FRAGA (2005) estudou a extração de voláteis em jaca proveniente do Rio de Janeiro, através de quatro técnicas de extração de voláteis, tais como: extração e destilação simultâneas, *headspace*, extração líquido-líquido e microextração em fase sólida. Os extratos obtidos foram avaliados olfativamente quanto à semelhança com frutas naturais, pelo emprego de técnicas olfatométricas descritivas, comparativas e por cromatografia gasosa olfatométrica. Os estudos mostraram que o extrato mais representativo do aroma foi o proveniente do *headspace*, sendo identificado 59 compostos aromáticos (Tabela 3), dos quais, houve a presença majoritária de ésteres (68%), seguida de álcoois (16%), ácidos (8%) e aldeídos (8%).

**Tabela 3** – Composição de compostos voláteis de jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Nº	SUBSTANCIAS IDENTIFICADAS	INDICE DE RETENÇÃO*
1	2-Butenal	1012
2	Butanoato de etila	1025
3	2-Metil-butanoato de etila	1055
4	3-Metil-butanoato de etila	1050
5	1-Butanol	1160
6	3-Metil-butanoato de propila	1164
7	Hexanoato de metila	1176
8	2-Metil-1-butanol	1204
9	Butanoato de butila	1208
10	Hexanoato de etila	1217
11	3-Metil-butanoato de butila	1240
12	Butanoato de pentila	1248
13	2-Metil butanoato de 2-metil butila	1286
14	3-Metil butanoato de 3-metil butila	1300
15	Pentanoato de butila	1303
16	2-Metil-propenoato de butila	1310
17	1-Hexanol	1330
18	Hexanoato de 2-metil-propila	1340
19	3-Hexeno-1-ol	1348
20	3-Metil-butanoato de pentila	1351
21	2,4-Hexadienal	1353
22	Nonanal	1360
23	Octanoato de metila	1362
24	2-Hidroxi-3-metil butanoato de metila	1363
25	<i>trans</i> -2-Hexeno-1-ol	1368
26	3-Hidroxi-3-metil butanoato de etila	1373
27	2-Octenal	1382
28	Hexanoato de butila	1388
29	Butanoato de hexila	1390
30	<i>cis</i> -Óxido de linalol	1400
31	Furfural	1404
32	3-Etil ciclohexeno	1407
33	Pentanoato de hexila	1429
34	2,4-Hexadienoato de etila	1434
35	Acetato de octila	1440
36	2-Hidroxi-3-metil pentanoato de metila	1445
37	3-Hidroxi-butanoato de etila	1471
38	2-Hexeneoato de butila	1488
39	1-Octanol	1519
40	Ácido butírico	1583
41	Valerato de pentila	1594
42	2,4-Hexadienoato butila	1616
43	Ácido isovalérico	1623
44	3-Hidroxi-butanoato de butila	1655
45	1,5-Octanediol	1699
46	Fenil acetato de etila	1721
47	Hidrocinamato de metila	1774
48	Ácido hexanóico	1794
49	Dodecanoato de etila	1806
50	Hidrocinamato de etila	1818
51	Álcool fenético	1841
52	Isovalerato de fenil etila	1925
53	<i>Trans</i> - Cinamaldeído	1950
54	Álcool fenil propílico	1975
55	Ácido octanóico	2013
56	Isovalerato de 3-fenil propila	2055
57	Hexadecanoato de metila	2176
58	Palmitato de etila	2223
59	Ácido mirístico	2625

IR = Índice de retenção determinado usando-se uma série de n-alcanos como referência.

\* FRAGA (2005).



ONG *et al.* (2006) analisaram jacas provenientes da Malásia e detectaram um total de 23 compostos voláteis em jaca, utilizando análise de cromatografia gasosa e espectrômetro de massas, dentre estes, 20 compostos já haviam sido reportados por RASMUSSEN (1983).

## 2.4 Carotenóides

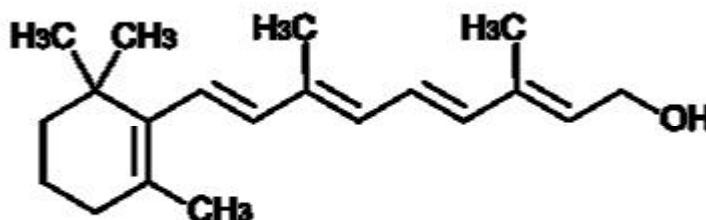
Das várias classes de pigmentos naturais existentes nos alimentos, os carotenóides encontram-se entre as mais abundantes e importantes, provenientes de frutas, verduras, raízes, aves, certos peixes, crustáceos e alguns microrganismos, sendo alguns deles precursores de vitamina A, o que lhes atribui diversas e relevantes funções. Compreende uma numerosa família de compostos químicos lipossolúveis, de cores que vão do amarelo ao castanho, podem ser divididos em pequenas sub-famílias de pigmentos, denominados carotenos e xantofilas (SILVA e MERCADANTE, 2002). Os primeiros são compostos exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, enquanto as xantófilas contêm átomos de oxigênio na sua constituição química.

O  $\beta$ -caroteno é um dos compostos mais importantes no contexto da nutrição, confere a muitos frutos e hortaliças a sua pigmentação amarelada e desempenha um importante papel fisiológico, sendo convertido em vitamina A (retinol) e ácido retinóico no organismo humano. As propriedades antioxidante do  $\beta$ -caroteno são atribuídas a sua estrutura química (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).

A vitamina A pré-formada na dieta provém de alimentos de origem animal como fígado, leite, carne, entre outros, já os alimentos de origem vegetal fornecem carotenóides, que podem ser transformados em vitamina A pelo organismo humano. Estima-se que, no âmbito mundial, cerca de 60% da vitamina A alimentar vem das provitaminas A (OLSON, 1989). Devido ao custo geralmente mais alto dos alimentos de origem animal, a contribuição na dieta das provitaminas A alcança 82% em países em desenvolvimento. Os carotenóides pró-vitamínicos A têm a vantagem de não serem convertidos em vitamina A enquanto o corpo humano não está necessitando, evitando potencial toxidez do excesso de vitamina A.

Dos mais de 650 carotenóides naturais conhecidos, apenas em torno de 50 são passíveis de serem precursores de vitamina A com base nas suas estruturas. O  $\beta$ -caroteno é a provitamina A mais importante, tanto em termos de biopotência (ao qual é atribuída 100% de atividade) como pela sua larga ocorrência (RODRIGUEZ-AMAYA, 1985).

Estruturalmente, conforme mostra a Figura 2, a vitamina A (retinol) é meia molécula de  $\beta$ -caroteno, com uma molécula adicional de água no fim da cadeia lateral. Um anel  $\beta$  não substituído, com uma cadeia lateral poliênica de 11 carbonos é o requisito mínimo para que um carotenóide possa ter atividade pró-vitamínica A (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).



**Figura 2** – Estrutura molecular da Vitamina A.

Os carotenóides exercem outras ações não relacionadas com a atividade provitamina A, tais como, a diminuição do risco de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular e catarata e o fortalecimento do sistema imunológico. Além disso, os carotenóides desempenham um papel fundamental como pigmento acessório na fotossíntese, agindo como coletor de energia e protetor contra foto-oxidação

RODRIGUEZ-AMAYA (2004), BENDICH (1994), GAZIANO e HENNEKENS (1993), MAYNE (1996), OLSON (1999), ASTORG (1997). Estes efeitos benéficos à saúde têm sido relacionados à propriedade antioxidante dos carotenóides, mediante o seqüestro de oxigênio singlete e de radicais livres (KRINSKY, 1989; PALOZZA e KRINSKY, 1992).

A capacidade mostrada pelos carotenóides de seqüestrar oxigênio singlete é ligada ao sistema de duplas ligações conjugadas, sendo a máxima eficiência demonstrada para carotenóides com nove ou mais destas duplas ligações (FOOTE, CHANG e DENNY, 1970).

Por outro lado, a deficiência de vitamina A é um dos três problemas de saúde pública considerados mais sérios, com graves conseqüências especialmente para crianças dos países em desenvolvimento, segundo os órgãos das Nações Unidas, que estão comprometidos a diminuir ou eliminar. A deficiência severa leva a cegueira de milhões de crianças e resulta em taxas muito altas de mortalidade (60%). Mesmo a deficiência sub-clínica é associada ao aumento de 23% da mortalidade. A cegueira noturna, provocada pela hipovitaminose A moderada ou severa, em mulheres na idade reprodutiva tem sido recentemente reconhecida como um problema de saúde pública.

Os principais carotenóides encontrados em alimentos são o  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, luteína, licopeno e violaxantina. Os primeiros cinco são também os mais encontrados no sangue humano. Juntamente com a zeaxantina, são os carotenóides já demonstrados como benéficos à saúde humana. Os carotenóides  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -criptoxantina são pró-vitaminas A. A luteína e a zeaxantina são os carotenóides implicados na redução do risco de degeneração macular (principal causa de cegueira no idoso) e catarata (MOELLER e JACQUES, 2000). Mais eficiente que o  $\beta$ -caroteno como antioxidante (DI MASCIO e KAISER, 1989), o licopeno mostrou ação contra o câncer, a evidência sendo mais forte em relação ao câncer de próstata, estômago e pulmão (GIOVANNUCCI, 1999). A possível atuação de violaxantina em relação às doenças ainda não foi demonstrada.

Como mostrado acima, nota-se a importância dessa correlação entre os carotenóides e a saúde humana, portanto é essencial a determinação da composição completa de carotenóides em alimentos. Tanto a composição qualitativa de carotenóides quanto quantitativa em alimentos varia de acordo com o cultivar, o grau de amadurecimento, a época e o local de colheita e as condições de cultivo, sendo o conhecimento e estudo destas variáveis de extrema importância (BOTELHO e MERCADANTE, 2003). Ainda assim, mesmo que cultivares tenha o mesmo padrão de carotenóides, a presença ou ausência de um pigmento deve ser considerada significativa, já que a interação entre eles e sua localização podem proporcionar cores diferentes.

**Tabela 4** – Teores de carotenóides e vitamina A e diferentes cultivares de manga e caju.

Fruta e cultivar	Procedência	Carotenóides totais	Carotenóide principal	$\beta$ - caroteno	Vitamina A
Manga Haden*	São Paulo	1387	$\beta$ - caroteno	661	115
Manga Extreme*	São Paulo	3045	$\beta$ - caroteno	2545	430
Manga Golden*	São Paulo	2398	$\beta$ - caroteno	1802	307
Manga Tommy Atkins*	Mato Grosso do Sul	1920	$\beta$ - caroteno	1311	224
Manga Tommy Atkins**	São Paulo	-	<i>trans</i> -violaxantina	-	96
Manga Keitt**	São Paulo	-	<i>trans</i> -violaxantina	-	112
Manga Keitt**	Bahia	-	<i>trans</i> -violaxantina	-	251
Caju amarelo***	São Paulo	-	<i>Trans</i> - $\beta$ -caroteno e $\beta$ -criptoxantina	-	14
Caju vermelho***	São Paulo	-	<i>Trans</i> - $\beta$ -caroteno	-	39

\* GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA (1989)

\*\* MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA (1998).

\*\*\* CECCHI e RODRIGUEZ-AMAYA (1991)

Para colocar em evidência as diferenças quantitativas do conteúdo de cada carotenóide em alimentos, GROSS (1981) e FARIN, IKAN e GROSS (1983) estudaram cultivares de tangerina *Clementina*, *Dancy* e *Michal*. Foram observadas diferenças quantitativas de carotenóides distintos, que implicaram em grande diferença no conteúdo total. A cultivar *Dancy* apresentou quatro vezes mais carotenóides que *Clementina* e 1,5 vezes mais que o *Michal*, não sendo encontradas diferenças qualitativas. A tabela 4 apresenta as diferenças encontradas entre os diferentes cultivares de mangas estudados.

Conforme foi observado na Tabela 4, GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA (1989) observaram similaridade qualitativa, mas importantes diferenças quantitativas entre as quatro cultivares de manga, sendo que a manga *Extreme* apresentou maior conteúdo de  $\beta$ -caroteno, de carotenóides totais e de pró-vitamina A e a *Haden* menores concentrações. As mangas de mesma cultivar, Tommy Atkins, mas de diferentes procedências apresentaram carotenóide majoritário diferente. Tal fato foi atribuído a diferentes metodologias utilizadas pelos autores.

Quanto às amostras de caju, o vermelho apresentou maior concentração de carotenóides, sendo o  $\beta$ -caroteno e criptoxantina. Apesar de se esperar a presença do licopeno, por causa da cor vermelha característica do mesmo, este não foi encontrado. Da mesma forma, ASSUNÇÃO e MERCADANTE (2003) encontraram maior concentração de carotenóide em caju do tipo vermelho, procedente do Piauí e também não encontraram o licopeno.

CANO (1991) verificou presença dos principais carotenóides em 4 (quatro) cultivares de kiwi e as principais diferenças observadas foram entre os níveis de concentração de cada carotenóide, com os teores de  $\beta$ -caroteno variando em até 13 vezes entre os cultivares.

De acordo com CHANDRIKA, JANSZ e WARNASURIYA (2005), a deficiência de vitamina A é um problema de grande importância na saúde pública no Sri Lanka. Na pesquisa conduzida por estes autores, foi realizada análise da composição de carotenóides em jaca (*Artocarpus heterophyllus* sinhala: Waraka), pelo uso de HPLC e espectrometria de massas e sua bioconversão. Os carotenóides foram extraídos usando éter de petróleo/metanol e seguido de saponificação com hidróxido de potássio a 10%. Os resultados demonstraram a existência de seis carotenóides em jaca:  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -zeacaroteno,  $\alpha$ -zeacaroteno and  $\beta$ -caroteno-5,6-epóxido e um carotenóide dicarboxílico, a crocetina correspondendo teoricamente a 141,6 equivalentes de retinol por 100 g. Estes resultados indicaram que a jaca é uma boa fonte de provitamina A, mas não tão boa quanto papaya. As concentrações de retinol no soro de ratos suplementados com carotenóides de jaca foram significativamente mais altas ( $p = 0,008$ ) comparadas com o grupo controle, demonstrando que a conversão biológica de provitamina A parece ser satisfatória. Os autores concluíram que o aumento do consumo de jaca madura pode ser indicado como parte de uma estratégia para prevenir e controlar a deficiência de vitamina A no Sri Lanka.

Segundo RODRIGUEZ-AMAYA (1997) e RODRIGUEZ-AMAYA (1999), as medidas de prevenção às endemias carenciais e incentivo ao desenvolvimento sustentável de matérias-primas regionais levam a busca de dados e subsídios para o real conhecimento de fontes alimentícias com viabilidade econômica. Como os frutos em geral, obedecem períodos de safra, o processamento possibilitaria o consumo mesmo durante o período de entressafra, reduzindo inclusive as perdas. No entanto, sabe-se que o processamento de alimentos ao nível industrial, leva à degradação de carotenóides, comprometendo o seu teor em relação à fruta *in natura*, com a ocorrência de isomerização e oxidação.

HIANE *et al.* (2003) caracterizou os carotenóides presentes na polpa de bacuri e verificou as mudanças durante o processamento para obtenção de farinha. Os teores de  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -zeacaroteno encontrados na polpa e na farinha do bacuri foram, respectivamente, 17,28 e 5,38  $\mu\text{g/g}$  e de 23,51 e 7,42  $\mu\text{g/g}$ . Concluíram que do total de carotenóides pró-vitamínicos A encontrados na polpa do bacuri, houve uma perda de aproximadamente 37%

com o processamento para a obtenção de farinha, e essa perda de refletiu nos valores de vitamina A.

SILVA e MERCADANTE (2002), estudaram 5 lotes de maracujá-amarelo *in natura* visando quantificar a composição de carotenóides. Em todos os lotes foram encontrados os seguintes carotenóides:  $\beta$ -criptoxantina, prolicopeno, cis- $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e 13-cis- $\beta$ -caroteno. O  $\beta$ -caroteno ocorreu em traços somente no lote 3 e traços de neurosporeno foi encontrado nos lotes 1 e 2. O fitoflueno foi encontrado em todos os lotes, porém co-eluiu com o  $\beta$ -caroteno. No entanto, no aspecto quantitativo, foram observadas concentrações significativamente diferentes ( $p < 0,0001$ ) entre os carotenóides nos cinco lotes analisados. O  $\beta$ -caroteno foi o carotenóide majoritário nos lotes 1 e 2, com 34 e 51% do total de carotenóides, respectivamente. Nos lotes 3 e 5, o  $\beta$ -caroteno foi o principal carotenóide, perfazendo, respectivamente 70 e 49% do total. Já no lote 4, o cis- $\beta$ -caroteno apresentou-se em maior proporção (29%) que o  $\beta$ -caroteno (27%) e o  $\beta$ -caroteno (16%). Verificou-se que houve, também, variação na proporção dos demais carotenóides, e que esta variação foi dependente do carotenóide majoritário presente nas amostras.

Fato semelhante foi observado no estudo realizado por MERCADANTE, BRITTON e RODRIGUEZ-AMAYA (1998), onde  $\beta$ -citaurina foi encontrada em somente um dos três lotes analisados em maracujá *in natura*. Em abóbora e moranga comercializadas no Estado de São Paulo, Brasil, foram encontradas além de marcantes diferenças qualitativas entre variedades distintas, variações de até oito vezes no teor do carotenóide majoritário nos cinco lotes de amostra de uma mesma variedade (ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1988).

Segundo BOTELHO e MERCADANTE (2003), diferenças qualitativas nem sempre são encontradas, mas quantitativas são mais comuns, e havendo variação na proporção de cada carotenóide total pode determinar grandes diferenças de valor de vitamina A. As diferenças entre cultivares são esperadas, já que muitas frutas mudam sua aparência completamente, mas outros fatores como temperatura, solo e condições geográficas são pouco relatados nos estudos comparativos.

No trabalho de SILVA e MERCADANTE (2002), onde cinco lotes de maracujá amarelo foram analisados, o  $\beta$ -caroteno foi o principal carotenóide encontrado e que mais contribuiu para o valor de vitamina A, com variações marcantes em seu conteúdo, valores de vitamina A de 43,63 a 244,50 ER/100g, sendo considerados significativamente diferentes entre os lotes analisados, com um nível de significância de 0,0001. Esta relevante variação pode provavelmente ser explicada pela diferença entre a procedência das amostras (solo e clima) e de grau de maturação, pois como o maracujá é uma fruta climatérica apresenta alta taxa respiratória ocasionando mudanças bioquímicas muito rápidas.

LESTER e EISCHEN (1996) demonstraram diferenças nos teores de  $\beta$ -caroteno em variedades de melão cultivadas em solos diferentes. Inicialmente, foram estudadas diferenças de dois cultivares em um mesmo solo. O cultivar *Cruiser* apresentou menor conteúdo de  $\beta$ -caroteno que o cultivar *Primo*. Quando comparados em solos diferentes, os dois cultivares apresentaram valores menores de  $\beta$ -caroteno em terreno arenoso do que em terreno argiloso, sendo o último mais adequado para o plantio desta fruta.

Diferenças geográficas, especialmente relacionadas ao clima são mais discutidas na literatura. No Brasil, os trabalhos normalmente comparam frutas de Estados do Sudeste com frutas do Nordeste. Segundo BOTELHO e MERCADANTE (2003) a temperatura e a luminosidade das duas regiões são bem distintas e podem levar a diferença na composição de carotenóides. Quanto ao  $\beta$ -caroteno, as mudanças podem ser esperadas, uma vez que temperatura baixa não é um fator determinante de sua síntese, mas a luz solar intensa do Nordeste pode estimular sua formação (GROSS, 1981; HEINONEN, 1990).

Diferentemente das frutas, maior intensidade luminosa e/ou temperatura implicou em uma diminuição do conteúdo total de carotenóides de vegetais folhosos. Os carotenóides têm,

provavelmente, o seu conteúdo reduzido porque protegem a clorofila, sequestrando radicais livres e oxigênio singlete. MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA (1991) avaliaram a composição de carotenóides de dois cultivares de couve (*Manteiga e Tronchuda*) colhidos no inverno e verão. Quantitativamente não houve diferença entre os dois cultivares. No entanto, os cultivares mostraram teores significativamente menores de carotenóides no verão que no inverno. HEINONEN *et al.* (1989), também relataram menores concentrações de  $\beta$ -caroteno e luteína, no verão, em alface e tomate.

A estabilidade dos carotenóides durante processamento e armazenamento é crítica para aceitação do produto. A degradação de carotenóides não só afeta a cor dos alimentos, como também o valor nutritivo e o sabor. As formas de degradação mais comuns são isomerização, oxidação e fragmentação das moléculas de carotenóides, que são promovidos pelo calor, luz e ácidos (BONNIE e CHOO, 1999; CINAR, 2004).

Segundo CAMPOS e ROSADO (2005), os novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos estabelecidos pelo Institute of Medicine (IOM) são o dobro dos fatores utilizados até a última recomendação. O cálculo foi feito da seguinte forma:  $2:1 \times 6:1 = 12:1$ , isto é, 2:1 corresponde à taxa de conversão de  $\beta$ -caroteno (cada  $2\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno em óleo correspondem a  $1\mu\text{g}$  de retinol), enquanto 6:1 corresponde à absorção de  $\beta$ -caroteno de uma dieta mista de vegetais em relação à absorção de  $\beta$ -caroteno puro em óleo (aproximadamente 14%). Neste ponto, o IOM introduz um novo conceito, o de Equivalente de Atividade de Retinol (RAE). Cada Equivalente de Atividade de Retinol corresponde a  $1\mu\text{g}$  de retinol ou  $12\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno ou  $24\mu\text{g}$  de outros carotenóides provitamínicos. O fator de conversão de outros carotenóides provitamínicos foi estabelecido por extrapolação, com base no fato de que sua atividade provitamínica A é considerada cerca de metade da atividade do  $\beta$ -caroteno.

De acordo com pesquisas realizadas, diversos alimentos demonstraram ser fontes de carotenóides, tais como: buriti (GODOY, 1995), tucumã (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999), pupunha (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999), acerola (CAVALCANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1992), manga (MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), cenoura, abóbora e moranga (ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1990, HESS e RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), cajá (RODRIGUEZ-AMAYA e KIMURA, 1989), nectarina (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), mamão e laranja (KIMURA, e RODRIGUEZ-AMAYA, 1991), pêssego (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999), tomate (RODRIGUEZ-AMAYA, BOBBIO e BOBBIO, 1983), hortaliças folhosas e outros vegetais verdes (KIMURA e RODRIGUEZ-AMAYA, 2003), goiaba vermelha (PADULA E RODRIGUEZ-AMAYA, 1986; PORCU e RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), mamão vermelho (KIMURA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1991), pitanga (CAVALCANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1992), maracujá (CECCHI e RODRIGUEZ-AMAYA, 1991; MERCADANTE, BRITTON e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), abricó e pequi (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

## 2.5 Composição de Açúcares

Segundo STRINGUETTO (1991), em alimentos, os açúcares atuam basicamente como agentes de sabor (doçura) e agentes de escurecimento (reações das carbonilas provenientes dos carboidratos), influenciando no sabor dos alimentos, além de ter grande importância na análise nutricional.

As propriedades dos açúcares estão diretamente relacionadas com a estrutura química deles e, portanto é com base nelas que é possível escolher qual açúcar ou carboidrato será utilizado para a fabricação de um determinado alimento. Os açúcares se encontram na natureza em diversas plantas, frutos e outros produtos naturais. São classificados em monossacarídeos, as unidades menores dos açúcares, podem ter 3, 4, 5 ou 6 átomos de

carbono (glicose, frutose, etc.), dissacarídeos, onde dois monossacarídeos podem ligar-se quimicamente entre si para formar os dissacarídeos (sacarose, lactose).

A sacarose ou açúcar de cana é o principal açúcar utilizado na alimentação e a glicose é o açúcar básico, também chamado de "*grape sugar*", açúcar de amido, xarope de milho e dextrose (nome comercial). É natural na uva, 6,87%; na cereja, 6,49%; na couve, 2%; no melão, 2,56% e no alho, 2%. A frutose ou levulose é natural da uva, 7,84%; cereja, 7,38%; maçã, 6%; pera 6,77% e melão, 3,54%, etc. (QUAST, 1990; SCHALLENBERGER, 1975)

De acordo com CHOWDHURY, RAMAN e MIAN (1997), os açúcares livres e ácidos graxos de diferentes partes da jaca (*Artocarpus heterophyllus*) foram isolados, identificados e quantificados através de cromatografia gás-líquida com os derivados de trimethyl-silyl e ésteres de metil, respectivamente. Foram encontradas a frutose, glicose e sacarose como açúcares majoritários em todas as partes de jaca. Foram encontrados os ácidos cáprico, mirístico, laurico, palmítico, oléico, esteárico, linoléico e ácido araquidônico, como ácidos graxos principais com proporções variadas nas diferentes partes da jaca. No topo e porções medianas da fruta, um aumento significativo em acidez (expressada em porcentagem) do 1º ao 6º dia. Porcentagem de acidez observada ao longo de processo de amadurecimento era de 0,3-0,9%, resultados superiores aos encontrados por SELVARAJ e PAL (1989), que encontraram acidez de jaca entre 0,1 e 0,2%. ONG *et al.* (2006), afirma que as diferenças nas concentrações encontradas podem ser devido ao uso de diferentes variedades.

## 2.6 Análise Sensorial

Existem muitas razões pelas quais se consomem alimentos e, certamente, a mais importante vem a ser a obtenção de nutrientes para a manutenção da saúde. Entretanto, numa sociedade em que o suprimento de alimentos envolve uma grande variedade de produtos industrializados, a escolha pela sensação de prazer que eles proporcionam vem crescendo em importância (MACDOUGALL, 2002).

Estudos demonstram que as características sensoriais, em particular o aroma, têm efeito sobre a escolha do consumidor. Historicamente, gregos e romanos perfumavam seus vinhos com rosas, violetas, ervas e condimentos exóticos, trazidos da China, Índia e Egito pelos mercadores venezianos. Na Europa, esses ingredientes foram misturados, também, aos alimentos para torná-los mais palatáveis (MEILGAARD e CIVILLE, 1991).

Pesquisas de mercado têm demonstrado que os consumidores esperam encontrar no comércio produtos alimentícios que constituam uma alimentação saudável. Neste contexto, o termo “artificial” em produtos alimentícios adicionados de aditivos sintéticos, vem tendo um impacto negativo na preferência do consumidor. Existe uma sensação de desconfiança de muitos consumidores quando lêem no rótulo a informação “sabor imitação” ou “aroma artificial”, levando a busca de produtos que possam ser rotulados de naturais.

O conceito de natural tem um lugar importante aos olhos do consumidor. No caso dos alimentos, o consumidor geralmente acredita que materiais naturais, incluindo os compostos que conferem o aroma, são mais saudáveis e seguros que os seus similares sintéticos. Embora evidências científicas não suportem esta idéia, a crença dos consumidores é bastante forte, de modo que o termo natural sempre tem conotação positiva, especialmente para compostos aromatizantes.

De acordo com MEILGAARD e CIVILLE (1991), as propriedades organolépticas dos alimentos podem ser percebidas sucessivamente em três momentos diferentes: antes, durante e após o consumo dos alimentos. A aceitação ou rejeição de um alimento e sua preferência em relação a outro dependem em grande parte das seguintes informações sensoriais:

- **Visão:** cor, forma e aparência geral são muito importantes, pois fornecem informações que mobilizam o organismo para o início do processo digestivo, ou, pelo

contrário, atentam contra a ingestão de material potencialmente nocivo ou deteriorado, o que nos remonta a expressão “comemos com os olhos”.

A cor é o primeiro atributo que o consumidor primário percebe de um produto, por isso tem papel importante. Além disso, para os produtos processados, espera-se que a cor seja tão semelhante quanto possível ao *in natura* (MACDOUGALL, 2002).

- **Tato:** percepção das características físicas dos alimentos como: temperatura, consistência, dureza, maciez, calor, frio.

- **Audição:** em alguns casos, o ruído característico produzido por certos alimentos ao serem cortados, abertos, mordidos ou quebrados tem relação direta com a qualidade: pão, mordida em maçã, gordura fritando, etc.

- **Paladar:** discriminam cinco sabores básicos: doce, ácido, salgado, amargo e umami.

- **Olfato:** em geral, antecipa-se à visão, tato, audição e paladar como agente de tomada do apetite. O odor de alimentos sendo preparados, como por exemplo, churrasco, frituras, entre outros, mobilizam nosso aparelho digestivo ativando a salivação e secreções gástricas. O inverso também é verdadeiro, cheiro de alimento estragado e lixo causam náusea, afastando o desejo de comer (MODESTA, 1994).

A aceitação de um produto alimentício para o consumo é predominantemente estudada pelo uso de métodos sensoriais, que permitem identificar suas características organolépticas prevendo a alta ou baixa aceitação no mercado consumidor. Suas principais aplicações são: desenvolver novos produtos, reproduzir um determinado produto, melhorar um produto já existente ou ainda atuar no controle de qualidade identificando a presença de odores e sabores estranhos em algum produto (MODESTA *et al.* 2005). Os métodos sensoriais se dividem em métodos analíticos e afetivos.

a) Analíticos:

- Descritivos – envolvem detecção (discriminação) e descrição dos aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos;

- Comparativos – testes que medem as diferenças existentes ou não entre as amostras;

b) Afetivos (de respostas subjetivas) – tem como objetivo principal a resposta pessoal (preferência e/ou aceitabilidade) do consumidor comum ou do consumidor em potencial, sobre um produto já existente, em projeto, ou das características específicas de um determinado produto (MEILGAARD e CIVILLE, 1991).

Na área de desenvolvimento de novos produtos, as análises sensoriais descritivas e comparativas são bastante utilizadas, pois permitem avaliar com segurança diferenças e similaridades entre produtos. A análise descritiva visa descrever de forma clara um produto, em termos de atributos sensoriais percebidos pelas pessoas (BOULANGER e CROUZET, 2000).

Para a realização de uma análise sensorial é importante que se tenha atenção com: as amostras (quantidade, temperatura, codificação), a equipe de pessoas treinadas (provadores devem apresentar sensibilidade, reprodutibilidade, interesse, disponibilidade, objetividade e boa saúde), o horário dos testes e o local dos testes (ventilação e iluminação).

A textura é um atributo de qualidade importante dos alimentos, definida como “propriedade sensorial, estrutural e mecânica da superfície do alimentos, percebida pela visão, audição e o tato” (SZCZESNIAK, 2002). Vários autores afirmam que os tratamentos térmicos afetam textura dos alimentos. O impacto térmico causa rompimento das membranas das células, permitindo difusão de água e baixando o peso molécula, resultando em perda de turgor (GREVE *et al.* 1994)

Muitos autores afirmam que a jaca não é bem aceita pelos consumidores devido a seu intenso aroma (SCHNELL *et al.*, 2001), mas é um fruto de alta produtividade (25,71 t/ha), que pode contribuir com os déficits alimentares em regiões menos favorecida. Contudo,

recentemente, a jaca está ganhando popularidade, até mesmo nos Estados Unidos, devido ao aumento do *marketing* étnico e popular (CAMPBELL E EL-SAWA, 1998, CAMPBELL, EL-SAWA E ECK, 1998 e SCHNELL *et al.*, 2001).



## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Seleção e Preparo da Matéria-prima

Foram adquiridas jacas (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) da variedade “mole”, procedentes dos municípios de Seropédica, Itaguaí e Piraí, durante o período de outubro/2007 a setembro/2008. Foram utilizados frutos maduros, sendo o estágio de amadurecimento determinado pela aparência visual da casca verde escurecida e consistência macia, além do odor frutal característico e pronunciado.

Inicialmente os frutos foram pesados. Em seguida, foram lavados com detergente neutro em água corrente para retirar as impurezas, imersos em água clorada a 200ppm por um período de 15 minutos. Após a limpeza e sanitização, foram cortados e a polpa (Figura 3) e os resíduos (cascas e sementes) foram pesados e separados, conforme os ensaios planejados (Tabela 5).



**Figura 3** – Polpa de jaca *in natura*.

Uma amostra de polpa *in natura* foi separada e foram realizadas as análises físicas e físico-químicas, onde o pH foi determinado pelo método potenciométrico e sólidos solúveis por refratometria, segundo IAL (1985). A acidez titulável foi realizada segundo técnica descrita pela AOAC (2005) e expressa em equivalente de ácido cítrico por 100g da amostra. Os teores de umidade foram determinados em estufa a 105°C, conforme AOAC (2005). A matéria seca (%) foi obtida, utilizando-se a fórmula: 100 - % de umidade da amostra.

### 3.2 Delineamento Experimental

Foi utilizado um delineamento fatorial de 2 fatores, sendo temperatura de desidratação e umidade final do produto, 3 e 2 níveis, respectivamente, resultando 6 ensaios, com duas repetições, conforme mostra a Tabela 5.

Após a obtenção dos resultados, foi utilizada a superfície de resposta (Software R 2.8.0., 2008) para avaliar os comportamentos da matéria seca, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, luteína, retinol equivalente e açúcares nas polpas de jaca *in natura* e desidratada.

**Tabela 5** Delineamento experimental para os ensaios de produção de jaca desidratada.

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais		Códigos atribuídos
	x1	x2	x1(°C)	x2(%)	
1	+1	+1	70	25	JD70/25
2	+1	-1	70	20	JD70/20
3	-1	+1	50	25	JD50/25
4	-1	-1	50	20	JD50/20
5	0	+1	60	25	JD60/25
6	0	-1	60	20	JD60/20

$x_1$  = Temperatura da desidratação (°C)  $x_2$  = Umidade final do produto (%)

O planejamento objetivou avaliar a influência de variáveis independentes ou fatores sobre as variáveis dependentes ou respostas (análises químicas e físico-químicas). A análise de variância (ANOVA), determinação dos coeficientes de regressão, avaliação dos efeitos ao nível de 5% de probabilidade e geração das superfícies de resposta foram realizadas pelo software R. 2.8.0 (2008). Para os fatores (parâmetros) cujos efeitos foram significativos sobre as respostas, foi ajustado um modelo multilinear, por regressão multilinear.

### 3.3 Desidratação da Jaca

O processo de desidratação foi realizado no Laboratório de Beneficiamento de Alimentos do Departamento de Economia Doméstica da UFRRJ. Inicialmente, a polpa *in natura* (cerca de 500g) foi pesada e disposta em bandejas de dimensão 30cm x 50cm (Figura 4), previamente higienizadas e levadas ao desidratador pré-aquecido, conforme mostra Figura 3. Os ensaios foram efetuados em três temperaturas do ar de secagem (50, 60 e 70°C), com um fluxo de 1,5 m/s. A perda de umidade foi acompanhada através de pesagens feitas em intervalos de 1 (uma) hora até os produtos obterem a umidade final desejada (20 e 25%). Para facilitar o reconhecimento dos produtos com relação as suas diferenças de temperatura e umidade final, estes foram codificados conforme mostra a Tabela 5.



**Figura 4** – Gomos de jaca *in natura* e desidratados dispostos nas bandejas do desidratador.

### **Cálculo do rendimento**

O rendimento dos produtos desidratados foi calculado em relação à quantidade de polpa e para isso utilizou-se a equação abaixo:

$$\% \text{ de rendimento} = \frac{(Pf \times 100)}{Pi}$$

Onde:

*Pi* = peso inicial de polpa

*Pf* = peso final após o processamento.

### **3.4 Análises da Composição Centesimal**

As análises de composição centesimal foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFRRJ.

#### **3.4.1 Determinação de umidade (AOAC, 2005)**

O método utilizado foi o de secagem em estufa ( $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ), baseado na remoção da água por aquecimento.

#### **Material e equipamentos**

- Cápsulas de porcelana – 8cm diâmetro.
- Espátula de aço inox.
- Garra de aço.
- Dessecador Vidrolabor, 250mm
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A
- Estufa Fanem, modelo 315/5
- Liquidificador Walita

#### **Procedimento**

Inicialmente 100 gramas de amostras foram trituradas em liquidificador. Em seguida, 5 gramas de amostras foram pesadas em cápsulas de porcelana, ficando em estufa até a secagem. As cápsulas contendo as amostras secas foram, então, resfriadas à temperatura ambiente, em dessecador, tendo sua massa seca pesada e anotada. Logo após, as cápsulas retornaram à estufa e este procedimento foi repetido até a obtenção de massa constante (por aproximadamente 5 h). Foi calculada, então, a porcentagem de umidade nas amostras de jaca *in natura* e desidratadas. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e expressas em matéria seca.

#### **Cálculos:**

$$\% \text{ de umidade a } 105^\circ\text{C} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N = representa a perda de peso em gramas.

P = n° de gramas da amostra.

% de matéria seca ou base seca:  $100 - \% \text{ de umidade (base úmida)}$

### 3.4.2 Determinação de cinzas (AOAC, 2005)

#### Material e equipamentos

- Cadinhos de porcelana – 4cm diâmetro.
- Espátula de aço inox.
- Garra de aço.
- Dessecador Vidrolabor, 250 mm
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A
- Mufla Fanem, modelo 412
- Liquidificador Walita

#### Procedimento

O método empregado foi o da incineração em mufla, no qual toda a matéria orgânica foi queimada, sendo o resíduo inorgânico que permanece no cadinho. Inicialmente 1 grama de amostra (triturada em liquidificador) foi colocada em um cadinho de porcelana seco, com massa previamente estabelecida e permaneceu na mufla ( $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) até total queima da matéria orgânica. A diferença entre a massa da amostra mais cadinho e a massa do cadinho forneceu a massa das cinzas da amostra. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e expressas em matéria seca.

#### Cálculo:

$$\% \text{ de cinzas} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N= peso das cinzas obtidas

P= n° de gramas da amostra

$$\% \text{ de cinzas (em base seca)} = \% \text{ de cinzas (base úmida)} / \% \text{ de matéria seca} \times 100$$

### 3.4.3 Determinação de proteínas (AOAC, 2005)

#### Material e reagentes

- Balões microkjeldahl de 100 mL.
- Buretas de 50 mL com suporte;
- Frascos erlenmeyer de 250 mL;
- Frascos erlenmeyer de 125 mL;
- Frascos erlenmeyer de 50 mL;
- Digestores Gerhardt, modelo KD40, 40 provas e bomba de exaustão de proteínas;
- Balão volumétrico de 100 mL;
- Pipeta volumétrica de 25 mL;
- Bureta com ponta larga para  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado.
- Destilador de nitrogênio Tecnal, modelo TE 036/1
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A
- Carbonato de sódio;
- HCl 0,1M; NaOH 0,02M;

- NaOH concentrado;
- Ácido bórico 2,0%;
- Fenolftaleína e verde de bromocresol 0,1% em álcool;
- HCl concentrado;
- Mistura de catalisadores: 96% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4% de CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O bem moídos e misturados;
- Ácido sulfúrico concentrado.

### Procedimento

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de *Kjeldahl*, no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total de origem orgânica, utilizando-se 0,1 g de amostra em tubo para digestão. O procedimento do método baseou-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalisadora contendo sulfato de cobre e sulfato de potássio para acelerar a reação. Assim, todo o carbono e hidrogênio foram oxidados a gás carbônico e água. O nitrogênio da proteína foi reduzido e transformado em sulfato de amônio. Destilou-se a amostra digerida em meio básico por adição de hidróxido de sódio 40%, para a liberação da amônia. A amônia foi recolhida em 5 mL de solução de ácido bórico, formando borato de amônio. O borato de amônio formado foi quantificado por titulação com ácido clorídrico padronizado com carbonato de sódio. Foi digerido e titulado um branco. Utilizou-se o fator de conversão de 6,25. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e expressas em matéria seca.

### Cálculo:

$$\% \text{ de proteínas} = \frac{(V_a - V_b) \times N \times F \times 14,007 \times 100 \times 6,25}{P_{\text{amostra}}}$$

Onde:

V<sub>a</sub> = volume de ácido gasto na titulação da amostra.

V<sub>b</sub> = volume de ácido gasto na titulação do branco.

N = Normalidade do ácido.

F = Fator de correção do ácido.

6,25 = Fator de conversão do N em P

P = Peso da amostra (gramas)

% de proteínas (em base seca) = % de proteínas (base úmida) / % de matéria seca x 100

### 3.4.4 Determinação de lipídeos (AOAC, 2005)

#### Material e reagentes

- Cartuchos de celulose 25/80 mm;
- Espátulas de inox;
- Éter de petróleo;
- Balões de fundo redondo de 125 mL;
- Extratores Soxhlet pirex;

#### Equipamentos

- Chapa elétrica Soxleht, modelo CCA;
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210<sup>a</sup>

- Liquidificador Walita

### **Procedimento**

O método utilizado baseia-se em uma extração de gordura a quente utilizando como solvente o éter de petróleo. Para a determinação de lipídeos 5,0 g das amostras (triturada em liquidificador) foram pesadas em cartucho, cobertas com algodão hidrófilo e colocadas em extrator de soxhlet acoplados em balão de fundo redondo, sobre placas de aquecimento constante durante aproximadamente 6 horas. Ocorreu, então, a passagem do solvente pela amostra, o qual carregou os lipídeos para o balão. O solvente foi eliminado por evaporação em estufa a 60 °C. O resultado quantitativo foi calculado através da diferença entre o balão vazio e o balão contendo os lipídeos. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e expressas em matéria seca.

#### **Cálculo:**

$$\% \text{ de lipídeos} = \frac{100 \times P1 \text{ (lipídeos)}}{P \text{ (amostra)}}$$

Onde:

P1 = peso dos lipídeos obtidos

P = n° de gramas da amostra

$$\% \text{ de lipídeos (em base seca)} = \% \text{ de lipídeos (base úmida)} / \% \text{ de matéria seca} \times 100$$

### **3.4.5 Determinação de carboidratos (AOAC, 2005)**

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença: calculou-se a média da porcentagem de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante foi considerado carboidrato. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e expressas em matéria seca. A conversão para matéria seca foi feita dividindo-se a % de carboidratos pela % de matéria seca e multiplicando-se por 100.

### **3.5 Determinação de Carotenóides**

A determinação de carotenóides foi realizada no Laboratório de Cromatografia Líquida da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Foi utilizado um método baseado no procedimento descrito por PACHECO (2009). O método baseia-se na extração dos carotenóides com solvente orgânico, concentração e posterior determinação por espectrofotometria na região do visível e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência utilizando método de padronização externa.

### **Material e Reagentes**

- Acetona grau HPLC;
- Água Milli-Q recém recolhida;
- Ampolas de Vidro com aproximadamente 20mL de capacidade;
- Balões volumétricos de 25, 50 e 100mL;
- Becher de 25mL (opcional);
- Celite 545 ou Celite Hyflo Supercel (Merck);
- Cloreto de Sódio PA

- Coluna aberta de vidro (25 x 300mm);
- Coluna Cromatográfica YCM Carotenoid S-3 $\mu$ m de 4,6 x 250mm;
- Compactador de Coluna de vidro;
- Espátula;
- Éter de petróleo grau HPLC;
- Éter Etílico grau HPLC;
- Éter metil-terc-butil grau HPLC;
- Frasco de vidro âmbar com aproximadamente 3mL de capacidade;
- Funil de separação de 500mL;
- Funil de vidro sinterizado número 3 e 4;
- Funis de vidro;
- Gral e pistilo;
- Kitassato de 250 e 500mL;
- Lã de vidro (fibra média);
- Medidor de Celite (dosador de aproximadamente 3g)
- Metanol grau HPLC;
- Óxido de Magnésio PA;
- Papel absorvente para limpeza de ponteiras;
- Pipetador automático de 100-1000 $\mu$ L;
- Pipetador automático de 10-100 $\mu$ L;
- Pipetador de borracha;
- Pipetas Pasteur;
- Ponteiras para pipeta automática;
- Sulfato de sódio anidro PA;
- Suportes e argolas;
- *Vial* âmbar de injetor automático;
- Redutor de volume (Insert) para *vial*.

## Equipamentos

- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A
- Cromatógrafo modular Waters, composto por bomba W600, injetor 717 plus e detector DAD 996.
- Espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV - 1800
- Estufa WTB Blinder
- Evaporador Rotativo Buchi RE
- Maçarico GLP/Ar comprimido
- Misturador de alimentos tipo Mixer Vertical Black & Decker
- Sistema de Purificação de água Milli-Q A10 e Ellix.

## Preparo da amostra para a quantificação de carotenóides

*a* A amostra (50g) foi triturada com auxílio de misturador de alimentos tipo Mixer Vertical;

*b* Pesou-se 10g de amostra, transferiu-se para um gral, adicionou-se uma medida de celite;

*c* Procedeu-se a maceração da mistura com acetona suficiente para molhar toda a amostra (cerca de 50mL de acetona foram utilizados divididos em alíquotas);

*d* Filtrou-se em funil de vidro sinterizado sob vácuo e repetiu-se a extração com acetona, até a amostra não apresentar mais coloração característica;

e Transferiu-se quantitativamente a solução filtrada para funil de separação de 500mL contendo aproximadamente 40mL de éter de petróleo;

f Adicionou-se lentamente, para evitar a formação de emulsão, aproximadamente 300ml de água Milli-Q;

g A fase aquosa inferior foi eliminada e repetiu-se a lavagem com água mais três vezes, ou até que não houvesse mais resíduos de acetona, conforme mostra Figura 5.

h Transferiu-se a solução etérea para balão volumétrico de 25mL, passando através de funil contendo sulfato de sódio anidro.

i Lavou-se o funil de separação e o funil contendo sulfato de sódio com éter de petróleo, adicionando a solução ao balão volumétrico, avolumou-se com éter de petróleo;

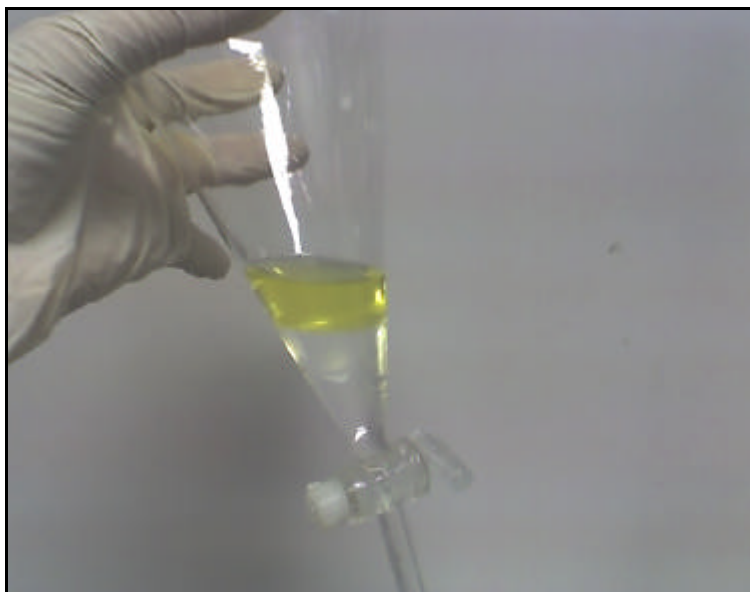
j Fez-se a leitura da absorvância em espectrofotômetro UV/Vis em 450nm para a quantificação de carotenóides totais.

k NOTA: O valor da absorvância estava na faixa de 0,2 a 0,8.

l Retirou-se uma alíquota de 2mL da solução obtida, com pipetador automático, e secou-se em frasco âmbar sob fluxo de nitrogênio;

m Ressuspendeu-se com 100μL de acetona sob agitação em vórtex e transferiu-se a solução obtida para *vial* âmbar de volume reduzido;

n Em seguida, procedeu-se a análise cromatográfica.



**Figura 5** – Funil de separação contendo uma fase etérea (inferior) e o extrato de carotenóides de jaca (superior).

#### **Cálculos para a quantificação de carotenóides totais através da fórmula:**

$$\text{Quantidade de carotenóides (mg/g)} = \frac{A \times V \times 10^4}{A_{1cm}^{1\%} \times \text{peso amostra (g)}}$$

Onde:

$A$  = absorvância

$A_{1cm}^{1\%}$  = Absortividade Molar = 2592

$V$  = volume total do extrato



## Análise cromatográfica

### Fase móvel

A análise cromatográfica foi feita com gradiente de éter metil-*terc*-butílico e metanol. O gradiente estava definido nos métodos criados no software Empower™, e para que fossem executados corretamente colocou-se metanol no canal de fase A e éter metil-*terc*-butílico no canal de fase B. Antes de iniciar as injeções condicionou-se a coluna cromatográfica com o método de análise até estabilização da linha base e temperatura do forno.

### Construção da curva de calibração

- Retirou-se a ampola de calibração, contendo uma mistura de padrões de carotenóides do *freezer* e aguardou-se estabilização térmica;
- A ampola de calibração foi aberta e foi ressuspendido o sólido com 1mL de acetona;
- Agitou-se em vórtex por 30 segundos e então transferiu-se a solução para *vial*;
- Injetou-se em triplicata 3, 7, 19, 31 e 35µl da solução de calibração;
- Usando Software Empower, construiu-se a curva de calibração (Tab. 6).

**Tabela 6** – Dados da curva de calibração com os padrões de carotenóides.

Volume Injetado µL	Ponto da Curva de Calibração	Concentração do Carotenóide µg/mL
3	1	1,2
7	2	2,8
19	3	7,6
31	4	12,4
35	5	14,0

### Injeção das Amostras

- Injetou-se 25µl de cada amostra,

#### Coluna Cromatográfica

- A coluna utilizada foi a YCM Carotenoid S-3µm de 4,6 x 250mm,
- Volume de Equilíbrio: 42mL
- Fluxo Inicial 0,1mL/min
- Elevou-se ao fluxo de análise com incremento de 0,1mL/min em 5 minutos
- pH de trabalho: 2 a 7
- Pressão máxima de operação: 2400 psi
- Temperatura de trabalho: 30 a 50 °C
- Armazenamento: lavou-se com 42mL de água Ultrapura e em seguida com 10mL de metanol/água (50:50 v/v).

#### Condições Cromatográficas

- Temperatura da coluna: 33°C
- Fase Móvel: gradiente metanol / éter metil *Terc*-butil
- Fluxo: 0,8mL/min
- Detetor: rede de fotodiodos UV/Vis de 300 a 600nm com configuração padrão.
- Volume padrão de injeção: 25µL
- Tempo de corrida: 28min

- Temperatura do injetor: 15°C

Os cálculos para determinação da concentração de carotenóide foram realizados através da seguinte fórmula:

$$C_x (\text{mg/g}) = \frac{C_s (\text{mg/mL}) \times \text{Volumetotal do extrato (mL)}}{\text{peso da amostra (g)}}$$

Onde:

$C_x$  = Concentração do carotenóide x

$C_s$  = Concentração obtida através do software

### 3.6 Determinação de retinol equivalente

Para o cálculo do retinol equivalente, foram utilizadas inter-relações de unidades, levando-se em consideração a atividade vitamínica A de cada carotenóide precursor, segundo BAUERNFEIND (1981). Assim, foi utilizada a correlação de 1 Equivalente de Retinol igual a 6µg de β-caroteno.

### 3.7 Determinação de Açúcares

A determinação de açúcares foi realizada no Laboratório de Cromatografia Líquida da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Foi utilizado um método baseado no procedimento descrito por MACRAE (1998). O método baseia-se na separação cromatográfica da amostra em coluna de fase reversa e conseqüente determinação da concentração dos açúcares por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, utilizando método de padronização externa. A dissolução da amostra é feita em água e a análise em cromatógrafo previamente estabilizado.

#### Material e Reagentes

- Espátula;
- Pipetador de borracha;
- Pipetas Pasteur;
- Pipetas automáticas de volume variável (10-100 µL / 100-1000µL);
- Ponteiras para pipeta automática;
- Papel absorvente para limpeza de ponteiras;
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A
- Becher de 25mL (opcional);
- Balões volumétricos de 25 mL;
- Balões volumétricos de 100mL;
- Funis de vidro;
- Papel de filtro qualitativo de filtração;
- Suportes e argolas;
- Unidades de micro filtração descartável de 0,45µm (opcional);
- Seringa de capacidade 5mL ou 10mL (opcional);
- Frascos de vidro âmbar pequenos;
- Água Milli-Q recém recolhida;
- Padrões analíticos dos açúcares: sacarose, frutose e glicose.
- Coluna de fase reversa: Zorban carbohydrate - 5µm – 4,6 x 250mm.
- Vial de injetor automático com aproximadamente 1,5 mL e tampa;

- Frasco de vidro âmbar grande limpo;
- Tubos para microcentrífuga (opcional).

### Equipamentos

- Ultrassom Bramson;
- Cromatógrafo Acoplado Alliance 2695, detector de Índice de Refração da Waters, modelo W410;
- Microcentrífuga Sorvall Biofuge Stratos
- Balança digital analítica Bel Engineering, modelo Mark 210A

#### Preparo do padrão de calibração (padrão externo)

- Pesou-se cerca de 0,5g de cada padrão analítico (frutose, glicose, sacarose, maltose, lactose, rafinose e estaquiase) em becher de 25mL e transferiu-se quantitativamente com água Milli-Q para balão volumétrico de 100mL;
- Solubilizou-se e completou-se o volume com água Milli-Q, usando uma pipeta Pasteur para ajustar o menisco;
- Para a injeção do padrão, transferiu-se o mesmo para *vial* identificado;
- Tampou-se o *vial* e colocou-se em suporte do injetor automático;
- Injetou-se em cromatógrafo líquido com filtro de linha e previamente estabilizado;
- Expressou-se a concentração em mg/25mL.

Nota 1 – A solução de padrão foi rejeitada quando houve mudança significativa no fator de resposta para o mesmo equipamento.

#### Preparo da amostra

- Cerca de 50g das amostras foram trituradas com *blender* e homogeneizadas e preparadas em duplicata;
- Agitou-se bem a amostra;
- Pesou-se aproximadamente 1 g em *becher* de 25mL e transferiu-se com água para balão volumétrico de 25mL;
- Adicionou-se 5 mL de acetonitrila com proveta de 10 mL;
- Após a solubilização, foi adicionado aproximadamente 10 mL de água Milli-Q;
- Levou-se ao ultrassom por 20 minutos;
- Completou-se o volume com água Milli-Q, usando uma pipeta Pasteur para ajustar o menisco;
- Filtrou-se em papel de filtro, como havia presença de turvação, transferiu-se a amostra para um *vial* identificado e centrifugou-se a solução (a 14.000rpm por 10 min) a fim de garantir menor turbidez;
- Os *vials* foram tampados, identificados e a amostra injetada em cromatógrafo líquido com filtro de linha, previamente estabilizado.
- Utilizou-se um software Empower para a programação da injeção.

#### Fase Móvel

- Acetonitrila 75% em água – em um cilindro graduado de 1000 mL adicionou-se 750mL de acetonitrila grau HPLC e 250mL de água Milli-Q, misturou-se e colocou-se em frasco âmbar limpo sobre o cromatógrafo líquido, usou-se capela.

#### CONDIÇÕES CROMATOGRÁFICAS

Coluna: Zorban carbohydrate - 5µm – 4,6 x 250mm.

Temperatura da coluna: ambiente

Fase móvel: acetonitrila 75% em água.

Detetor IR 2410: índice de Refração, sensibilidade = 4 e fator de escala = 8

Fluxo: 1,4mL/min

Temperatura interna do detetor: 45° C

Volume de injeção: 20 µL

Tempo de corrida: 20min

Ordem de Eluição: frutose, glicose, sacarose.

Temperatura do injetor: +10°C (opcional, sendo recomendado sempre que o injetor possuir refrigeração)

Cálculo do fator de resposta para cada pico de interesse.

$$\text{Fr} = \frac{\text{Conc. do padrão de Calibração (mg/25mL)}}{\text{Área do pico no padrão de Calibração}}$$

### Cálculo do teor nas amostras

$$\text{Teor (g/100g)} = \frac{\text{Fr} \times A_{\text{am}} \times 0,1}{P_{\text{am}}}$$

Onde:

Fr = Fator de Resposta

A<sub>am</sub> = Área do pico de interesse na amostra

0,1 = Fator de conversão de mg para g e percentual

P<sub>am</sub> = Massa da amostra (g/25mL)

### 3.8 - Análise da Composição de Voláteis

A análise de compostos voláteis foi realizada no Laboratório de Cromatografia Gasosa da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

#### Material e reagentes

- Frasco erlenmeyer de 2 L, com junta esmerilhada, fechado com recipiente cilíndrico de vidro;
- Espátulas de inox,
- Pote de vidro com tampa de vidro;
- Bécher de 200 mL;
- Solvente Diclorometano, pureza grau espectroscópio, marca Tédia;
- Cloreto de sódio;
- Sulfato de sódio anidro;
- Balão volumétrico de 100 mL;
- Fluxo de nitrogênio;
- Gelo seco.

#### Equipamentos

- Balança analítica (0,1 mg) com abertura superior;
- Freezer Prosdócimo;

- Cromatógrafo gasoso Perkim Elmer, modelo Auto Sample, acoplado a um espectrômetro de massas modelo Agilent 5973N.

### Procedimento de extração de compostos voláteis

. **Isolamento por *headspace* em “dedo frio”**– 150g de amostra foi transferida para frascos *erlenmeyers* de 2L, com junta esmerilhada 20/32, fechados com recipiente cilíndrico de vidro contendo gelo seco (“dedo frio”), permanentemente abastecido com gelo seco, conforme Figura 6. Estes frascos foram colocados em um banho de água a temperatura de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2$  ( a altura de 10 cm da base). A camada de cristais formada na superfície do dedo frio foi raspada com espátula a cada 20 min, por um período de 08 horas, para dentro de um bécher e lavada com 1 mL de diclorometano (Tédia, EUA) pureza grau espectroscópico. Ao final, o extrato obtido foi tratado com 3 g de cloreto de sódio, a fim de quebrar a emulsão formada entre a fase orgânica e água. Após esse tratamento, o extrato orgânico foi seco com 4g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro e concentrado a 0,5 mL com fluxo de  $\text{N}_2$ . O extrato concentrado foi acondicionado em frasco rosqueado e mantido no freezer até o momento das análises. Os experimentos foram realizados em duplicata.



**Figura 6** – Sistema fechado de coleta de voláteis por *headspace* dinâmico.

### Identificação dos compostos voláteis

Para separar os compostos voláteis foi utilizado um cromatógrafo gasoso, munido com detector de ionização de chama e coluna capilar de baixa polaridade com fase estacionária 5%-difetil-95%-dimetilpolisiloxano (HP5) 30m de comprimento, 0,32mm de diâmetro interno e 0,25 $\mu\text{m}$  de espessura do filme. As condições da análise usadas na cromatografia foram: temperatura inicial de  $30^{\circ}\text{C}$  (10 minutos), temperatura final  $200^{\circ}\text{C}$  (20 minutos), rate  $3^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ , temperatura do detector  $220^{\circ}\text{C}$ , e injetor  $180^{\circ}\text{C}$ , o tipo de injeção foi “*splitless*”, ou seja, sem divisão de fluxo.

Para análise dos compostos voláteis foi utilizado um espectrômetro de massas modelo Agilent 5973N, equipado com uma coluna com fase estacionária de 5% fenil - 95% metilpolisiloxano (HP-5MS) (30m X 0,25mm X 0,25mm), utilizando hélio como gás de arraste (1,0mL/min), e programação de temperatura 60 a  $240^{\circ}\text{C}$ , variando a  $3^{\circ}\text{C}/\text{min.}$  Utilizou-

se uma fonte de ionização do tipo ionização eletrônica (IE), com energia de ionização de 70eV. Injeção de 1 µL de amostra no modo splitless, em injetor aquecido a 250°C.

A identificação foi feita mediante comparação dos espectros de massas com os da *National Institute of Standards and Technology* (NIST versão 2.0) e também com base nos índices de retenção obtidos experimentalmente confrontados aos descritos na literatura (ADAMS, 2001; FLAVORNET.COM). Os compostos foram considerados tentativamente identificados quando a identificação foi baseada somente nos dados de espectrometria de massas.

### **Cálculo do Índice de Retenção**

Foi injetada uma mistura de padrões de alcanos de C7-C26, no CG-EM sob as mesmas condições de análise das amostras em estudo e determinado o tempo de retenção de cada hidrocarboneto. Através da fórmula abaixo, determinou-se os índices de retenção dos componentes das amostras, conforme descrito por ADAMS (2001).

$$IR = 100N + 100n \frac{\log t'_R(A) - \log t'_R(N)}{\log t'_R(N+n) - \log t'_R(N)}$$

Onde:

IR é o índice de retenção;

$t'_R(N)$  e  $t'_R(N+n)$  são os tempos de retenção corrigidos dos hidrocarbonetos de números de átomos de carbono (N) e (N+n) que são respectivamente, menor e maior do que o tempo de retenção corrigido do composto desconhecido,  $t'_R(A)$ .

Para facilitar a visualização e comparação do comportamento do número de compostos existentes na jaca *in natura* e nos produtos desidratados, foi realizada análise da frequência relativa bivariada, utilizando-se o SOFTWARE R 2.8.0. (2008).

### **3.9 Análise Sensorial**

A avaliação sensorial das 6 (seis) amostras de jaca desidratada foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos/RJ. Os testes foram realizados com consumidores diversos (pesquisadores, analistas, estagiários e visitantes), de ambos os sexos e com idades entre 18 e 55 anos. Os consumidores eram encaminhados às cabines individuais, onde as amostras eram servidas em ordem balanceada aos julgadores em copos plásticos, com quantidades padronizadas (10g) e codificadas com 3 (três) dígitos, obtidos de uma tabela de números aleatórios. Foi fornecida água mineral para limpeza do palato entre a avaliação das amostras.

Foi realizado teste de aceitação sensorial (teste afetivo de aceitação), utilizando-se 72 (setenta e dois) provadores, consumidores usuais de frutas desidratadas e que admitiam apreciar a fruta de jaca *in natura*. Ao provador foi solicitado que respondesse um questionário sobre dados pessoais, sócio-econômicos e de preferência, conforme Figura 7. Em seguida, aceitação dos produtos desidratados foi avaliada através de escalas hedônicas estruturadas de nove pontos, abrangendo de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo” foram utilizadas no teste de aceitação dos produtos desidratados. A intenção de compra foi avaliada mediante escala estruturada, abrangendo de “certamente compraria” a “certamente não compraria”, conforme Figura 8. A aplicação da avaliação sensorial seguiu método descrito por STONE e SIDEL (1985) e MEIGAARD, CIVILLE e CARR (1999).

**ESTUDO SOBRE JACA PASSA**

1- Consumidor: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

2- Sexo:        ( ) feminino                      ( ) masculino

3- Idade:  
 ( ) 18-25        ( ) 26-35        ( ) 36-45        ( ) 46-55        ( ) 56-65        ( ) >66

4- Grau de escolaridade:  
 ( ) Nenhum                                      ( ) Fundamental ou 1º Grau                      ( ) Médio ou 2º Grau  
 ( ) Universitário incompleto              ( ) Universitário                                      ( ) Pós-graduação

5- Profissão: .....

6- Renda familiar mensal: (SM: Salário Mínimo = R\$415,00)  
 ( ) 1 a 5 SM                      ( ) >5 a 10 SM  
 ( ) >10 a 20 SM                      ( ) > 20 a 30 SM                      ( ) >30 salários mínimos.

7- Por favor, expresse na escala abaixo o quanto você gosta de:

JACA (fruta):

<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Desgosto Muitíssimo muitíssimo				nem gosto nem				gosto desgosto	

8- FRUTA PASSA (ex: banana passa, uva passa, damasco, abacaxi passa, tâmara, etc.)

<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Desgosto Muitíssimo muitíssimo				nem gosto nem				gosto desgosto	

9- Com que frequência você consome FRUTA PASSA ?

<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
Nunca	raramente	esporadicamente	frequentemente	diariamente

**Figura 7** Modelo de ficha de levantamento de dados dos provadores.





## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As jacas utilizadas nas análises foram transportadas e armazenadas sob refrigeração no Laboratório de Beneficiamento de Alimentos da UFRRJ. Baseado nos resultados de SILVEIRA (2000), o pré-tratamento da jaca com metabissulfito de sódio não atribuiu modificações visíveis de aparência, em relação às não tratadas. Neste sentido, optou-se neste estudo pela não utilização de produtos químicos, a fim de caracterizar o produto como natural. A Tabela 7 apresenta os resultados das avaliações físicas e físico-químicas dos frutos utilizados.

**Tabela 7** – Resultados das análises físicas e físico-químicas da jaca *in natura* e desidratadas.

ANÁLISES	JACA <i>IN NATURA</i> *	JACA DESIDRATADA
Fruto inteiro	5.710g ±1409g	--
Polpa <i>in natura</i>	1772g ±602g	532g ±111g
Resíduos (cascas + caroços + pívide)	3937g ±1076g	--
Polpa desidratada	--	206g ±55g
Rendimento	31%	38%
pH	5,43 ±0,29	4,88 ±0,20
Sólidos solúveis (°Brix)	27,4 ±1,42	73,7 ±1,67
Acidez total (g de ácido cítrico/100g)	0,54 ±0,31	0,68 ±0,09
Ratio Sólidos solúveis/acidez	50,74	108,38

\* Média de 10 frutos.

De acordo com a Tabela 7, pode-se observar que os frutos tiveram peso médio de 5.710g, após a limpeza obteve-se em média 1.772g de polpa (cerca de 31%) e 3.937g de resíduos, que são cascas, caroços e pívide (estrutura de sustentação do gomo), cerca de 69%. Estes dados são condizentes com a literatura, pois em levantamento feito com jacas da variedade *mole* em diferentes regiões da Bahia, LEDERMAN, BEZERRA e PEDROSA (1989) obtiveram valores de 32,75% de polpa. SUBBURAMU *et al.* (1992), ao investigarem a fração não comestível ou resíduo de jaca, verificou que 59% do peso total da jaca pertence à fração não comestível. Ainda sugeriram que este material depois de seco e analisado quimicamente poderia ser utilizado como adjunto na preparação de ração animal, visto ser uma fonte rica em carboidratos, proteína, gordura, minerais e aminoácidos.

A jaca *in natura* do presente estudo, apresentou teor de sólidos solúveis médio de 27,4 °Brix, pH médio de 5,43 e acidez total média de 0,54%, o que demonstra ser um fruto de alto teor de sólidos solúveis em relação a outras frutas como maracujá (11-14 °Brix), banana (20-25 °Brix), maçã (14-15,8 °Brix), abacaxi (8,6-15,0 °Brix). Além disso, apresentou baixa acidez, e por isso pode estar sujeita a deterioração de natureza microbiológica, explicando assim sua rápida perecibilidade (BOTREL *et al.* (2002); GOULART, ANTUNES e ANTUNES (2000); GUERRA E LIVEIRA (1999) e SILVA e MERCADANTE (2002), BENGOSI *et al.* (2008), VIVIANI e LEAL (2008).

A determinação de sólidos solúveis é considerada uma medida simples, mas que tem grande importância, tendo em vista sua utilização como índice de maturidade para algumas frutas, como manga, laranja e outras (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

Os resultados do presente estudo, são semelhantes aos da pesquisa de LORDELO (2001) de Cruz da Almas/BA, que encontrou 69,5% de resíduos e 30,5% de polpa, a polpa apresentou 25,8 °Brix em média, o pH entre 5,01 e 5,20 e a acidez de 0,31% em média.

VIEIRA *et al.* (2006) analisaram amostras de jaca das variedades *dura* e *mole* e encontraram teor de sólidos solúveis entre 25 e 27 °Brix, pH de 5,4 a 5,6 e acidez titulável de

0,11 a 0,16%, após a desidratação as amostras apresentaram teores de sólidos solúveis na faixa de 69 °Brix para as duas variedades analisadas, não havendo variações significativas para o pH e acidez titulável em relação as amostras *in natura*. Segundo SILVEIRA (2000), algumas variações nos teores de nutrientes são aceitáveis e podem ser atribuída às diferenças de condições de cultivo, adubação, irrigação, clima, variedade, entre outros.

JAGADEESH *et al.* (2007) observaram uma grande variação em sólidos solúveis em vários tipos de jaca da região da Karnataka, Índia. O maior teor obtido foi de 35,0 °Brix (SMG-5), seguido de 34,33 °Brix (SMG-4), 33,67 °Brix (SMG-2), sendo considerados estatisticamente similares. Por outro lado, foi encontrado valor mais baixo como 19,87 °Brix (SMG-3). Esta variação já havia sido reportada por MITRA e MANI (2000). Os maiores teores de sólidos solúveis (40,5 °Brix) foram reportados por REDDY *et al.* (2004), que corroboram com o trabalho JAGADEESH *et al.* (2007) sobre a vasta diversidade existente de jaca nas terras de origem. Estes resultados foram superiores às variedades encontradas no presente estudo e em outros trabalhos provenientes do Brasil (LORDELO (2001); SILVEIRA (2000); VIEIRA *et al.* (2006).

Segundo MAITI, WANGCHU e MITRA (2002) e REDDY *et al.* (2004) a relação do teor de sólidos solúveis/acidez é um parâmetro economicamente importante que determina o gosto e aceitabilidade de jaca. No presente estudo foi encontrado ratio inferior de 50,74 para jaca *in natura*. JAGADEESH (2007) encontrou a maior relação de 159,63 para o tipo SMG-22 e a menor para SMG-25 de 54,17. Estes autores explicam que embora tenham encontrado alguns frutos com conteúdos de sólidos solúveis acima de 30°Brix, estas relações foram mais baixas por causa do conteúdo de acidez mais alto. Ainda afirmam que o teor de sólidos solúveis é um indicativo do nível de açúcar no fruto, assim baixa acidez e açúcares altos são responsáveis pelo gosto doce de jaca (SELVARAJ e PAL, 1989).

Interessante ressaltar que a jaca não figura entre as frutas de preferência dos brasileiros, no entanto, apresenta características físico-químicas de sólidos solúveis, pH e acidez total, próximas às frutas mais consumidas como banana (BOTREL *et al.* 2002, VIVIANI E LEAL, 2008), maçã (GOULART, ANTUNES e ANTUNES, 2000), uva (LEMES e PERIN, 2008), abacaxi (BENGOZI *et al.*, 2008; GUERRA E LIVEIRA, 1999) e maracujá (SILVA e MERCADANTE, 2002).

O processo de desidratação (conforme Figura 9) dos tratamentos ocorreu durante um tempo médio de 8h, até atingirem umidades finais desejadas. Ao término as jacas passas foram embaladas em papel celofane para evitar o contato com oxigênio, evitando o escurecimento enzimático, em seguida foram armazenadas em local apropriado para análises.



**Figura 9** – Amostras de jaca desidratada ou jaca passa.

Os produtos desidratados apresentaram rendimento médio de 38%, 73,7° Brix, 0,68% de acidez total, ratio de 108,38 e pH 4,88 (Tabela 7). Em relação à jaca *in natura*, estes resultados sofreram aumento em virtude da perda de umidade, exceto para pH que sua redução representa aumento do teor de ácidos presentes no alimento.

Em estudos realizados por VIEIRA *et al.* (2006), também foi observado aumento dos teores de sólidos solúveis após a desidratação de jacas, ficando abaixo do presente estudo, na faixa de 69 °Brix em duas diferentes variedades. Segundo os autores, não houve variações significativas para o pH e acidez titulável em relação às amostras *in natura*.

#### 4.1 Resultados da Composição Centesimal

Na Tabela 8, podem ser observados os resultados obtidos pela determinação da composição centesimal, para amostras de jaca *in natura* e desidratadas.

**Tabela 8** – Resultados da composição centesimal da jaca *in natura* e desidratadas em 70, 60 e 50°C (médias e desvios padrões) .

AMOSTRAS	MATÉRIA SECA (%)	CINZAS (g/100g base seca)	PROTEÍNAS (g/100g base seca)	LIPÍDEOS (g/100g base seca)	CARBOIDRATOS (g/100g base seca)
Jaca <i>in natura</i>	22,93± 0,16	3,31 ± 0,04	6,63 ± 0,23	0,30 ± 0,01	89,76 ± 0,26
JD 70/25	74,22 ± 0,06	3,88 ± 0,29	3,33 ± 0,14	1,23 ± 0,18	91,55 ± 0,04
JD 70/20	77,89 ± 0,75	3,11 ± 0,01	3,22 ± 0,01	1,21 ± 0,09	92,46 ± 0,09
JD 60/25	65,80 ± 0,55	3,51 ± 0,02	6,52 ± 0,04	0,09 ± 0,01	89,88 ± 0,02
JD 60/20	63,99 ± 1,14	3,39 ± 0,04	6,62 ± 0,02	0,09 ± 0,00	89,90 ± 0,06
JD 50/25	62,64 ± 0,10	3,31 ± 0,09	6,68 ± 0,05	0,09 ± 0,00	89,93 ± 0,04
JD 50/20	63,57 ± 1,08	3,29 ± 0,23	6,39 ± 0,18	0,11 ± 0,01	90,21 ± 0,41

Conforme mostra a Tabela 8, a jaca *in natura* do presente estudo apresentou 22,93% de matéria seca, 3,31% de cinzas e 6,63% de proteínas. Resultados comparáveis aos de PEREIRA *et al.* (2007), que encontraram valor de matéria seca superior, 30,1%, no entanto, os resultados de cinzas e proteínas foram mais baixos, 2,83% e 5,28%, respectivamente.

O teor de matéria seca ou de sólidos dos alimentos vai interferir diretamente no rendimento dos produtos desidratados, assim, teores mais altos de sólidos são desejados para a industrialização de produtos desidratados, pois contribuem para aumentar o rendimento em peso de produtos prontos. Nesta pesquisa, a polpa de jaca apresentou, em média, cerca de 22,93% de matéria seca, resultado superior ao caqui desidratado (17,9%), estudado por RAUFF (2009).

O conhecimento do teor de proteínas da jaca, bem como de outros alimentos torna-se importante nos dias de hoje, porque este nutriente tem sido uma das principais causas de desnutrição de crianças. As proteínas são essenciais para manter a estrutura e funcionamento do organismo vivo e podem ter diferentes propriedades e funções, são elas: formação de ossos e dentes, contração muscular, produção de anticorpos, entre outras (CAMPOS, 2009). Os minerais também são importantes componentes inorgânicos, que desempenham importantes funções no organismo, a saber: são necessários para a elaboração dos tecidos, sínteses de hormônios e na maior parte das reações químicas onde intervêm as enzimas (BAI, 2009).

Em relação ao conteúdo de lipídeos, como a maioria das frutas, (banana, 1,13%; uva, 0,7%; figo, 0,2%; damasco, 0,1%), a jaca também não é fonte representativa deste nutriente (MATOS, 2007). Contudo, em relação ao conteúdo de carboidratos, a mesma possui valores que variam entre 89 a 91% (em base seca). Segundo RAHMAN, NILUFAR e MOSHUZZAMAN (1999) os principais carboidratos presentes na polpa da jaca são o amido

e açúcares livres (frutose, sacarose, glicose), o que explica o baixo conteúdo de parede celular desta porção da infrutescência.

Uma pesquisa realizada com jacas da variedade *mole*, provenientes de João Pessoa na Paraíba, revelou teores superiores para proteínas (20,20% base seca) e cinzas (4,00% base seca), no entanto, resultados inferiores para matéria seca (20,24%), lipídeos (1,28%) e carboidratos (69,26%), diferenças que podem ser atribuídas às diferentes condições de cultivo, solo, estágio de amadurecimento, entre outras (SILVEIRA, 2000).

LORDELO (2001) caracterizou jaqueiras de Cruz das Almas/BA, observando teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, açúcares totais e cinzas similares ao presente estudo, no entanto, enfatizou a variabilidade para a maioria dos caracteres. Nesta pesquisa, foram identificadas plantas com interesse para o processamento e/ou industrialização e para consumo *in natura*, sendo os caracteres massa do fruto e percentagem de polpa importante para a seleção de genótipos promissores.

Com relação às análises realizadas nas jacas desidratadas em diferentes temperaturas, pode-se observar que a matéria seca variou de 62,64 a 77,89%, cinzas de 3,11 a 3,88%, proteínas de 3,22 a 6,68%, lipídeos de 0,09 a 1,23% e carboidratos de 89,88 a 92,46%.

SILVEIRA (2000) investigou passas de jaca da variedade *mole*, desidratadas em diferentes temperaturas (40 e 50°C). Os resultados obtidos foram semelhantes aos do presente estudo, sendo apresentado em média 79,24% de matéria seca, 3,49% de cinzas, 5,46% de proteínas, 0,41% de lipídeos e 90,61% de carboidratos.

A partir dos resultados mostrados na Tabela 8, foram avaliados sobre cada resposta os efeitos das variáveis codificadas x1 e x2, referentes aos fatores temperatura de desidratação e umidade final da jaca desidratada, os quais são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** - Avaliação dos efeitos dos fatores sobre as determinações físico-químicas da jaca desidratada.

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		Matéria seca (g/100g base seca)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)
Temp.	1	335,53*	0,07	21,19*	2,52*	7,05*
Temp. 2	1	58,56*	-	7,37*	0,84*	3,50*
Umidade	1	2,60	0,26*	0,03	0,0	0,48*
Umidade 2	1	-	0,28*	-	-	-
Temp. x Umidade	1	-	-	-	-	-
Resíduos	8	2,30	0,02	0,01	0,05	0,07

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que a temperatura de desidratação e a umidade final dos produtos não são fatores significativos ( $p > 5\%$ ) na determinação de matéria seca, proteínas, lipídeos e carboidratos. No entanto, observa-se que apenas cinzas apresentou efeito significativo da umidade, não interferindo nos níveis encontrados para as demais variáveis.

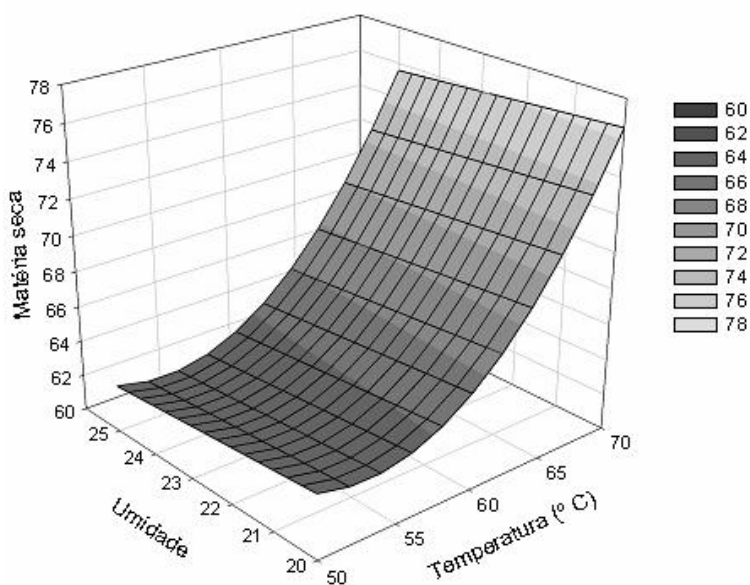
Para visualizar e discutir melhor os efeitos dos fatores, modelos foram aplicados e superfícies foram geradas para as respostas onde os fatores foram significativos.

A Tabela 10 mostra as equações e seus respectivos coeficientes de correlação ( $R^2$ ), que descrevem a matéria seca, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos em função das variáveis codificadas x1 e x2 para a jaca desidratada. Observa-se que estes modelos ajustaram-se bem aos dados experimentais, permitindo a geração da superfície de resposta.

**Tabela 10** - Modelos de regressão múltipla e seus respectivos R<sup>2</sup>.

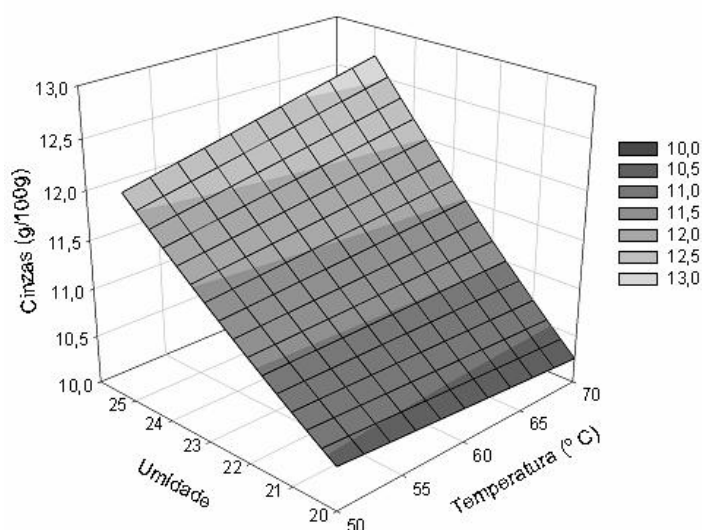
VARIÁVEL	MODELO	R <sup>2</sup>
Matéria Seca	$198,935 - 4,9758*x + 0,0468*x^2 - 0,1863*y$	0,9557
Cinzas	$11,69 - 0,0763*x - 0,0393*y + 0,00016*y^2*x$	0,7516
Proteína	$-43,97 + 1,8322*x - 0,0166*x^2 + 0,02*y$	0,9954
Lipídeos	$17,015 - 0,6203*x + 0,0056*x^2 + 0,00033*y$	0,9877
Carboidratos	$127,15 - 1,2786*x + 0,0114*x^2 - 0,0803*y$	0,9511

Observa-se pela Figura 10 (matéria seca) que os maiores valores de matéria seca (75,2 a 76,2%) foram obtidas em temperatura de 70 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



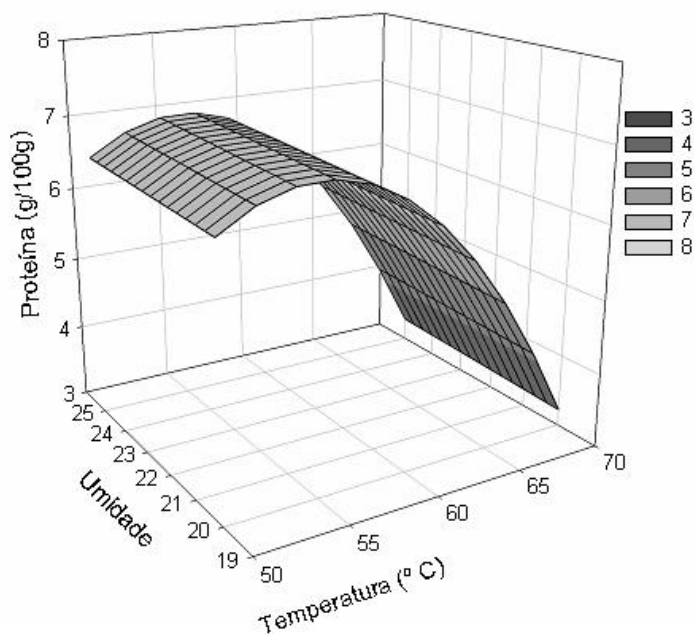
**Figura 10.** Variação de matéria seca em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

A Figura 11 (cinzas) mostra que a umidade de 25% e temperatura de 70 °C, produziu efeito significativo sobre o teor de cinzas (12,3%).



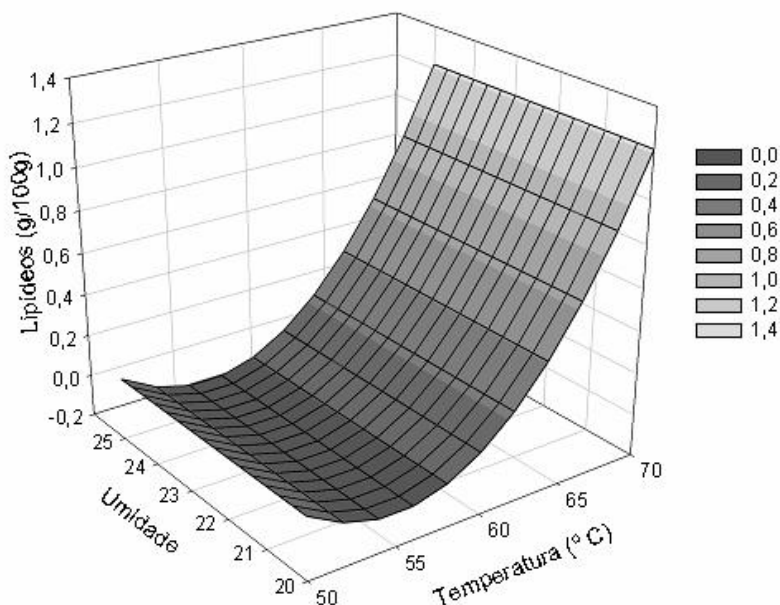
**Figura 11.** Variação de cinzas em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

A Figura 12 (proteínas) mostra que os maiores valores de proteínas (6,9 a 7,0%) foram obtidas em temperatura de 55 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



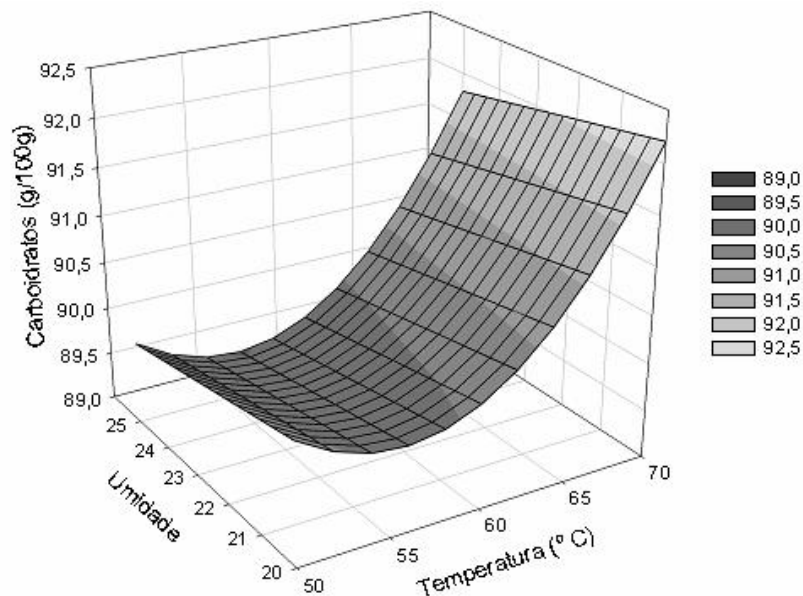
**Figura 12.** Variação de proteína em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

Conforme pode ser observado na Figura 13 (lipídeos), o maior valor de lipídeos (1,0%) foi obtido em temperatura de 70 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



**Figura 13.** Variação de lipídeos em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

Pela Figura 14 (carboidratos), os maiores valores de carboidratos (91,5 a 91,9%) foram obtidos em temperatura de 70 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



**Figura 14.** Variação de carboidratos em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

Conforme pode ser observado na Tabela 11, os pontos máximos da variável temperatura indicam os valores que se obteve o máximo da variável analisada.

**Tabela 11** - Pontos de máximo e seus valores estimados (composição centesimal).

Variável	Máximo (temperatura ; umidade)	Valor estimado para o máximo	Jaca <i>in natura</i>
Matéria Seca	(70; -)	76,2 – 75,2*	23,0 ± 0,16
Cinzas	(70; 25)	12,3	3,31 ± 0,04
Proteína	(55; -)	6,9 – 7,0*	6,62 ± 0,23
Lipídeos	(70; -)	1,0 – 1,0*	0,3 ± 0,01
Carboidratos	(70; -)	91,9 – 91,5*	89,7 ± 0,26

- indica que a variável apresenta efeito constante.

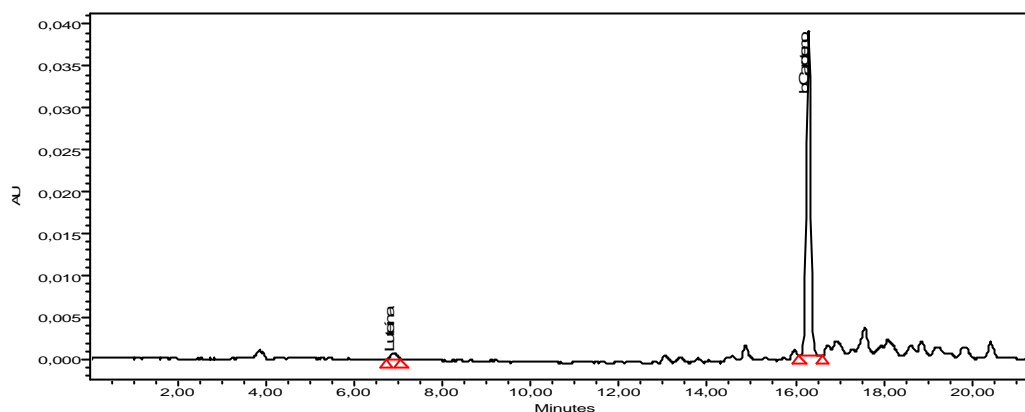
\* Valores estimados com y de 20 e 25 respectivamente.

Observa-se que os maiores valores de matéria seca, lipídeos e carboidratos foram obtidos em temperatura de 70 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%), já para a proteína, os maiores valores foram obtidos em temperatura de 55°C. Estes dados mostram que o mesmo comportamento foi seguido pela matéria seca, lipídeos e carboidratos, indicando que a umidade teve pouco efeito, e a concentração destes nutrientes aumentam com aumento da temperatura, devido à evaporação de água. Resultados semelhantes foram encontrados por KARATHANOS e HOSTAROPOULOS (1995); NETO *et al.* (2005), SCHULTZ *et al.* (2007) e ELIAS *et al.* (2008) com diferentes frutas. Contudo, em relação à proteína observa-se que existe um máximo de retenção na temperatura de 55°C e há decréscimo da mesma, com aumento da desnaturação protéica, comportamento descrito e discutido por TSAMI E KATSIOTI, 2000; DEMIREL E THURAN, 2003 e LEITE, MANCINI e BORGES, 2007.

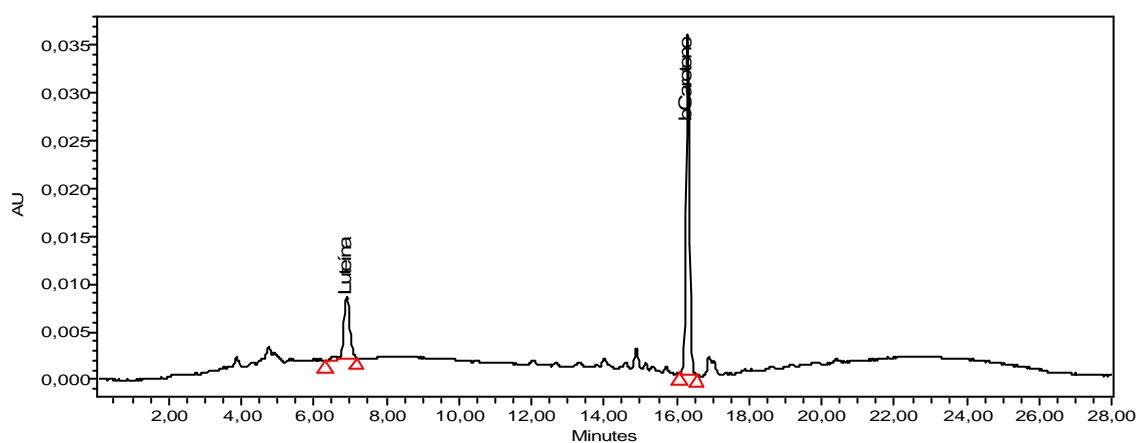
## 4.2 Resultados das Análises de Carotenóides

O β-caroteno foi o principal carotenóide identificado em jaca *in natura* e desidratadas, seguido da luteína, conforme mostram as Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21. No presente

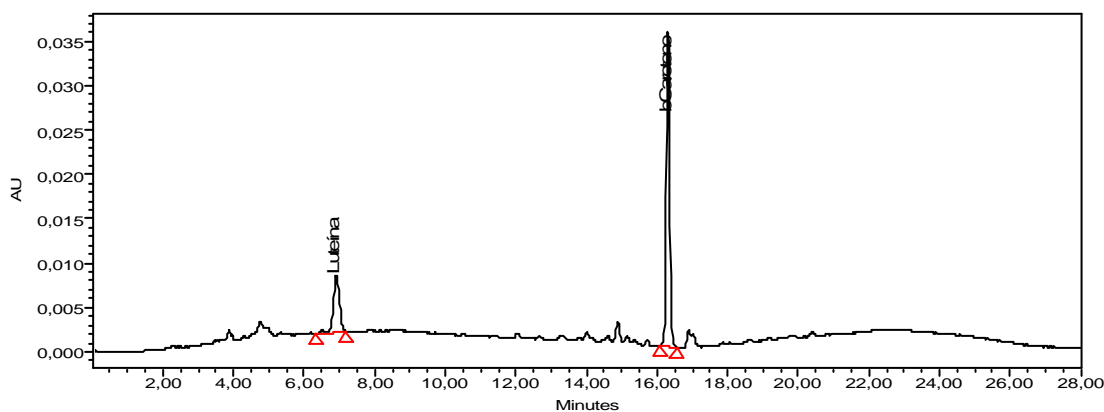
trabalho, para verificar o valor de vitamina A das amostras, foi considerado o  $\beta$ -caroteno como o principal carotenóide pró-vitâmico A (BAUERNFEIND, 1981). Outras frutas como manga, maracujá, caju amarelo e nêspera também apresentam o  $\beta$ -caroteno como majoritário (CECHI e RODRIGUEZ-AMAYA, 1981; MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998; GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1989; CANO, 1991).



**Figura 15** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de jaca *in natura*.

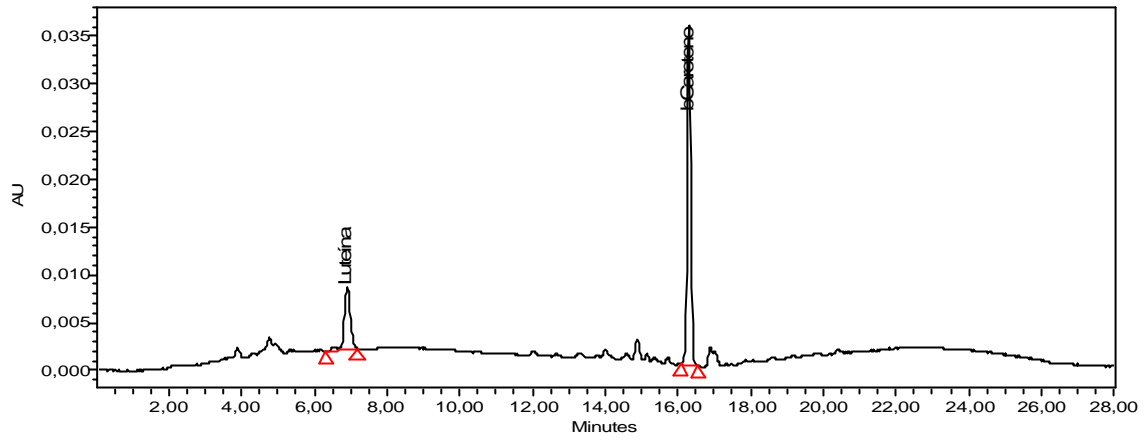


**Figura 16** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 70/25.

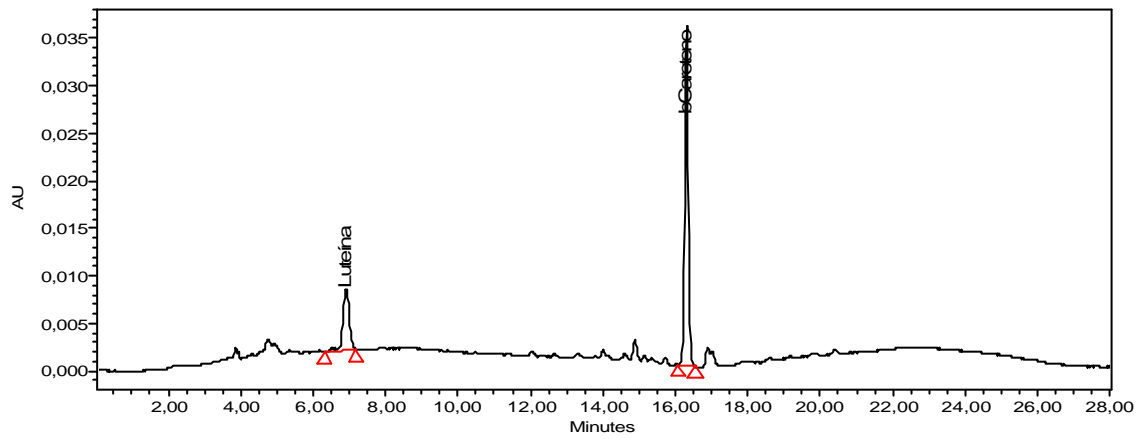


**Figura 17** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 70/20.

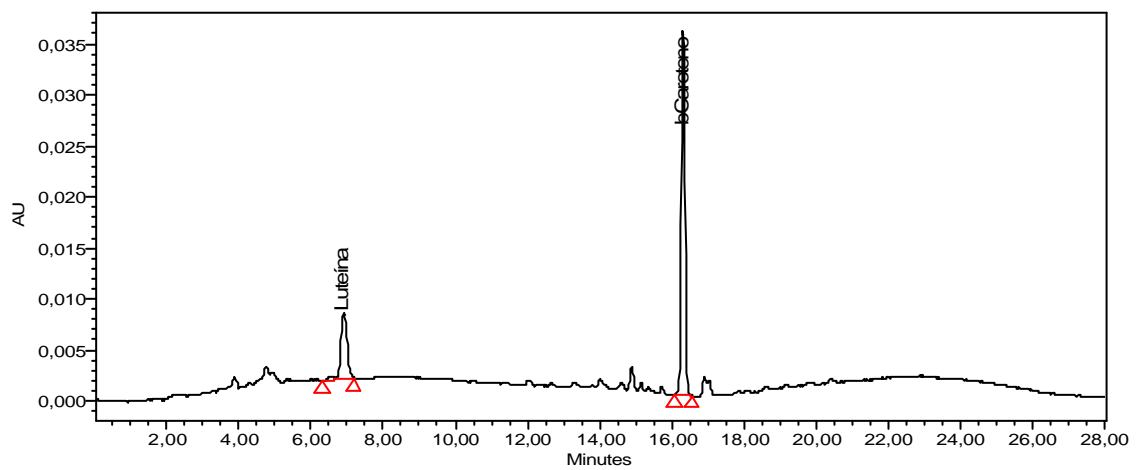




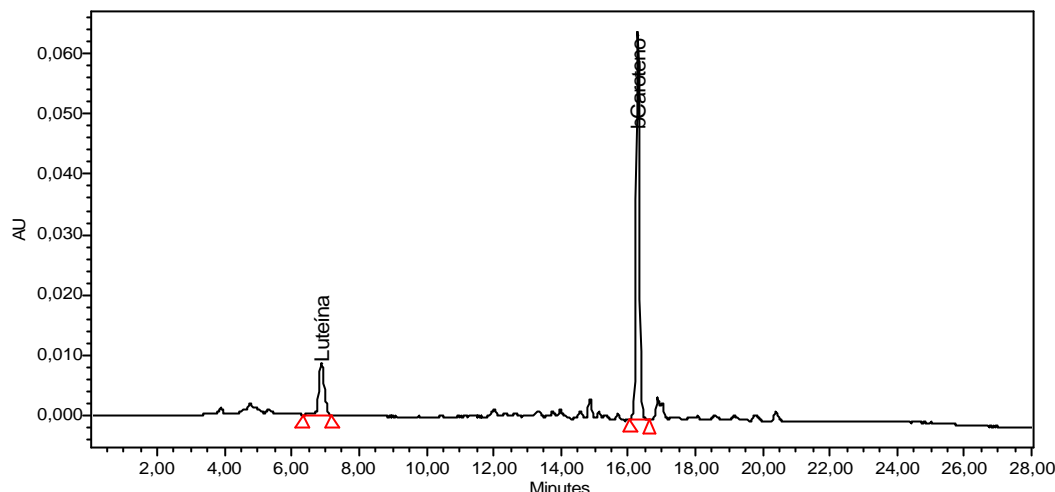
**Figura 18** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 60/25.



**Figura 19** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 60/20.



**Figura 20** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 50/25.



**Figura 21** – Cromatograma (HPLC) relativo ao extrato de carotenóides de JD 50/20.

Pela Tabela 12, foi observado que a jaca *in natura* apresentou resultados de carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, luteína e vitamina A, na faixa de  $847,35\mu\text{g}/100\text{g}$ ,  $165,65\mu\text{g}/100\text{g}$ ,  $41,43\mu\text{g}/100\text{g}$  e  $27,59\text{RE}$  respectivamente.

Estes resultados foram superiores ao estudo realizado por LERNER, ROSSO e MERCADANTE (2008). Esses autores estudaram a composição de carotenóides nas frutas tropicais: carambola, dovyalis, jaca, maná cubiu, physalis, serigüela, tucumã e pequi. A jaca apresentou  $2,8\mu\text{g}/\text{g}$  de carotenóides e todas as frutas apresentaram all-trans- $\beta$ -caroteno em diferentes proporções.

**Tabela 12** – Resultados de carotenóides em jaca *in natura* e desidratada (médias e desvios padrões).

AMOSTRAS	Carotenóides totais ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ base seca)	$\beta$ caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ base seca)	Luteína ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ base seca)	Retinol Equivalente de Vitamina A (base seca)*
Jaca <i>in natura</i>	$847,35 \pm 141,77$	$165,65 \pm 7,88$	$41,43 \pm 2,39$	$27,59 \pm 1,3$
JD 70/25	$499,02 \pm 246,95$	$78,80 \pm 16,8$	$33,67 \pm 4,02$	$13,12 \pm 2,8$
JD 70/20	$694,20 \pm 235,14$	$82,90 \pm 15,32$	$22,49 \pm 4,64$	$13,80 \pm 2,55$
JD 60/25	$970,95 \pm 156,09$	$147,45 \pm 6,95$	$54,63 \pm 11,83$	$24,57 \pm 1,16$
JD 60/20	$1008,28 \pm 88,54$	$158,53 \pm 6,59$	$52,36 \pm 1,44$	$26,41 \pm 1,09$
JD 50/25	$271,35 \pm 44,39$	$42,29 \pm 3,94$	$24,74 \pm 2,42$	$7,04 \pm 0,65$
JD 50/20	$243,89 \pm 124,48$	$50,05 \pm 22,99$	$18,80 \pm 6,07$	$8,33 \pm 3,83$

\* Calculado usando a conversão =  $1\text{ RE} = 6\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno.

Por outro lado, CHANDRIKA, JANSZ e WARNASURIYA (2009) analisaram a composição de carotenóides em jaca proveniente do Sri Lanka e as amostras estudadas apresentaram 6 (seis) carotenóides, sendo identificado o  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -zeacaroteno,  $\alpha$ -zeacaroteno,  $\beta$ -caroteno – 5,6 epóxido e um carotenóide dicarboxílico, a crocentina, correspondendo a  $141,6\text{ RE}/100\text{g}$ , indicando que a jaca é uma boa fonte de carotenóides provitamina A. O presente estudo mostrou resultados diferentes, só apresentando o  $\beta$ -caroteno e luteína na composição de carotenóides, marcando a influência das diferenças geográfica nos resultados.

Segundo RODRIGUEZ-AMAYA (2004), estas diferenças qualitativas e quantitativas chama-se variabilidade natural, que deve ser conhecida e não deve ser confundida com erros analíticos, pois estas informações também auxiliam na otimização dos níveis carotenogênicos dos alimentos. Continua afirmando que os fatores mais influentes são (a) variedade ou cultivar, (b) estágio de maturação, (c) clima ou localização geográfica, (d) parte da planta utilizada e, (e) técnica de produção.

JAGADEESH *et al.* (2007) também observou grande variação nos conteúdos de carotenóides de jacas provenientes da Índia, segundo os autores, provavelmente o centro da origem e diversidade da jaca. Os conteúdos de carotenóides totais variaram de 0,363 a 0,879mg/100g. Estes autores ainda observaram que a intensidade de cor revelada visualmente, foi diretamente proporcional à quantidade de carotenóides encontrados em cada tipo de jaca.

Com relação às jacas desidratadas em diferentes temperaturas, conforme mostra Tabela 12, os valores de carotenóides totais variaram de 243,89 a 1008,28 $\mu$ g/100g,  $\beta$ -caroteno de 42,29 a 165,65 $\mu$ g/100g, luteína de 18,80 a 54,63 $\mu$ g e vitamina A de 7,04 a 27,59RE/100g.

Observa-se que houve uma grande variação entre os valores encontrados nas análises dos diferentes tratamentos, chegando a 4 vezes, e essa variação pode ser atribuída às diferenças de tratos culturais, solo, clima e de estágio de maturação, pois como a jaca é um fruto climatérico, apresenta alta taxa de respiração ocasionando mudanças bioquímicas muito rápidas (CHITARRA, 2001).

Variações desta natureza, também foram observadas por SILVA e MERCADANTE (2002), que ao realizarem uma pesquisa com 5 (cinco) lotes de maracujá *in natura*, obtiveram valores de carotenóides totais significativamente diferentes entre os lotes analisados. Para os autores, esta grande variação pode provavelmente ser explicada pela diferença entre a procedência das amostras (solo e clima) e de grau de maturação. Em outro estudo de ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA (1988), que ao investigarem abóbora e moranga comercializadas no Estado de São Paulo, observaram além de grandes diferenças entre variedades distintas, variações de até oito vezes no teor do carotenóide majoritário em cinco lotes de amostra de uma mesma variedade.

Interessante ressaltar que o consumo de jaca desidratada poderá ser recomendado por apresentar maior biodisponibilidade de carotenóide. Considerando que alguns estudos analisaram o conteúdo de carotenóides em alimentos, reportaram maior facilidade de extração dos carotenóides, após o processamento térmico, produzindo aumento na quantidade total de carotenóides provitamínicos A em relação aos vegetais frescos (GRANADO *et al.* 1992; KHACHIK *et al.*, 1992; LESSIN, CATIGANI e SCHWARTZ, 1997). Isto se deve provavelmente a uma desnaturação mais eficiente dos complexos carotenóide/proteína (KHACHIK *et al.*, 1992). VAN HET HOLF *et al.* (2000) relataram que esta extração aumentada pode estar associada também à maior biodisponibilidade de carotenóides provenientes de matriz vegetal submetida a tratamento térmico.

ROCK *et al.* (1998) encontraram aumento na biodisponibilidade de  $\beta$ -caroteno em vegetais processados. O processamento, como o tratamento térmico tem o potencial de elevar a biodisponibilidade de carotenóides provenientes de vegetais.

A partir dos resultados mostrados na Tabela 12, foram avaliados sobre cada resposta, os efeitos das variáveis codificadas x1 e x2, referente aos fatores temperatura de desidratação e umidade final da jaca desidratada, os quais são apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13** - Avaliação dos efeitos dos fatores sobre as determinações de carotenóides da jaca desidratada (base seca).

F.V.	G.L.	Quadrado médio		
		Carotenóides totais ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Retinol equivalente de Vitamina A/100g)
Temp	1	229828*	2405,1*	66,64*
Temp <sup>2</sup>	1	843743*	21349,3*	593,32*
Umidade	1	14014*	175,5	4,86
Umidade <sup>2</sup>	1	-	-	-
Temp x Umidade	1	-	-	-
Resíduos	8	44767	291,3	8,10

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os dados mostrados na Tabela 13 revelam que para os fatores estudados (temperatura e umidade final), os efeitos não foram significativos, na determinação de carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, luteína e vitamina A. Entretanto, quando se observa efeito da temperatura para todas as variáveis existe alguma variação.

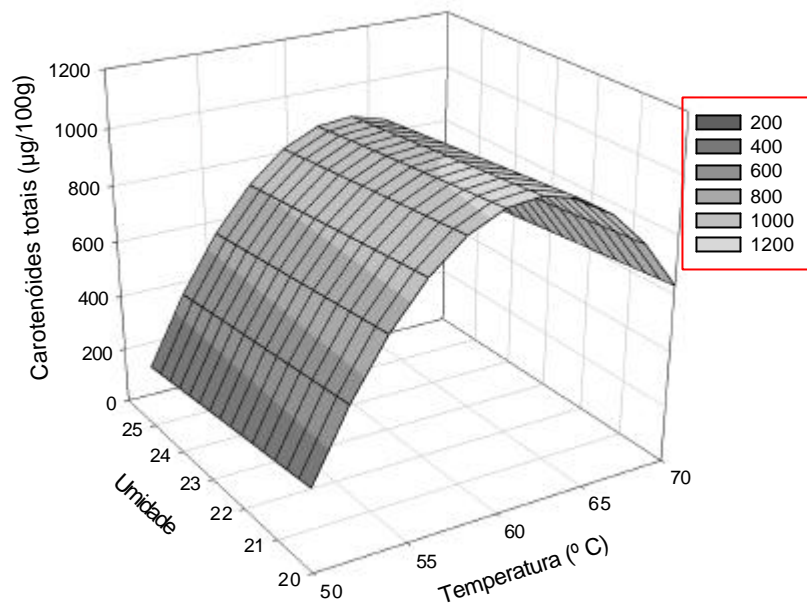
A Tabela 14 mostra as equações e seus respectivos coeficientes de correlação ( $R^2$ ), que descrevem carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, luteína e vitamina A em função das variáveis codificadas x1 e x2 para a jaca desidratada. Observa-se que estes modelos ajustaram-se bem aos dados experimentais, permitindo a geração da superfície de resposta.

**Tabela 14** - Modelos de regressão múltipla e seus respectivos  $R^2$ .

VARIÁVEL	MODELO	$R^2$
Carotenóides totais	$-19969,695 + 691,946*x - 5,625*x^2 - 13,670*y$	0,7523
$\beta$ -caroteno	$-3137,77 + 109,1054*x - 0,8948*x^2 - 1,5297*y$	0,9112
Vitamina A	$-523,08 + 18,1881*x - 0,1491*x^2 - 0,2546*y$	0,9112

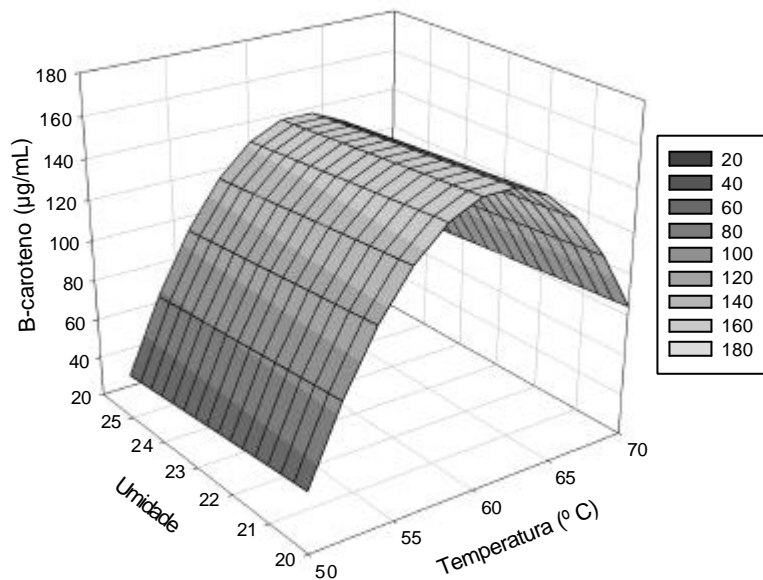
Para visualizar e discutir melhor os efeitos dos fatores, modelos foram aplicados e superfícies foram geradas para as respostas onde um dos fatores foi significativo.

Conforme observado na Figura 22, os maiores valores de carotenóides totais (968,1 a 1036,4  $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) foram obtidos em temperatura de 61,5 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



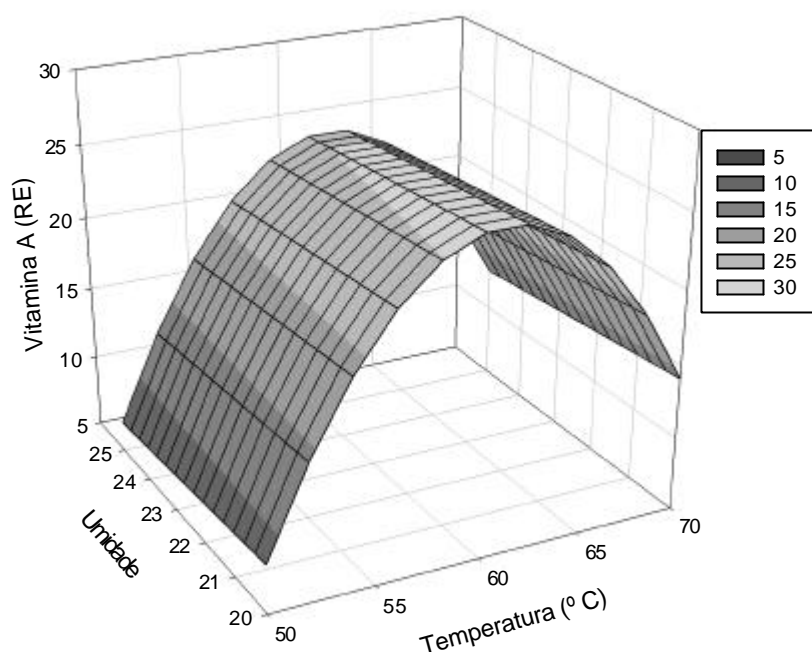
**Figura 22.** Variação de carotenóides totais em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

A Figura 23 ( $\beta$ -caroteno), mostra que os maiores valores de  $\beta$ -caroteno (149,8 a 157,5  $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) foram obtidos em temperatura de 61 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



**Figura 23.** Variação de  $\beta$ -caroteno em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

A Figura 24 (vitamina A) mostra que os maiores valores de vitamina A (25,2 a 26,5RE/100g) foram obtidos em temperatura de 61 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



**Figura 24.** Variação de vitamina A em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

Conforme pode ser observado na Tabela 15, os pontos máximos da variável temperatura indicam os valores que se obteve o máximo da variável analisada.

**Tabela 15** - Pontos de máximo e seus valores estimados (carotenóides).

Variável	Máximo (temperatura; umidade)	Valor estimado para o máximo	Jaca <i>in natura</i>
Carotenóides totais	(61,5; -)	1036,4 – 968,1*	847,35 ± 200,5
β-caroteno	(61; -)	157,5 – 149,8*	165,65 ± 11,1
Retinol	(61;-)	26,5 – 25,2*	27,6 ± 1,83

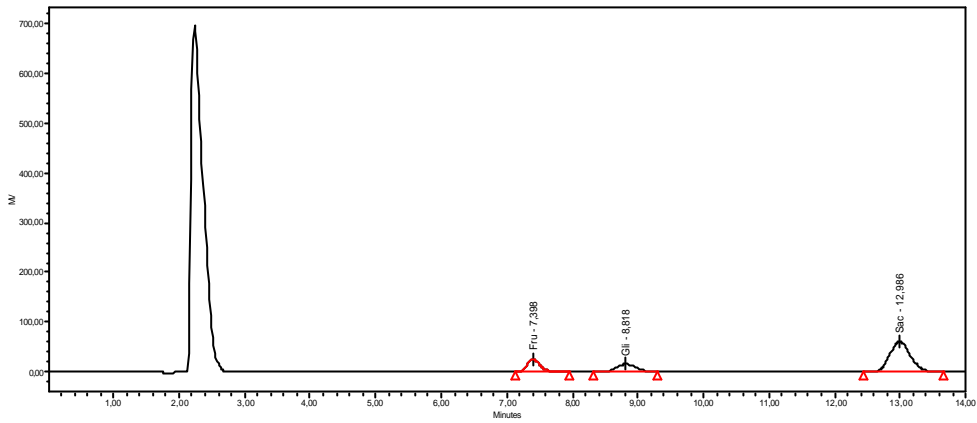
- indica que a variável apresenta efeito constante.

\* Valores estimados com y de 20 e 25 respectivamente.

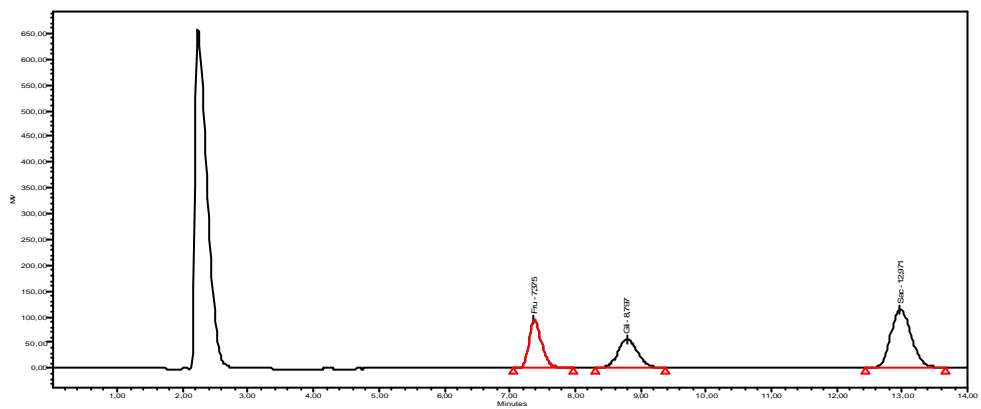
Observa-se que os maiores valores de carotenóides totais, β-caroteno e retinol foram obtidos em temperaturas de 61 °C e 61,5 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25).

### 4.3 Resultados da Composição de Açúcares

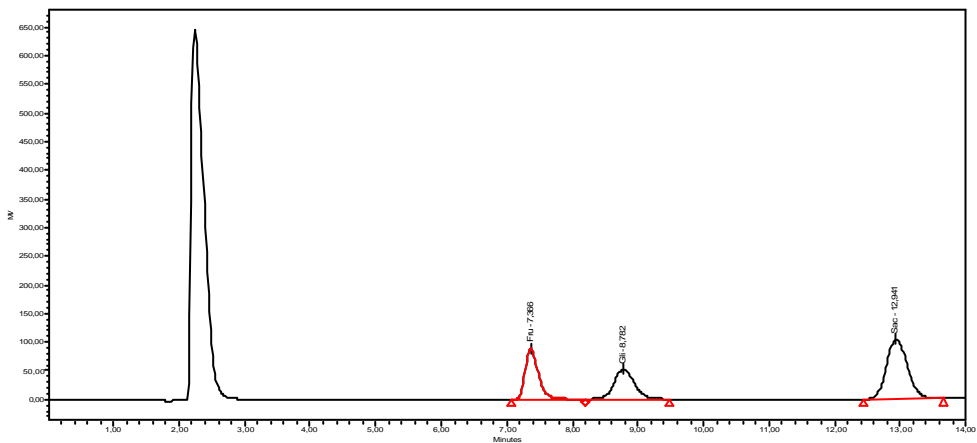
Os açúcares identificados na jaca *in natura* e seus produtos desidratados foram sacarose, glicose e frutose, conforme mostram as Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31. Estes resultados são semelhantes ao obtido por CHOWDHURY, RAMAN e MIAN (1997), que encontraram os mesmos açúcares em todas as partes do fruto.



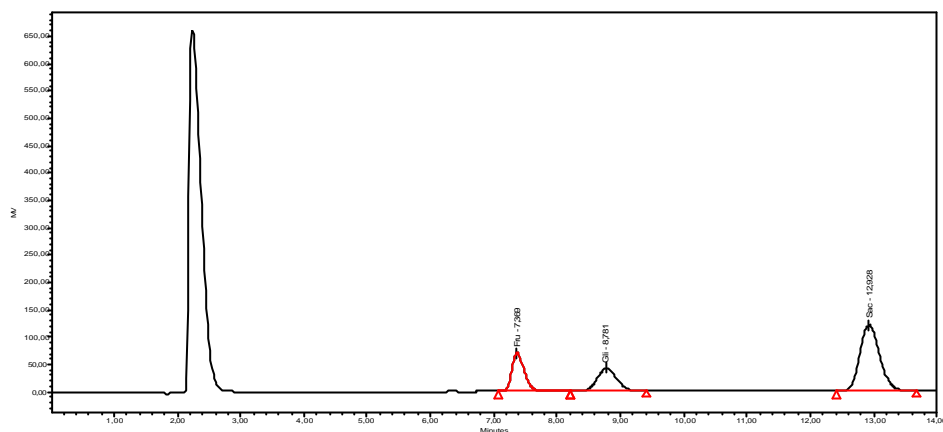
**Figura 25** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca *in natura*.



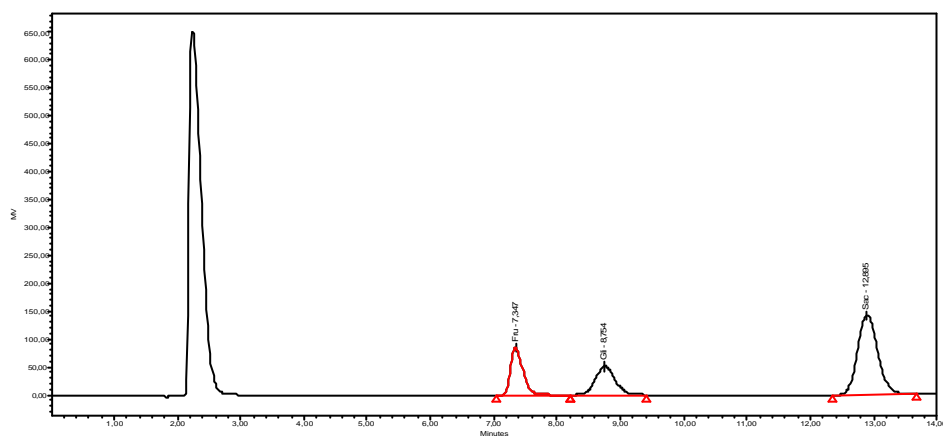
**Figura 26** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 70/25.



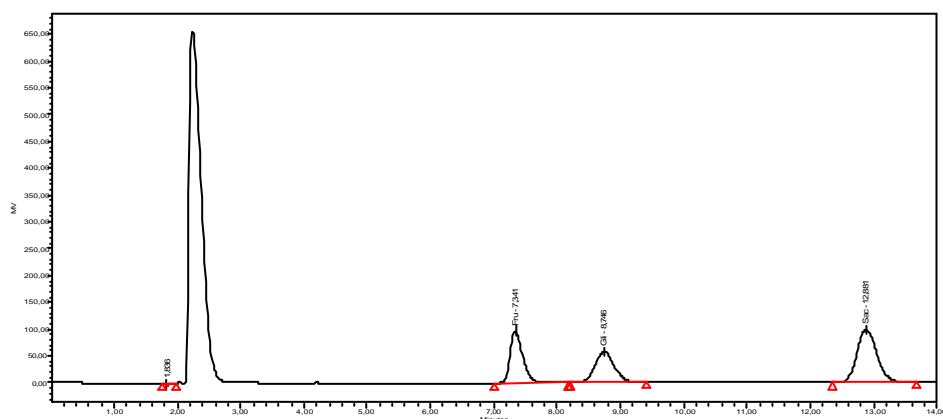
**Figura 27** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 70/20.



**Figura 28** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 60/25.

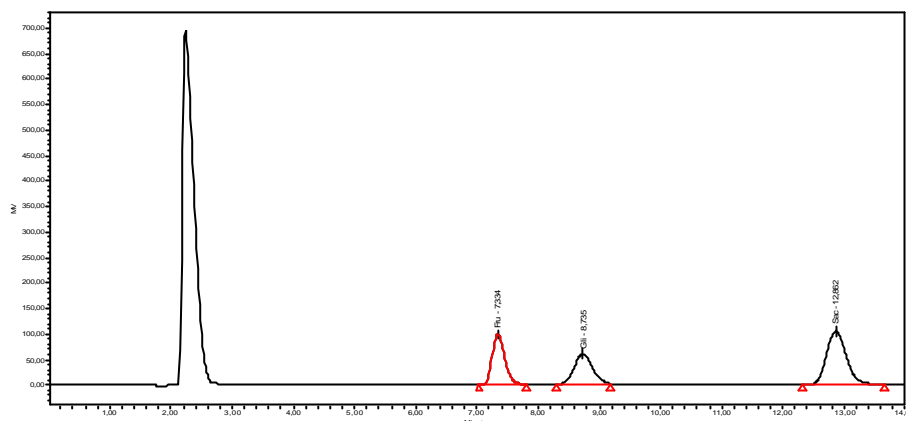


**Figura 29** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares em jaca desidratada 60/20



**Figura 30** - Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares de jaca desidratada 50/25.





**Figura 31** – Cromatograma (HPLC) relativo à análise de açúcares de jaca desidratada 50/20.

Conforme Tabela 16, os valores das concentrações de açúcares (em base seca) para a jaca *in natura* foram de 15,72% de frutose, 15,87% de glicose e 60,09% de sacarose. Relacionando esses valores com os obtidos por SALGADO, GUERRA e MELO (1999), que avaliaram frutas tropicais, tais como: pinha, graviola, manga, goiaba e sapoti, pode-se observar que os valores de açúcares totais destas frutas foram inferiores aos obtidos nesta pesquisa.

Comparando estes valores aos obtidos para 4 (quatro) cultivares de manga, com valores que variaram entre 2,32 a 3,15% de frutose, 0,05 a 0,59% de glicose, 4,92 a 9,05% de sacarose e 9,79 a 12,75% de açúcares totais (BERNARDES-SILVA, LAJOLO e CORDENUNSI (2003) e ao trabalho de BRANDÃO *et al.*, (2003) com mangas da variedade Coité (12,20%), é possível afirmar que a jaca foi superior no conteúdo de açúcares.

**Tabela 16** – Resultados da composição de açúcares em jaca *in natura* e desidratada.

AMOSTRAS	Frutose (g/100g de base seca)	Glicose (g/100g de base seca)	Sacarose (g/100g de base seca)
Jaca <i>in natura</i>	15,72 ± 0,07	15,87 ± 0,30	60,09 ± 0,11
JD 70/25	20,62 ± 0,88	20,67 ± 0,69	40,85 ± 0,60
JD 70/20	19,44 ± 0,41	19,41 ± 0,45	33,99 ± 3,17
JD 60/25	17,25 ± 1,08	17,70 ± 1,12	46,71 ± 3,30
JD 60/20	20,90 ± 1,21	21,54 ± 1,24	52,43 ± 0,14
JD 50/25	20,74 ± 0,70	20,98 ± 0,72	34,63 ± 0,05
JD 50/20	20,08 ± 0,96	20,3 ± 0,80	38,59 ± 2,41

MELO *et al.* (2006) avaliaram jaca *in natura* provenientes de Santa Cruz (BA) e verificaram 30% de açúcares totais, evidenciando os elevados teores de açúcar em jaca, demonstrando ser uma fruta com bom potencial para industrialização. Estes resultados foram superiores ao do presente estudo.

Para as jacas desidratadas, os valores de açúcares variaram de 17,25 a 20,90% para frutose, 17,70 a 21,54% para glicose e 33,99 a 52,43% para sacarose.

Não foram encontrados dados sobre açúcares em jaca desidratada na literatura consultada. No entanto, observou-se que houve aumento dos teores de açúcares, que podem ser atribuídos ao efeito da remoção de água em função da desidratação, levando à concentração dos constituintes não voláteis presentes (BRANDÃO *et al.* 2003). Este efeito é muito benéfico e deve ser considerado como um fator favorável das frutas desidratadas, pois além de conferir melhor sabor, ainda age como um conservante do produto (MATOS, 2005).

Segundo MATOS (2007), as frutas desidratadas, ao contrário das frescas, representam uma fonte mais concentrada de calorias, fibras, açúcares e outros nutrientes que aliados a uma alimentação equilibrada trazem enormes benefícios à saúde.

Quando comparados os açúcares totais dos produtos desidratados do presente estudo com outros produtos de frutas desidratados, tais como, acerola desidratada com 43,22% (SOARES *et al.*, 2001), ameixa desidratada (43,15%), damasco desidratado (29,6%), figo desidratado (51,43%) e uva passa com 71,4%, observa-se que a jaca supera todos os produtos.

A partir dos resultados mostrados na Tabela 16, foram avaliados sobre cada resposta os efeitos das variáveis codificadas x1 e x2, referentes aos fatores temperatura de desidratação e umidade final da jaca desidratada, os quais são apresentados na Tabela 17.

**Tabela 17** - Avaliação dos efeitos dos fatores sobre a composição de açúcares da jaca desidratada.

F.V.	G.L	Quadrado médio		
		Frutose (g/100g base seca)	Glicose (g/100g base seca)	Sacarose (g/100g base seca)
Temp	1	1,88	1,04	1,29
Temp <sup>2</sup>	1	-	-	420,43*
Umidade	1	1,09	7,78	2,65
Umidade <sup>2</sup>	1	-	-	-
Temp x Umidade	1	-	-	-
Resíduos	8	1,66	1,55	18,38

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

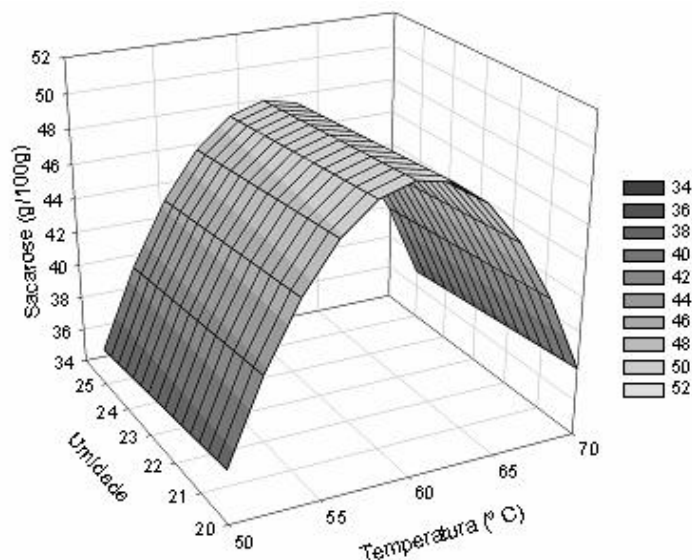
Os dados mostrados na Tabela 17 revelam que para os fatores estudados (temperatura e umidade final), os efeitos não foram significativos, na determinação de frutose, glicose e sacarose. Entretanto, quando se observa efeito somente da temperatura observa-se variação para a sacarose.

A equação abaixo descreve a sacarose em função das variáveis codificadas x1 e x2 para a jaca desidratada, cujo coeficiente de correlação ( $R^2$ ) foi 0,74, mostrando que este modelo ajustou bem aos dados experimentais e permitindo a geração das superfícies de resposta.

$$\text{Sacarose} = -400,63 + 15,1076*x - 0,1255*x^2 - 0,188*y$$

Para visualizar e discutir melhor o efeito do fator (umidade), modelo foi aplicado e a superfície foi gerada para a resposta onde um dos fatores foi significativo.

Conforme observado na Figura 32, os maiores valores de sacarose (49,3 a 50,2%) foram obtidas em temperatura de 60 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25%).



**Figura 32.** Variação de sacarose em jacas desidratadas em função dos fatores avaliados.

Conforme pode ser observado na Tabela 18, os pontos máximos da variável temperatura indicam os valores que se obteve o máximo da variável analisada.

**Tabela 18** - Ponto de máximo e seu valor estimado (sacarose).

Variável	Máximo (temperatura; umidade)	Valor estimado para o máximo	<i>In natura</i>
Sacarose	(60; -)	50,2 – 49,3*	65,1 ± 0,16

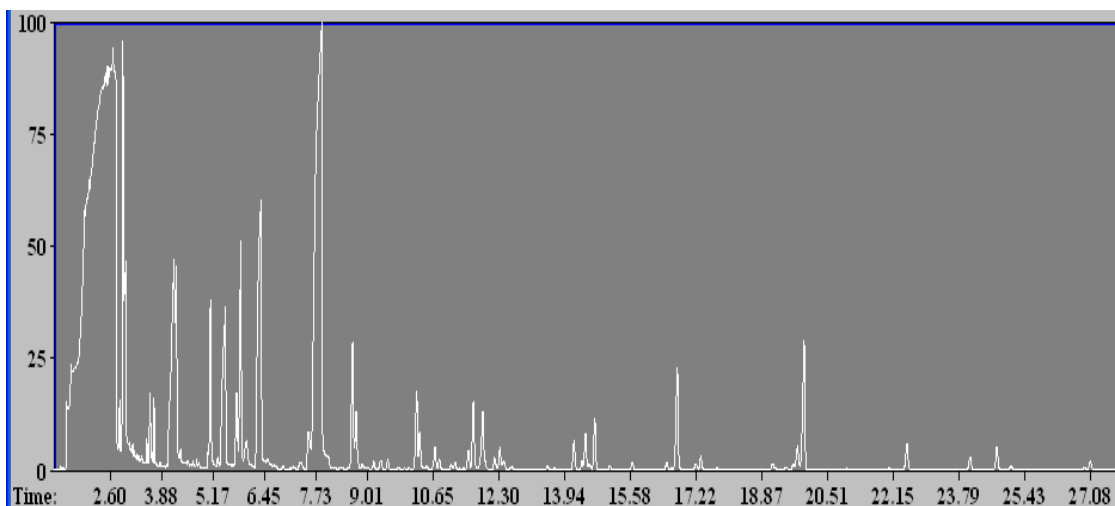
- indica que a variável apresenta efeito constante.

\* Valores estimados com y de 20 e 25 respectivamente.

Observa-se que o maior valor de sacarose foi obtido em temperatura de 60 °C, em ambos teores de umidade (20 e 25).

#### 4.4 Resultados das Análises de Compostos Voláteis

Em função de ter sido a técnica de extração por *headspace*, a que apresentou o extrato mais representativo do aroma de jaca no trabalho desenvolvido por FRAGA (2005), optou-se neste estudo por utilizar a mesma metodologia, com algumas modificações sugeridas por JUNIOR *et al.* (2008). Assim, a polpa de jaca foi submetida à extração por *headspace* dinâmico, durante 8 (oito) horas de coleta da fração gasosa em equilíbrio com a fruta, num sistema fechado, a fim de identificar os constituintes químicos presentes no aroma. Após concentração das várias coletas, obteve-se um extrato com aroma característico do fruto. Na Figura 33, está representado o perfil do extrato de jaca *in natura*.



**Figura 33** - Cromatograma de íons totais relativo à análise de jaca por *headspace*.

Para facilitar o entendimento, as substâncias foram identificadas e classificadas de acordo com a classe de compostos a que pertencem, conforme Tabela 19. Observa-se na tabela 20, a presença majoritária de ésteres (55%), seguida de hidrocarbonetos (12%), álcoois (12%), aldeídos (10%) e cetonas (7,9%). Foi possível a detecção de 89 compostos, sendo majoritários os ésteres ramificados e os alcoois. Os compostos majoritários da composição global observada na jaca *in natura*, foram: 2-metil-1-butanol, metanoato de butila, carbonato de etila, butanoato de etila, etanoato de butila, isovalerato de etila, 3-metilbutanoato de 2-metilbutila.

**Tabela 19** – Substâncias identificadas no extrato de jaca *in natura* (continua).

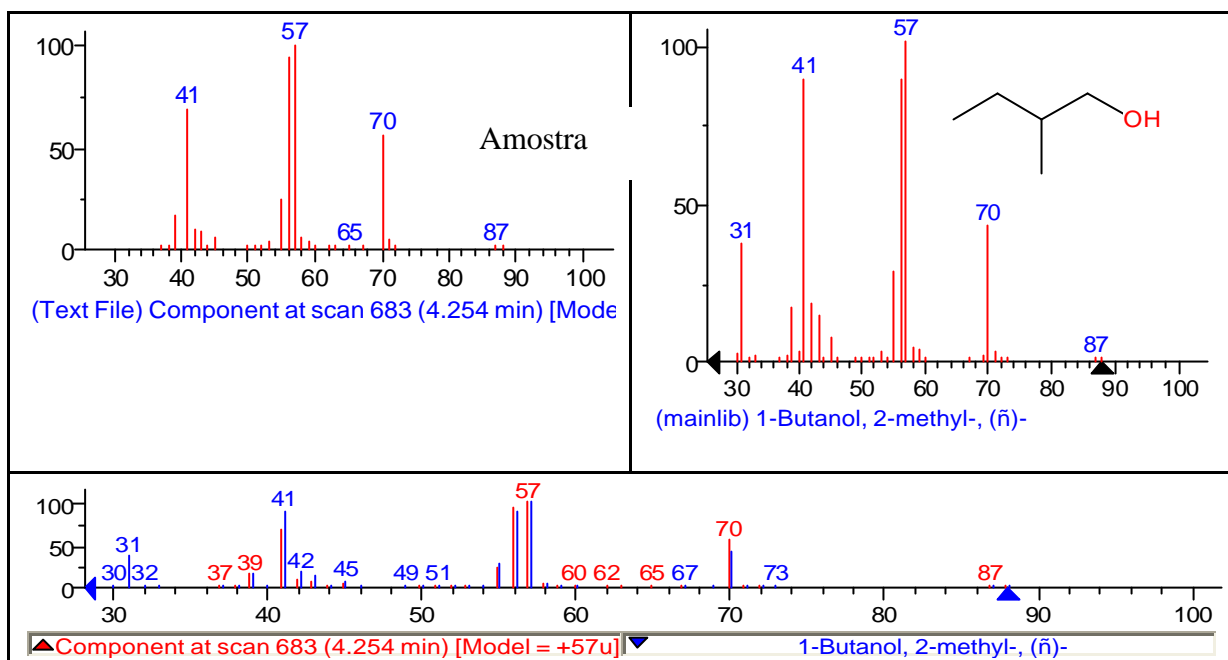
Picos	Substâncias identificadas	TR	Área	Área relativa (%)	Índice de Retenção (calculado)	Índice de Retenção (referência)	IDENTIFICAÇÃO
1	Etanol	1.519	0,3300	1,28	630	668	A,B
2	Acetato de etila	2.492	0,4250	1,65	638	628	A,B
3	3-Hexanol	2.778	0,0994	0,39			A
4	Aldeído isovalérico	2.840	0,1240	0,48	690	697	A,B
5	Metanoato de butila	2.996	1,0500	4,09			A
6	Ácido carbônico, etil-metilester	3.519	0,2670	1,04			A
7	3-Hidroxi-2-butanona	3.600	0,3190	1,24			A
8	Propanoato de etila	3.653	0,0321	0,12	713,7	714	A,B
9	Acetato de propila	3.701	0,2150	0,84			A
10	Butanoato de metila	3.848	0,0073	0,03	723,4	723	A,B
11	Isobutanoato de metila	3.851	0,0047	0,02			A
12	3-Metil-1-butanol	4.201	0,2880	1,12	736,8	736	A,B
13	2-Metil-1-butanol	4.260	1,1800	4,59	740,3	739	A,B
14	2-Metilvaleraldeído	4.362	0,0557	0,22			A
15	2-Metilpropanoato de etila	4.674	0,0162	0,06			A
16	Tolueno	4.767	0,0306	0,12	752	773	A,B
17	Acetato de isobutila	5.053	0,0767	0,30	771,0	776	A,B
18	Isovalerato de metila	5.107	0,6680	2,60	772,4	776	A,B
19	2,5-Dietoxitetrahydro-furano	5.295	0,0380	0,15			A
20	Carbonato de etila	5.459	1,1700	4,55			A
21	Hexanal	5.762	0,4630	1,80	787,0	800	A,B
22	Butanoato de etila	5.868	1,3900	5,41	788,8	800	A,B
23	2-Hexanol (S)	6.010	0,1830	0,71			A
24	Etanoato de butila	6.365	2,9300	11,40	811,5	807	A,B
25	4, 4, 5-Trimetil-2-hexeno	6.925	0,0163	0,06			A
26	2-(metilthio)-etanol	7.169	0,0153	0,06			A
27	2-Butanoato de etila	7.358	0,0354	0,14			A

**Tabela 19 – Continuação.**

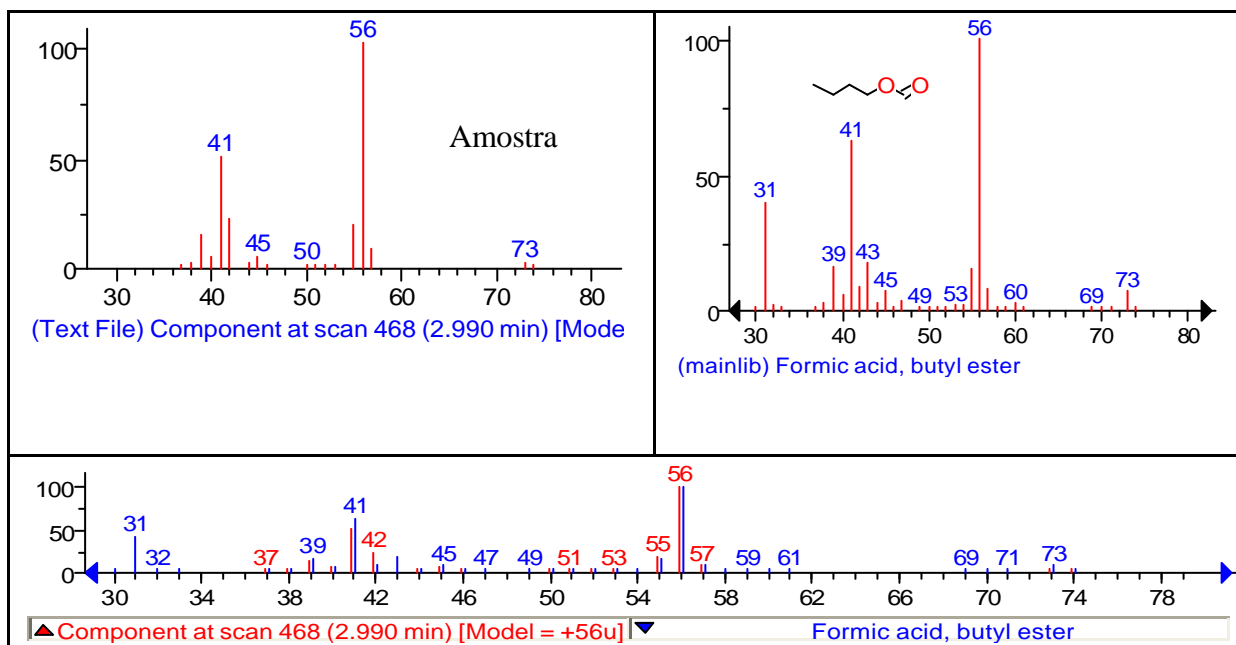
28	2-(3H)-furanona-5-butildihidro-4-metil-cis	7.365	0,0001	0,00			A
29	2-Metilbutanoato de etila	7.554	0,4080	1,59	828,6	846	A,B
30	3-Metilbutanoato de etila	7.891	0,2700	1,05	832,9	854	A,B
31	1-Hexanol	8.363	0,0177	0,07	845	867	A,B
32	Isovalerato de etila	8.456	4,6800	18,21	873,9	856	A,B
33	3-Hidroxi-3-metilbutanoato de metila	8.552	0,0110	0,04			A
34	Acetato de isopentila	8.657	0,8740	3,40	876	876	A,B
35	Acetato de 3-metil-1-butila	8.746	0,2940	1,14	890	880	A,B
36	3-Metil pentanoato de metila	8.910	0,0214	0,08			A
37	3-Isopropil – 5-metil-hex-4-en-ona	9.192	0,0482	0,19			A
38	1, 2, 3, 4, 5 – pentametil, Ciclopenteno	9.356	0,0695	0,27			A
39	Butanoato de hexila	9.535	0,0599	0,23			A
40	2, 3-Metil-2,3- dinitro-butano	9.537	0,0002	0,00			A
41	Butanoato de hexila	9.538	0,0015	0,01			A
42	1,1-dietoxi-butano	9.795	0,0137	0,05			A
43	Butirolactona	10.059	0,0104	0,04			A
44	1,2,3,4,5-pentametil-ciclopentane	10.263	0,5440	2,12			A
45	2,6-metil-4-hepten-3-ona,	10.508	0,0214	0,08			A
46	2,4,4-trimetil-1-hexeno	10.723	0,1430	0,56			A
47	3-Hidroxi-butanoato de etila	11.126	0,0331	0,13			A
48	1-Metil-2-propil-ciclohexano	11.222	0,0452	0,18			A
49	(2E)-2-metil-2-butenato de etila	11.427	0,246	0,96			A
50	2,4,4-trimetil-1-hexeno	11.555	0,1380	0,54			A
51	1-Metil-4-(1-metiletil)-cis ciclohexano	11.675	0,4690	1,83			A
52	3-Metilbutanoato de propila	11.910	0,3540	1,38	890	896	A,B
53	Benzaldeído	12.210	0,0703	0,27			A
54	3-Metilpentanoato de etila	12.340	0,1400	0,54	892	898	A,B
55	5-isopropil-3,3-metil-2-metileno-2,3-dihidro	12.639	0,0147	0,06			A
56	Acetato de etila (metilthio)	13.517	0,0150	0,06	920	894	A,B
57	2-Metilbutanoato de etila	13.545	0,0156	0,06			A
58	6-Metil-5-hepten-2-ona	13.715	0,0054	0,02			A
59	2-Hidroxi-3-metil-pentanoato de metila	13.965	0,0064	0,02			A
60	Butanoato de butila	14.191	0,2110	0,82	998	993	A,B
61	Hexanoato de etila	14.394	0,0546	0,21	1003	996/1002	A,B
62	Octanal	14.480	0,2340	0,91	1009	1001/1006	A,B
63	Acetato de hexila	15.088	0,0294	0,11			A
64	N-Toluylic acido, 6-etil-3-octilester	15.458	0,0066	0,03			A
65	(S)-3-etil-4-metil-pentanol	15.470	0,0069	0,03			A
66	D-Limoneno	15.648	0,0547	0,21			A
67	2-Metilbutanoato de butila	16.506	0,0488	0,19			A
68	2-Hexenoato de etila	16.631	0,0096	0,04			A
69	Isovalerato de butila	16.772	0,8490	3,30	1030	1029	A,B
70	Butanoato de isoamila	17.238	0,0379	0,15			A
71	Butirato de 2-metilbutila	17.363	0,0929	0,36			A
72	7- Etil-4-nonanona	17.632	0,0085	0,03			A
73	6,6-Dimetilheptano-2,4-dione-enol	17.766	0,0090	0,04			A
74	3-Isopropil-5-metil hexan-2-ona	18.546	0,0077	0,03			A
75	2,4-Hexadienoato de etila	19.146	0,0039	0,02			A
76	2-Metilbutanoato de isopentila	19.492	0,0180	0,07			A
77	2-Metil butanoato de 2-metilbutila	19.672	0,0357	0,14			A
78	Isovalerato de isopentila	19.773	0,1370	0,53	1052	1060/1103	A,B
79	3-Metilbutanoato de 2-metilbutila	19.940	1,1600	4,51			A
80	Fenil-etil-álcool	20.078	0,049	0,19			A
81	Hexanoato de isobutila	22.074	0,0129	0,05			A
82	Benzeno-propanal	22.506	0,2210	0,86			A
83	2-Decen-1-ol (E)	22.963	0,0042	0,02			A
84	Hexanoato de butila	24.081	0,1040	0,40	1166	1188	A,B
85	Decanal	24.758	0,1820	0,71	1195	1193	A,B
86	Acetato de octila	25.103	0,0198	0,08			A
87	3-Metilbutanoato de hexila	26.553	0,0062	0,02			A
88	2-Feniletanoato de etila	26.648	0,0085	0,03			A
89	Hexanoato de isopentila	26.952	0,0194	0,08			A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa); (B) comparação com espectro de massas da biblioteca e com índice de retenção e referências (FLAVORNET, 2007, ADAMS, 2001).

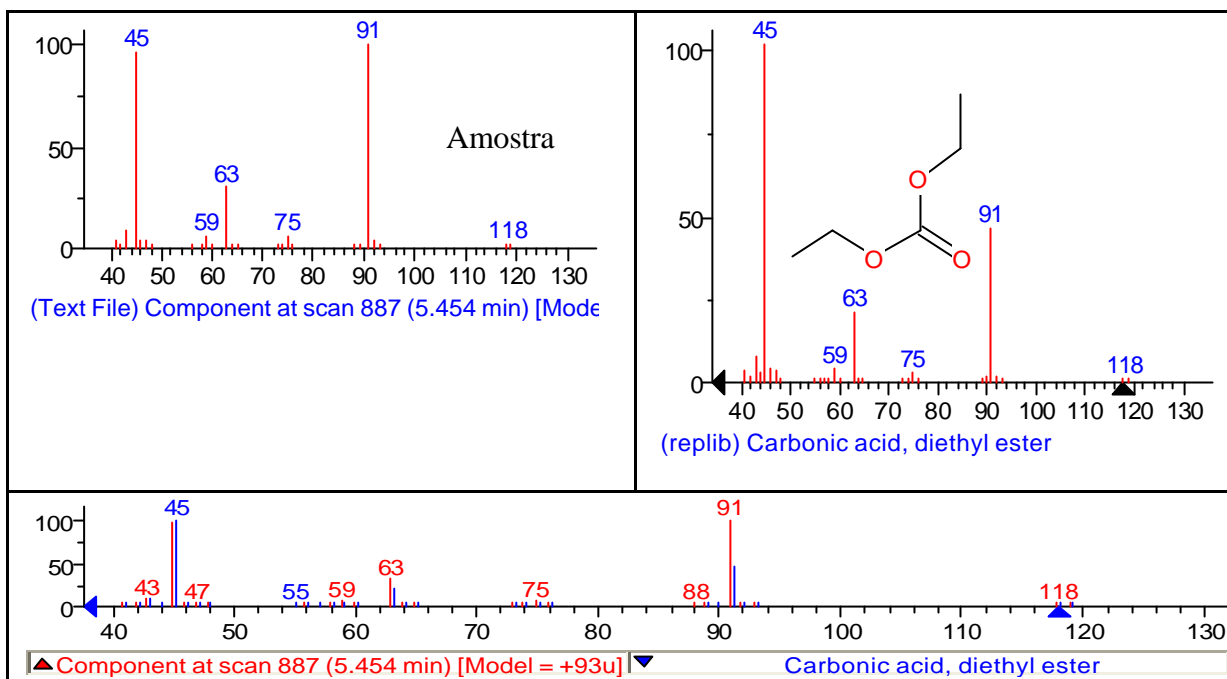
As Figuras 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40 apresentam as comparações dos espectros de massas (amostra e biblioteca) das principais substâncias detectadas no extrato de jaca *in natura*.



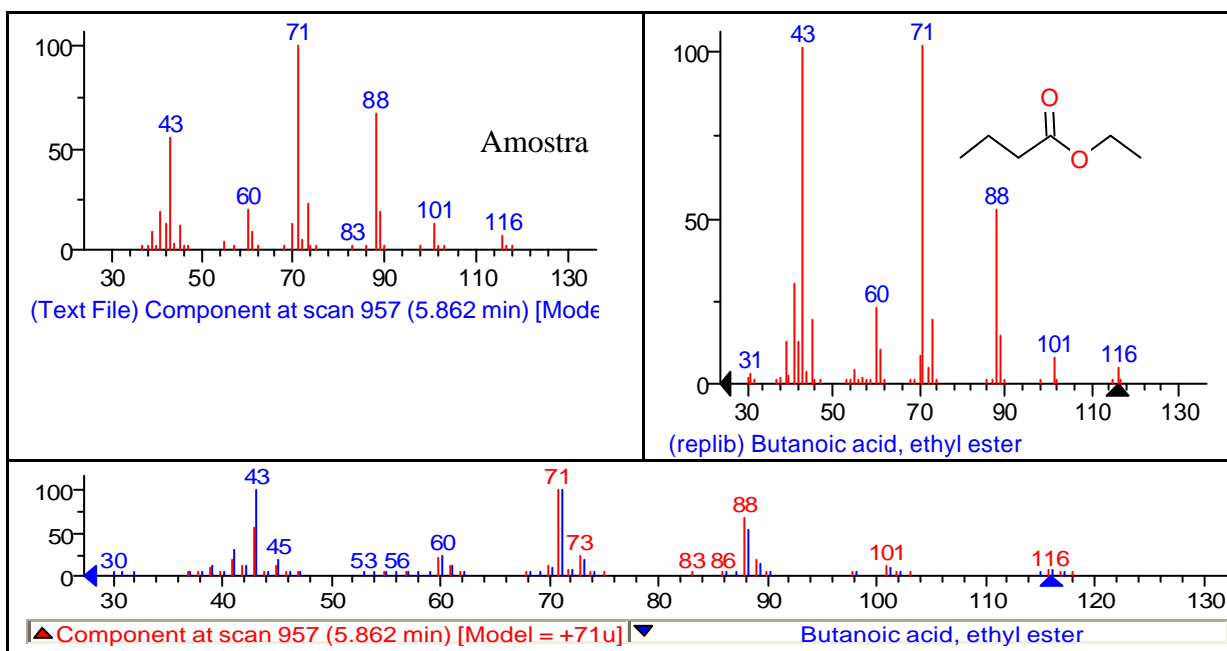
**Figura 34** – Espectros de massas de 2-metil-1-butanol e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.



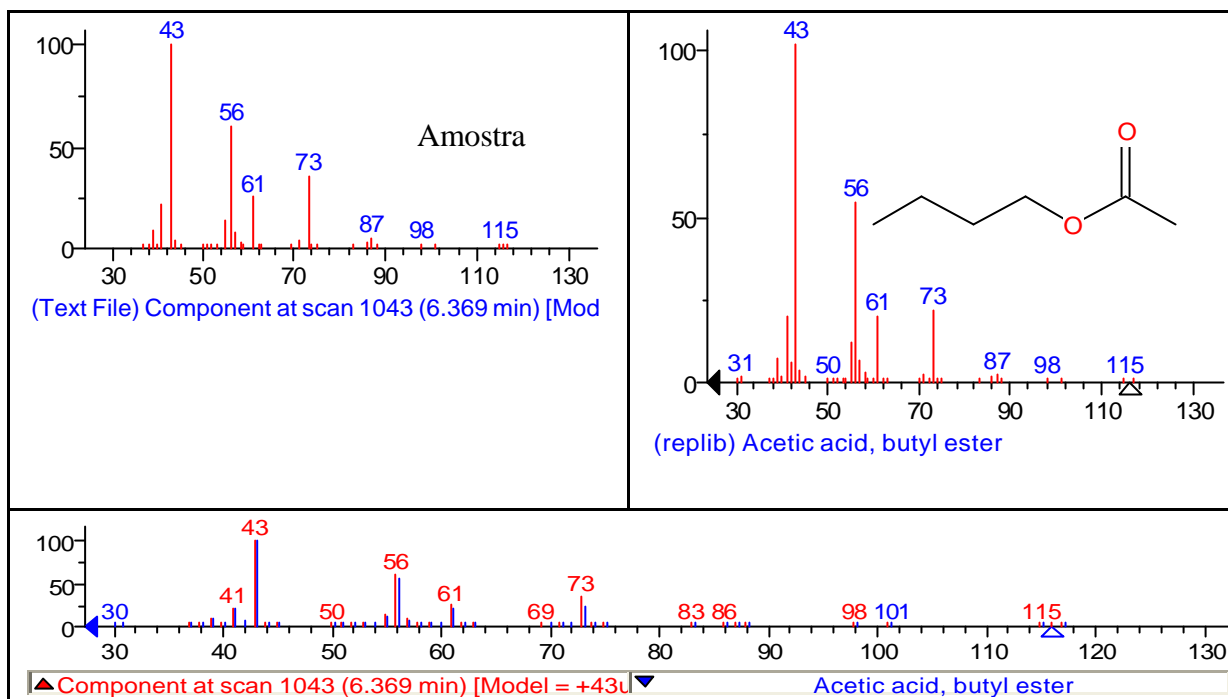
**Figura 35** – Espectros de massas de metanoato de butila, e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.



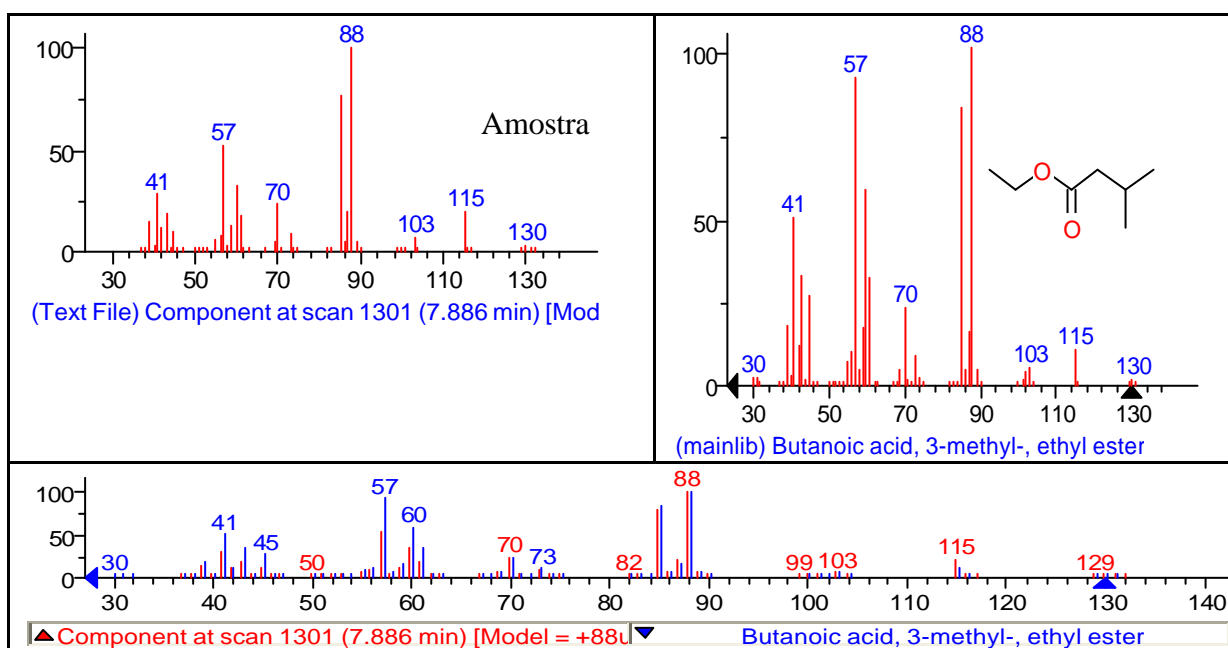
**Figura 36** – Espectros de massas de carbonato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.



**Figura 37** – Espectros de massas de butanoato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.

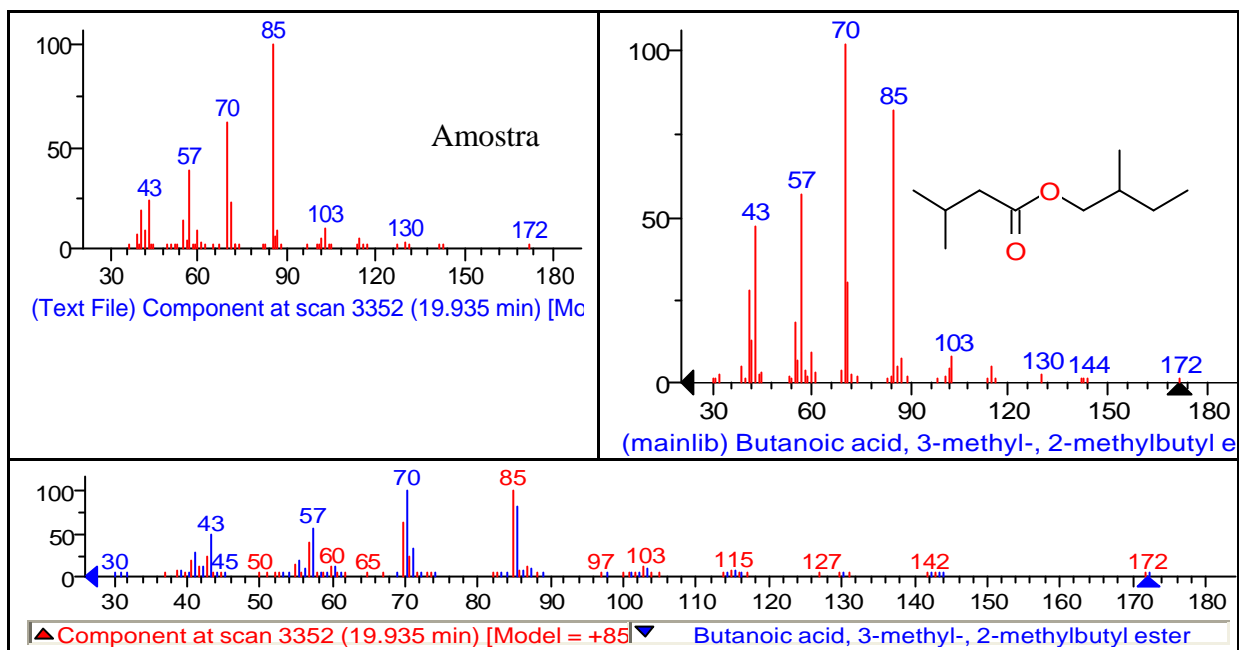


**Figura 38** – Espectros de massas de etanoato de butila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.



**Figura 39** – Espectros de massas de isovalerato de etila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.





**Figura 40** – Espectros de massas de 3-metilbutanoato de 2-metilbutila e comparação com o obtido na amostra e na biblioteca.

**Tabela 20** – Classe de compostos voláteis da jaca *in natura*.

CLASSE DE COMPOSTOS	Nº	%
Ésteres	49	55,0
Aldeídos	9	10,1
Álcoois	11	12,3
Ácido	01	1,1
Hidrocarbonetos	12	13,5
Cetonas	07	7,9
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>100</b>

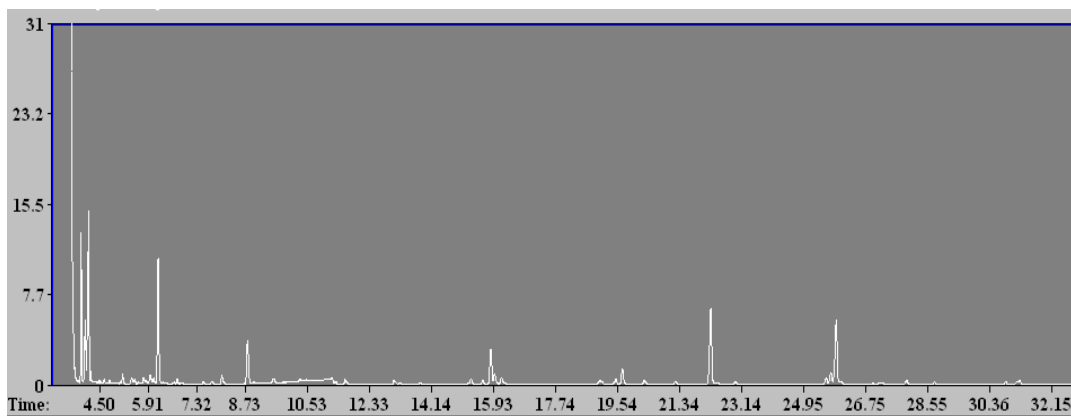
Estes dados mostram que a técnica de análise utilizada no presente estudo permitiu detectar maior número de compostos do que SWORDS *et al.* (1978), MAIA, ANDRADE e ZOGHBI (2004), FRAGA (2005) e ONG *et al.* (2006), já que em seus estudos puderam observar 20, 31, 59 e 23 compostos, respectivamente. Tal fato pode ser atribuído à obtenção dos compostos voláteis por *headspace* em dedo frio, ou seja, sem a necessidade de aquecimento da matriz, muitas vezes prejudicial por gerar grande número de produtos de degradação. Esta vantagem da técnica também foi considerada por JUNIOR *et al.*, (2008). FRAGA (2005) encontrou maiores percentuais de ésteres (68%) e álcoois (16%), aldeídos (8%) e ácidos (8%).

MAIA, ANDRADE e ZOGHBI (2004) identificaram números inferiores de substâncias em duas variedades estudadas (*mole* e *dura*), no entanto, identificaram as mesmas classes de ésteres, álcoois, aldeídos e hidrocarbonetos, sendo majoritário nas duas amostras, o isovalerato de isopentila.

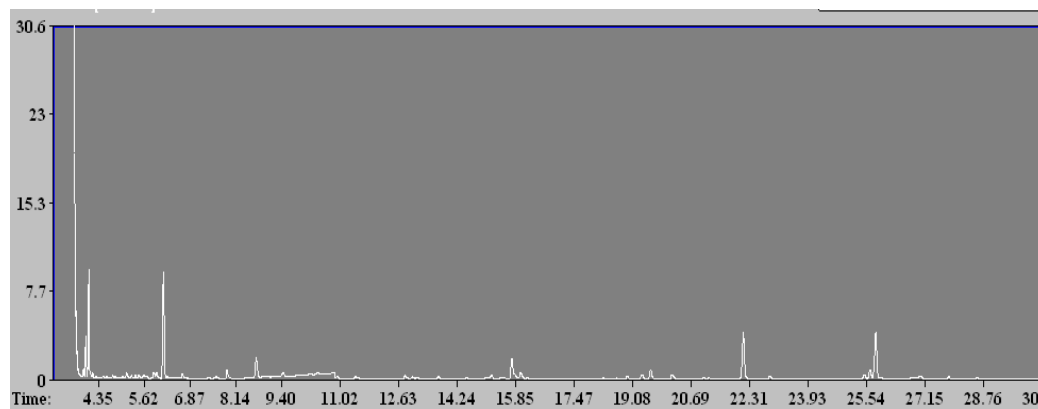
SWORDS *et al.* (1978), já haviam reportados a presença dos álcoois alifáticos, butanol, álcool isoamílico, hexanol e octanol e os ésteres isovalerato de butila, butanoato de butila, isovalerato de isoamila, acetado de butila, isovalerato de propila como compostos majoritários dos voláteis da jaca. Estes compostos também foram identificados no presente estudo.

WONG, LIM E WONG (1992) e MAIA, ANDRADE e ZOGHBI (2004) sugerem que álcoois e ésteres são os responsáveis pelo aroma de impacto da jaca em função das áreas obtidas. No entanto, pode-se afirmar que muito provavelmente, a alta concentração de álcoois e ácidos nos extratos originados por Wong *et al.* (1992) se deve as condições experimentais utilizados (SDE 3h) que, em função do aquecimento prolongado, pode ter gerado reações, tais como hidrólise dos ésteres e conseqüentemente, a presença majoritária de álcoois e ácidos.

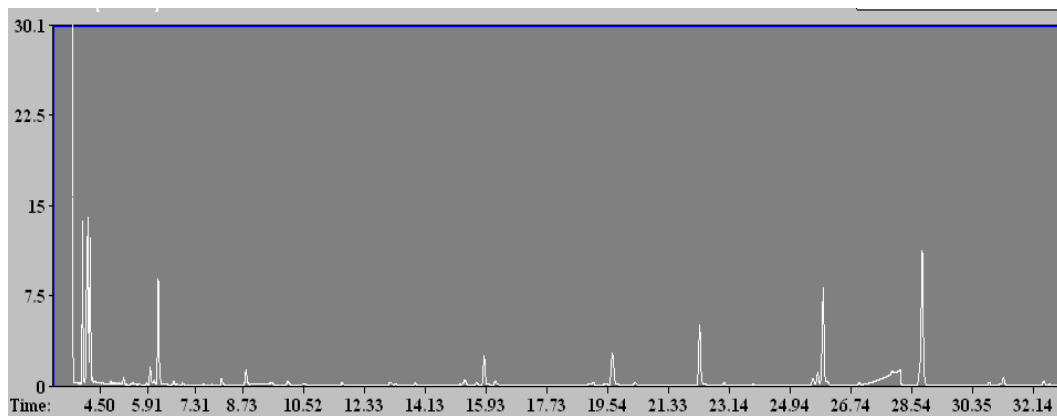
Segundo FRAGA (2005), a análise por cromatografia gasosa olfatométrica associada à espectrometria de massas (CGEM-O) destas diluições indicou que as substâncias responsáveis pelo aroma global da fruta *in-natura* (aromas de impacto) foram: butanoato de etila, 3-metil butanoato de etila, butanoato de butila e o 3-metil-butanoato de butila, visto que as mesmas foram as que resistiram a altos fatores de diluição. É interessante observar que, embora os compostos presentes em maior área sejam os álcoois isoamílicos e amílicos; eles não contribuíram para o aroma de impacto da jaca, visto não resistirem a diluições altas. Particularmente na amostragem por *headspace*, da qual se obteve o extrato de aroma mais semelhante à fruta, os ésteres butanoato de etila, 3-metil butanoato de etila, butanoato de butila e 3-metil butanoato de butila, que são as substâncias de impacto no aroma da fruta, contribuem com 17,10% (somatório dos ésteres) contra os 37% dos álcoois. Isto mostra que o aroma representativo de uma determinada matriz não necessariamente está associado ao componente de maior área. Nas Figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46 estão representados os perfis dos extratos das jacas desidratadas (70/25, 70/20, 60/25, 60/20, 50/25 e 50/20), respectivamente.



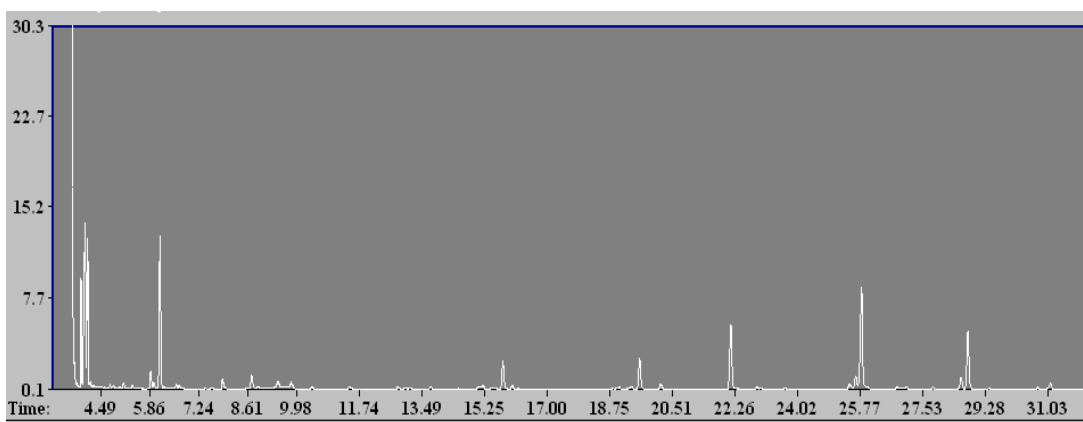
**Figura 41** – Cromatograma de íons totais de jaca desidratada JD 70/25.



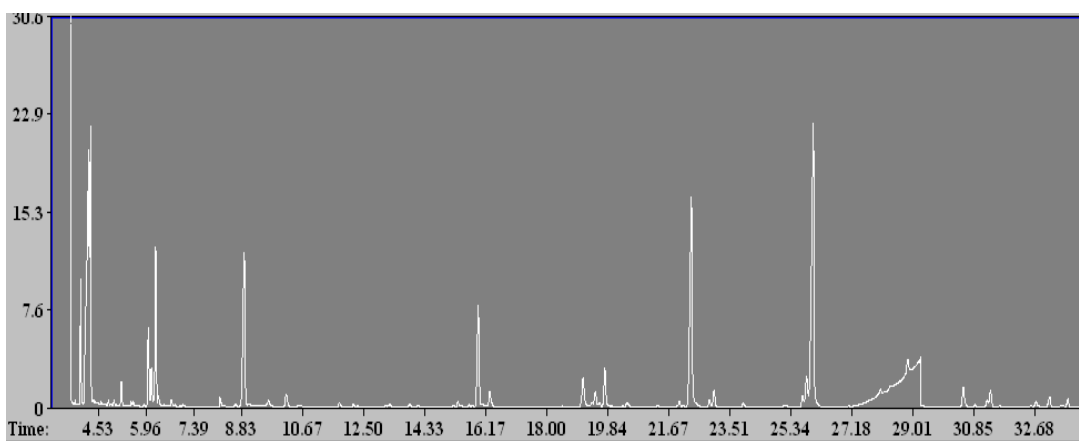
**Figura 42** – Cromatograma de íons totais de jaca desidratada JD 70/20.



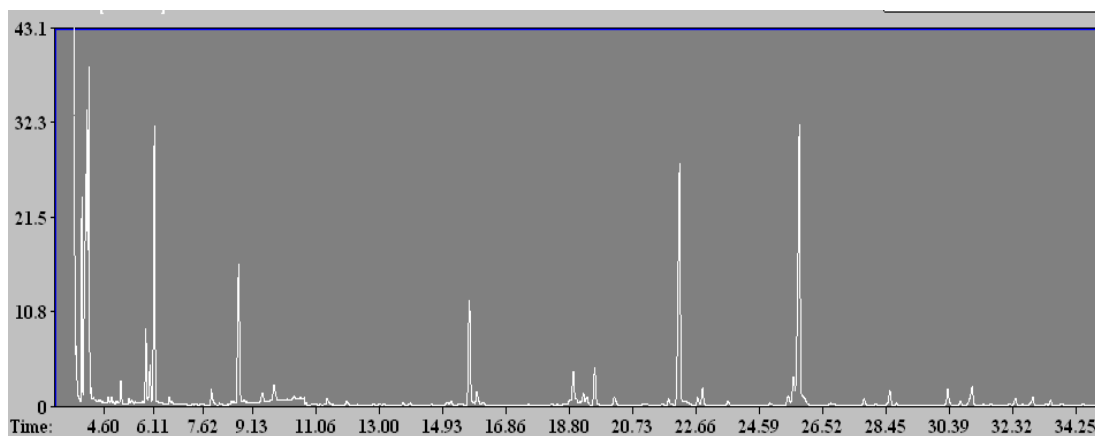
**Figura 43** – Cromatograma de íons totas de jaca desidratada JD 60/25.



**Figura 44** – Cromatograma de íons totais de jaca desidratada JD 60/20.



**Figura 45** – Cromatograma de íons totais de jaca desidratada JD 50/25.



**Figura 46** – Cromatograma de íons totais de jaca desidratada JD 50/20.

Observando as Figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46 é possível verificar que houve grande redução de área e do número de compostos voláteis nos produtos desidratados. Isto se explica pela característica de volatilização dos mesmos. É importante ressaltar que estes compostos orgânicos têm ponto de ebulição abaixo do ponto de ebulição da água, o que acarreta a sua perda durante o processo de desidratação (OKOS *et al.*, 1992, NÓBREGA, 2003).

As substâncias detectadas nos extratos das jacas desidratadas podem ser observadas nas Tabelas 21, 22, 23, 24, 25 e 26.

**Tabela 21** – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 70/25.

Pic os	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Area	Area relativa (%)	Identificação
1	1-Dietoxi-etano	3,952	0,0804	8,1	A
2	3-Metil-1-butanol	4,056	0,1970	19,9	A
3	2-Metil-1-butanol	4,144	0,1430	14,4	A
4	2-Metil-2- butenal	4,220	0,0028	0,3	A
5	Tolueno	4,766	0,0034	0,3	A
6	1- Pentanol	4,857	0,0023	0,2	A
7	Isovalerato de metila	5,146	0,0046	0,5	A
8	Hexanal	5,907	0,0192	1,9	A
9	Etanoato de butila	6,622	0,0056	0,6	A
10	4-Hidroxi-4- metil-2-pentanona	7,914	0,0145	1,5	A
11	Isovalerato de etila	8,731	0,0208	2,1	A
12	1,3-Metil-benzeno	9,472	0,0070	0,7	A
13	1-Hexanol	9,851	0,0084	0,8	A
14	P-xileno	10,679	0,0003	0,0	A
15	5-Hidroxi-4-octanona	11,469	0,0048	0,5	A
16	3 (methylthio)-propanal	12,378	0,0013	0,1	A
17	4-Hidroxi-ácido butanóico	12,823	0,0047	0,5	A
18	1, 2, 3, 4, 5 –pentametila-ciclopentano	13,041	0,0024	0,2	A
19	3-Etil-1-octano	13,751	0,0006	0,1	A
20	3-Dodecanol	14,539	0,0012	0,1	A
21	<i>trans</i> , 1-isopropila-3-metil-ciclohexano	15,220	0,0050	0,5	A
22	1-Metil-ciclohexila-etanona	15,229	0,0031	0,3	A
23	Isovalerato de propila	15,776	0,0493	5,0	A
24	Benzaldeído	16,034	0,0068	0,7	A
25	Butanoato de etila	17,580	0,0011	0,1	A
26	Ácido hexanóico	18,679	0,0006	0,1	A
27	Butanoato de butila	18,956	0,0028	0,3	A
28	Decano	19,042	0,0037	0,4	A
29	Octanal	19,256	0,0014	0,1	A
30	Isovalerato de isobutila	19,604	0,0376	3,8	A
31	1 (2 metoxipropoxi)-2- propanol	20,201	0,0103	1,0	A
32	2-Etil-1-hexanol	21,086	0,0008	0,1	A
33	Benzil-alcool	21,420	0,0013	0,1	A
34	Benzeno-acetaldeído	21,677	0,0009	0,1	A
35	2-Metilbutanoato de butila	21,863	0,0005	0,1	A
36	Isovalerato de butila	22,167	0,1010	10,2	A
37	2-Metilpropanoato de isopentila	22,750	0,0006	0,1	A
38	Butirato de 2-metilbutila	22,897	0,0035	0,4	A
39	1-Octanol	23,687	0,0013	0,1	A
40	6-Undecanol	24,937	0,0005	0,1	A
41	<i>Tert</i> acetoacetato de butila	25,480	0,0053	0,5	A
42	Nonanal	25,504	0,0029	0,3	A
43	Isovalerato de isopentila	25,662	0,0180	1,8	A
44	Isovalerato de 2-metilbutila	25,829	0,1690	17,1	A
45	2-Etil-ácido hexanóico	27,083	0,0044	0,4	A
46	Benzeno-propanal	28,618	0,0178	1,8	A
47	Dodecanal	30,765	0,0011	0,1	A
48	Acetoacetato de 1-metilbutila	31,125	0,0089	0,9	A
49	Benzeno-propanol	32,277	0,0022	0,2	A
50	Hexanoato de isopentila	32,977	0,0010	0,1	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 21, foram detectadas 50 substâncias na jaca desidratada (JD 70/25), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 1-dietoxi-etano; 3-metil-1-butanol; 2-metil-1-butanol; isovalerato de etila; isovalerato de propila; isovalerato de isobutila; isovalerato de butila e isovalerato de 2-metilbutila.

**Tabela 22** – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 70/20.

Pi cos	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Area	Area relativa (%)	Identificação
1	1,1-Dietoxi-etano	3,949	0,0087	1,0	A
2	3-Metil-1-butanol	4,009	0,0506	5,9	A
3	2-Metil-1-butanol	4,096	0,1370	16,0	A
4	2-Metil-2- butenal	4,202	0,0041	0,5	A
5	1 (metiothio)-propano	4,586	0,0025	0,3	A
6	Tolueno	4,757	0,0045	0,5	A
7	Isovalerato de metila	5,135	0,0069	0,8	A
8	2,3-Butanediol	5,268	0,0041	0,5	A
9	Carbonato de etila	5,476	0,0033	0,4	A
10	Octano	5,670	0,0088	1,0	A
11	Hexanal	5,941	0,0033	0,4	A
12	Butanoato de etila	6,007	0,0020	0,2	A
13	Hidroxi-ácido isobutanóico	6,663	0,0056	0,7	A
14	Furfural	7,397	0,0023	0,3	A
15	2- (metilthio)-etanol	7,619	0,0035	0,4	A
16	4-Hidroxi-4- metil-2- pentanona	7,896	0,0180	2,1	A
17	Isovalerato de etila	8,713	0,0468	5,5	A
18	P-xileno	9,459	0,0036	0,4	A
19	Ácido isovalérico	10,872	0,0132	1,5	A
20	Ácido butírico	10,966	0,0035	0,4	A
21	5-Hidroxi-octanona	11,451	0,0083	1,0	A
22	4-Hidroxi-ácido butanóico	12,808	0,0008	0,1	A
23	1, 2, 3, 4, 5 –pentametil-ciclopentano	13,035	0,0045	0,5	A
24	1,2,3,4,5-pentametil-ciclopenteno	13,456	0,0042	0,5	A
25	3-Etil-1-octano	13,748	0,0012	0,1	A
26	3-Heptanedioato-metila	14,502	0,0015	0,2	A
27	3,3-Metil-2-pentanol	15,068	0,0033	0,4	A
28	4-Metil-2-oxovalérico ácido	15,130	0,0032	0,4	A
29	1 (1-metilciclohexil)-etanona	15,210	0,0073	0,9	A
30	3-Metil-6-metileno-octano	15,559	0,0037	0,4	A
31	Isovalerato de propila	15,769	0,0507	5,9	A
32	Benzaldeído	16,013	0,0169	2,0	A
33	2-Metil-2,3-propanediol	16,789	0,0020	0,2	A
34	2-Metilbutanoato de metilpropila	17,567	0,0020	0,2	A
35	Ácido hexanóico	18,667	0,0015	0,2	A
36	Butanoato de butila	18,944	0,0078	0,9	A
37	Hexanoato de etila	19,214	0,0009	0,1	A
38	Isovalerato de isobutila	19,598	0,0222	2,6	A
39	Etanoato de hexila	19,901	0,0015	0,2	A
40	1 (2 metoxipropoxi)-2- propanol	20,190	0,0139	1,6	A
41	2-Etil-1-hexanol	21,059	0,0038	0,4	A
42	Benzil-alcool	21,208	0,0021	0,2	A
43	Benzeno-acetaldeído	21,648	0,0010	0,1	A
44	2-Metilbutanoato de butila	21,841	0,0011	0,1	A
45	Isovalerato de butila	22,155	0,1030	12,0	A
46	2-Metilpropanoato de isopentila	22,730	0,0013	0,2	A
47	Butirato de 2-metilbutila	22,883	0,0056	0,7	A
48	Nonanal	25,501	0,0064	0,7	A
49	Isovalerato de isopentila	25,651	0,0205	2,4	A
50	Isovalerato de 2-metilbutila	25,807	0,1040	12,2	A
51	2-Etil-ácido hexanóico	27,079	0,0060	0,7	A
52	3-Hidroxi-ácido isovalérico	27,827	0,0057	0,7	A
53	Benzeno- propanal	28,605	0,0036	0,4	A
54	Hexanoato de butila	30,371	0,0015	0,2	A
55	Dodecano	30,739	0,0009	0,1	A
56	Ciclodecanol	31,065	0,0029	0,3	A
57	Hexanoato de isopentila	33,506	0,0012	0,1	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 22, foram detectadas 57 substâncias na jaca desidratada (JD 70/20), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 3-metil-1-butanol; 2

metil-1-butanol; isovalerato de etila; isovalerato de propila; isovalerato de butila e isovalerato de 2 metilbutila.

**Tabela 23** – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 60/25 (continua).

Pi cos	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Área	Area relativa (%)	Identificação
1	1-Dietoxi-etano	3,994	0,0436	12,6	A
2	3-Metil-1-butanol	4,121	0,0266	7,7	A
3	2-Metil-1-butanol	4,225	0,0733	21,2	A
4	2-Metil-2-butenal	4,279	0,0010	0,3	A
5	Tolueno	4,825	0,0010	0,3	A
6	1-Pentanol	4,959	0,0005	0,1	A
7	Isovalerato de metila	5,203	0,0022	0,6	A
8	3-Metil-2 butenal	5,479	0,0005	0,1	A
9	Octano	5,893	0,0008	0,2	A
10	Hexanal	5,995	0,0082	2,4	A
11	Butanoato de etila	6,108	0,0010	0,3	A
12	4-Metil-2-pentanol	6,281	0,0027	0,8	A
13	Etanoato de butila	6,699	0,0014	0,4	A
14	Hidroxi-ácido isobutírico	6,945	0,0007	0,2	A
15	Furfural	7,571	0,0004	0,1	A
16	3-Metil-3- pentanol	7,794	0,0008	0,2	A
17	Isovalerato de etila	8,833	0,0085	2,5	A
18	Ácido isovalérico	9,234	0,0003	0,1	A
19	P-xileno	9,600	0,0017	0,5	A
20	1-Hexanol	10,077	0,0030	0,9	A
21	Etanoato de isoamila	10,566	0,0007	0,2	A
22	2-Metil-3- hexanol	11,676	0,0009	0,3	A
23	5-Hidroxi-4-octanone	11,956	0,0014	0,4	A
24	Butanoato de propila	12,153	0,0002	0,1	A
25	Heptanal	12,263	0,0001	0,0	A
26	3 (metilthio)-propanal	12,583	0,0004	0,1	A
27	4-Metil-2-ácido oxovalérico	13,004	0,0012	0,3	A
28	1, 2, 3, 4, 5-pentametil-ciclopentano	13,249	0,0011	0,3	A
29	1, 2, 3, 4, 5-pentametil-ciclopenteno	13,254	0,0007	0,2	A
30	2,3,3-Trimetil-1-hexeno	14,020	0,0014	0,4	A
31	3-Etil-4- nonanol	14,640	0,0002	0,1	A
32	2-Etil-2-metil-1,3-propanediol	15,660	0,0017	0,5	A
33	Isovalerato de propila	15,891	0,0171	4,9	A
34	Benzaldeído	16,219	0,0025	0,7	A
35	2-Metil-2,3-pentanediol	17,133	0,0002	0,1	A
36	Ácido isobutanóico	17,816	0,0007	0,2	A
37	2,4-Nonadienal	18,554	0,0002	0,1	A
38	Butanoato de butila	19,068	0,0010	0,3	A
39	Decano	19,125	0,0014	0,4	A
40	Octanal	19,413	0,0002	0,1	A
41	Isovalerato de isobutila	19,713	0,0117	3,4	A
42	1 (2 metoxipropoxi)-2- propanol	20,331	0,0026	0,8	A
43	2-Etil-1-hexanol	21,248	0,0003	0,1	A
44	Benzil-alcool	21,480	0,0004	0,1	A
45	Benzeno-acetaldeído	21,851	0,0003	0,1	A
46	2-Metilbutanoato de butila	22,031	0,0003	0,1	A
47	Isovalerato de butila	22,277	0,0321	9,3	A
48	2,3,4-trimetil-pentano	22,862	0,0002	0,1	A
49	Butirato de 2-metilbutila	22,997	0,0012	0,3	A
50	2-Metilpropanoato de 2-metilbutila	25,436	0,0001	0,0	A
51	Acetoacetato de butila	25,624	0,0027	0,8	A
52	Isovalerato de isopentila	25,773	0,0073	2,1	A

**Tabela 23 – Continuação.**

53	3-Metilbutanoato de 2-metilbutila	25,931	0,0532	15,4	A
54	2-Etil-ácido hexanóico	28,223	0,0092	2,7	A
55	Benzil-acetaldeído	28,787	0,0018	0,5	A
56	Hexanoato de butila	30,489	0,0003	0,1	A
57	Dodecano	30,853	0,0018	0,5	A
58	Acetoacetato de 1-metilbutila	31,280	0,0036	1,0	A
59	Pentanoato de 1-metilbutila	31,906	0,0002	0,1	A
60	Benzeno-propanol	32,466	0,0026	0,8	A
61	3-Metilbutanoato de hexila	33,085	0,0009	0,3	A
62	Hexanoato de isopentila	33,628	0,0004	0,1	A
63	2-Decenal	34,002	0,0003	0,1	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 23, foram detectadas 63 substâncias na jaca desidratada (JD 60/25), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 1,dietoxi-etano; 3-metil-1-butanol; 2-metil-1-butanol; isovalerato de propila; isovalerato de isobutila; isovalerato de butila e 3-metilbutanoato de 2-metilbutila.

**Tabela 24 – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 60/20 (continua).**

Pi cos	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Area	Area relativa (%)	Identificação
1	1-Dietoxi-etano	3,972	0,0450	8,6	A
2	3-Metil-1-butanol	4,093	0,0331	6,3	A
3	2-Metil-1-butanol	4,192	0,0840	16,0	A
4	2-Metil-2-butenal	4,250	0,0025	0,5	A
5	1 (metiothio)-propano	4,640	0,0012	0,2	A
6	Tolueno	4,796	0,0011	0,2	A
7	2,2-Dietoxi-propano	5,025	0,0004	0,1	A
8	Isovalerato de metila	5,176	0,0035	0,7	A
9	2,3-Butanediol	5,430	0,0022	0,4	A
10	Carbonato de etila	5,529	0,0016	0,3	A
11	Butanoato de etila	6,081	0,0019	0,4	A
12	Etanoato de butila	6,675	0,0007	0,1	A
13	Trans-2-etil-2-butenal	6,759	0,0025	0,5	A
14	Furfural	7,510	0,0012	0,2	A
15	2-(metilthio)-etanol	7,765	0,0016	0,3	A
16	4-Hidroxi-4-metil-2-pentanona	8,053	0,0054	1,0	A
17	2-Hexenal	8,700	0,0001	0,0	A
18	Isovalerato de etila	8,802	0,0281	5,4	A
19	P-xileno	9,562	0,0021	0,4	A
20	Ácido isovalérico	11,278	0,0034	0,6	A
21	2-Metil-ácido butanóico	11,366	0,0015	0,3	A
22	4-Heptanol	11,644	0,0031	0,6	A
23	Butanoato de propila	12,128	0,0002	0,0	A
24	Heptanal	12,222	0,0001	0,0	A
25	3 (metilthio)-propanal	12,542	0,0003	0,1	A
26	4-Hidroxi-ácido butanóico	13,054	0,0009	0,2	A
27	1, 2, 3, 4, 5-pentametil-ciclopenteno	13,238	0,0006	0,1	A
28	2,4,4-Trimetil-1-hexeno	13,832	0,0009	0,2	A
29	Hexanoato de metila	14,078	0,0001	0,0	A
30	3-Hidroxibutanoato de etila	14,799	0,0004	0,1	A
31	3-Metil-6-metileno-octano	15,152	0,0004	0,1	A
32	2,4,4-Trimetil-1-hexeno	15,156	0,0003	0,1	A
33	4-Metil-2-ácido oxovalerico	15,302	0,0021	0,4	A
34	2-Etil-2-metil-1,3-propanediol	15,639	0,0023	0,4	A
35	Isovalerato de propila	15,872	0,0245	4,7	A
36	3-Hidroxi-3- metilbutanoato de etila	15,990	0,0848	16,2	A
37	Benzaldeído	16,186	0,0047	0,9	A
38	Butanoato de isobutila	16,287	0,0003	0,1	A
39	2,3-Hexanediol	18,156	0,0003	0,1	A



**Tabela 24 – Continuação.**

40	1-Etil-2-pentil-ciclopropano	18,533	0,0001	0,0	A
41	Butanoato de butila	19,051	0,0022	0,4	A
42	Decano	19,108	0,0018	0,3	A
43	Hexanoato de etila	19,308	0,0002	0,0	A
44	Isovalerato de isobutila	19,695	0,0099	1,9	A
45	1-(2 metoxipropoxi)-2-propanol	20,387	0,0037	0,7	A
46	2-Etil-1-hexanol	21,223	0,0023	0,4	A
47	Benzeno-acetaldeído	21,826	0,0004	0,1	A
48	2-Metilbutanoato de butila	21,938	0,0004	0,1	A
49	3-Metilbutanoato de butila	22,241	0,0004	0,1	A
50	Isovalerato de butila	22,258	0,0473	9,0	A
51	2-Metilpropanoato de isopentila	22,850	0,0004	0,1	A
52	Butirato de 2-metilbutila	22,984	0,0018	0,3	A
53	Pentanoato de propila	25,413	0,0359	6,8	A
54	Nonanal	25,614	0,0021	0,4	A
55	Isovalerato de propila	22,690	0,0473	9,0	A
56	Isovalerato de isopentila	25,755	0,0074	1,4	A
57	3-Metilbutanoato de 2-metilbutila	25,912	0,0420	8,0	A
58	2-Etil-ácido hexanóico	27,270	0,0004	0,1	A
59	3-Hidroxi-ácido isovalérico	27,955	0,0027	0,5	A
60	Benzeno-propanal	28,770	0,0017	0,3	A
61	Hexanoato de butila	30,458	0,0019	0,4	A
62	Dodecano	30,839	0,0009	0,2	A
63	Decanal	31,173	0,0010	0,2	A
64	3-Oxobutanoato de 1-metilbutila	31,246	0,0018	0,3	A
65	Pentanoato de 1-metilbutila	31,874	0,0002	0,0	A
66	2,3-Metoxi-2-metil-butano	32,609	0,0002	0,0	A
67	3-Metilbutanoato de hexila	33,060	0,0001	0,0	A
68	Hexanoato de isopentila	33,613	0,0003	0,1	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 24, foram detectadas 68 substâncias na jaca desidratada (JD 60/20), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 1-dietoxi-etano; 3-metil-1-butanol; 2-metil-1-butanol; isovalerato de etila; isovalerato de propila; 3-hidroxi-3 metilbutanoato de etila; pentanoato de propila; isovalerato de butila e 3-metilbutanoato de 2-metilbutila.

**Tabela 25 – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 50/25 (continua).**

Pi cos	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Área	Área relativa (%)	Identificação
1	1,1-Dietoxi-etano	4,003	0,0258	3,1	A
2	3-Metil-1-butanol	4,244	0,0276	3,3	A
3	2-Metil-1-butanol	4,310	0,1000	11,8	A
4	2-Hidroxi-2-metil- hept-6-en-3-ona	4,619	0,0004	0,0	A
5	Tolueno	4,844	0,0010	0,1	A
6	1-Pentanol	5,005	0,0010	0,1	A
7	Isovalerato de metila	5,227	0,0065	0,8	A
8	3-Metil-2-butenal	5,522	0,0009	0,1	A
9	Carbonato de etila	5,585	0,0012	0,1	A
10	Octano	5,906	0,0007	0,1	A
11	Ácido valérico	5,853	0,0008	0,1	A
12	Hexanal	6,041	0,0277	3,3	A
13	Butanoato de etila	6,134	0,0099	1,2	A
14	5-Metil-1-hepten-4-ol	6,344	0,0029	0,3	A
15	Etanoato de butila	6,732	0,0021	0,2	A
16	2-Etil-2-butenal	6,838	0,0004	0,0	A
17	2-Metilpropanoato de etila	7,072	0,0005	0,1	A
18	Furfural	7,636	0,0001	0,0	A
19	4-Hidroxi-4- metil-2-pentanona	8,192	0,0039	0,5	A
20	2-Butenoato de etila	8,332	0,0007	0,1	A
21	2-Metilbutanoato de etila	8,657	0,0015	0,2	A

**Tabela 25 – Continuação.**

22	Isovalerato de etila	8,921	0,0768	9,1	A
23	O-xileno	9,655	0,0018	0,2	A
24	Ácido isovalérico	9,757	0,0003	0,0	A
25	1-Hexanol	10,182	0,0067	0,8	A
26	Etanoato de isopentila	10,627	0,0005	0,1	A
27	2-Etil-3-metil-ciclohexano	11,375	0,0003	0,0	A
28	2-Heptanona	11,581	0,0003	0,0	A
29	2-Metil-3-hexanol	11,783	0,0021	0,2	A
30	Butanoato de propila	12,210	0,0014	0,2	A
31	Heptanal	12,330	0,0005	0,1	A
32	1,2,3,4,5-pentametil-ciclopentano	13,162	0,0011	0,1	A
33	1,2,3,4,5-pentametil ciclopenteno	13,305	0,0002	0,0	A
34	3 (metilthio)-propanal	13,567	0,0004	0,0	A
35	Hexanoato de metila	14,153	0,0006	0,1	A
36	Dimetadiona	14,702	0,0003	0,0	A
37	3-Hidroxi-butanoato de etila	14,878	0,0004	0,0	A
38	2,3,3-Trimetil-hexeno	15,220	0,0008	0,1	A
39	2,4,4-Trimetil-1-hexeno	15,280	0,0014	0,2	A
40	1-(1-metilciclohexil)-etanona	15,353	0,0019	0,2	A
41	Acido Isovalérico	15,445	0,0008	0,1	A
42	3-Etil-1-octano	15,685	0,0009	0,1	A
43	5-Hidroxi-2,7-metil-4-octanona	15,781	0,0003	0,0	A
44	Isovalerato de propila	15,962	0,0457	5,4	A
45	Benzaldeído	16,305	0,0068	0,8	A
46	2-Metil-2-3-propanediol	17,356	0,0003	0,0	A
47	Butanoato de etila	17,929	0,0020	0,2	A
48	Butanoato de butila	19,117	0,0115	1,4	A
49	Butanoato de propila	19,245	0,0089	1,1	A
50	Hexanoato de etila	19,386	0,0012	0,1	A
51	Octanal	19,463	0,0510	6,0	A
52	Isovalerato de isobutila	19,769	0,0168	2,0	A
53	Etanoato de hexila	20,298	0,0004	0,0	A
54	1- (2-metoxipropoxi)-2- propanol	20,437	0,0026	0,3	A
55	2-Etil-1-hexanol	21,359	0,0007	0,1	A
56	Benzeno-acetaldeído	21,932	0,0006	0,1	A
57	Metilbutanoato de 2-butila	22,012	0,0025	0,3	A
58	2-Butenoato de butila	22,134	0,0006	0,1	A
59	Isovalerato de butila	22,370	0,1010	11,9	A
60	Butanoato de isopentila	22,910	0,0034	0,4	A
61	Butanoato de pentila	22,918	0,0012	0,1	A
62	1-Octanol	23,925	0,0020	0,2	A
63	3-Etil-4-nonanol	25,224	0,0008	0,1	A
64	2-Metilbutanoato de isopentila	25,482	0,0003	0,0	A
65	Pentanoato de heptila	25,715	0,0050	0,6	A
66	Nonanal (nonaldeído)	25,754	0,0031	0,4	A
67	Isovalerato de isopentila	25,819	0,0105	1,2	A
68	Isovalerato de 2-metilbutila	26,039	0,1450	17,1	A
69	Fenil-etil-álcool	26,220	0,0006	0,1	A
70	4-Isopropoxi-ácido butírico	27,094	0,0025	0,3	A
71	Ácido hexanóico	29,249	0,0212	2,5	A
72	Hexanoato de butila	30,550	0,0079	0,9	A
73	Dodecano	30,904	0,0010	0,1	A
74	Dodecanal	31,265	0,0026	0,3	A
75	3-Oxobutanoato de 1-metilbutila	31,363	0,0070	0,8	A
76	Acetato de octila	31,646	0,0006	0,1	A
77	Pentanoato de 1-pentila	32,020	0,0003	0,0	A
78	Benzeno-propanol	32,577	0,0007	0,1	A
79	Isovalerato de hexila	33,140	0,0048	0,6	A
80	Hexanoato de isopentila	33,549	0,0032	0,4	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 25, foram detectadas 80 substâncias na jaca desidratada (JD 50/25), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 1,1-dietoxi-etano, 3

metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol; hexanal; isovalerato de etila; isovalerato de propila; octanal; isovalerato de butila e isovalerato de 2-metilbutila.

**Tabela 26** – Substâncias identificadas no extrato de jaca desidratada JD 50/20 (continua).

Pi cos	Substâncias identificadas	Tempo de retenção	Area	Area relativa (%)	Identificação
1	1,1-Dietoxi-etano	3,941	0,0478	0,5	A
2	3-Metil-1-butanol	4,095	0,5970	6,3	A
3	2-Metil-1-butanol	4,165	1,2900	13,5	A
4	2-Metil-2-butenal	4,214	0,0225	0,2	A
5	Tolueno	4,751	0,0170	0,2	A
6	1-Pentanol	4,844	0,0122	0,1	A
7	2,2-Dietoxi-propano	4,995	0,0034	0,0	A
8	Isovalerato de metila	5,131	0,0645	0,7	A
9	3-Metil-2-butenal	5,377	0,0142	0,1	A
10	Carbonato de etila	5,470	0,0060	0,1	A
11	Oxalato de etila	5,583	0,0068	0,1	A
12	Ácido butanóico	5,795	0,0107	0,1	A
13	Octano	5,817	0,0067	0,1	A
14	Hexanal	5,894	0,2750	2,9	A
15	Butanoato de etila	6,019	1,0700	11,2	A
16	Etanoato de butila	6,607	0,0295	0,3	A
17	2-Metil-2-pentenal	6,678	0,0072	0,1	A
18	Furfural	7,402	0,0033	0,0	A
19	4-Hidroxi-4- metil-2-pentanona	7,886	0,0695	0,7	A
20	2-Butenoato de etila	8,148	0,0081	0,1	A
21	2-Metilbutanoato de etila	8,503	0,0142	0,1	A
22	Isovalerato de etila	8,723	0,7000	7,3	A
23	P-xileno	9,450	0,0444	0,5	A
24	1- Hexanol	9,806	0,0906	0,9	A
25	Ácido isovalérico	10,733	0,0144	0,2	A
26	2-Heptanona	11,344	0,0021	0,0	A
27	5-Hidroxi-4-octanona	11,425	0,0219	0,2	A
28	Butanoato de propila	12,022	0,0180	0,2	A
29	3- (methilthio)-propanal	12,333	0,0053	0,1	A
30	4-Hidroxi-ácido butanóico	12,821	0,0064	0,1	A
31	Butirolactona	12,829	0,0066	0,1	A
32	1,2,3,4,5-pentametil-ciclopentano	13,023	0,0099	0,1	A
33	1,2,3,4,5-pentametil-ciclopenteno	13.,151	0,0084	0,1	A
34	4-Metil-1-hepteno	13,743	0,0117	0,1	A
35	Hexanoato de metila	13,955	0,0082	0,1	A
36	6-Etil-3-decanol	14,510	0,0036	0,0	A
37	3-Hidroxi-butanoato de etila	14591	0,0024	0,0	A
38	1-Bromo-4-metil-ciclohexano	15,204	0,0152	0,2	A
39	2,6-Metil-4-heptanol	15,432	0,0081	0,1	A
40	5-Hidroxi-2,7- metil-4-octanona	15,446	0,0105	0,1	A
41	3-Etil-5-metileno-heptano	15,533	0,0075	0,1	A
42	3-Metil-6-metileno-octano	15,548	0,0080	0,1	A
43	Isovalerato de propila	15,762	0,5320	5,6	A
44	Benzaldeído	15,991	0,0727	0,8	A
45	Butanoato de isobutila	16,179	0,0104	0,1	A
46	2-Metil-5-hexen-3-ol	17,552	0,0071	0,1	A
47	2,3-Hexanediol	17,818	0,0034	0,0	A
48	2-Metil-5-hepten-2-ona	18,281	0,0075	0,1	A
49	3-Hexen-1-ol, formado	18,832	0,0188	0,2	A
50	Butanoato de butila	18,932	0,1560	1,6	A
51	Ácido pentanóico	19,147	0,0082	0,1	A
52	Octanal	19,236	0,0452	0,5	A
53	Isovalerato de isobutila	19,583	0,2030	2,1	A
54	1-(2-metoxipropoxi)-2-propanol	20,181	0,0497	0,5	A
55	D-limoneno	20,595	0,0024	0,0	A
56	2-Etil-1-hexanol	21,054	0,0058	0,1	A
57	Benzil-álcool	21,192	0,0041	0,0	A
58	Benzeno-acetaldeído	21,637	0,0090	0,1	A
59	2-Metilbutanoato de butila	21,841	0,0286	0,3	A

**Tabela 26 – Continuação.**

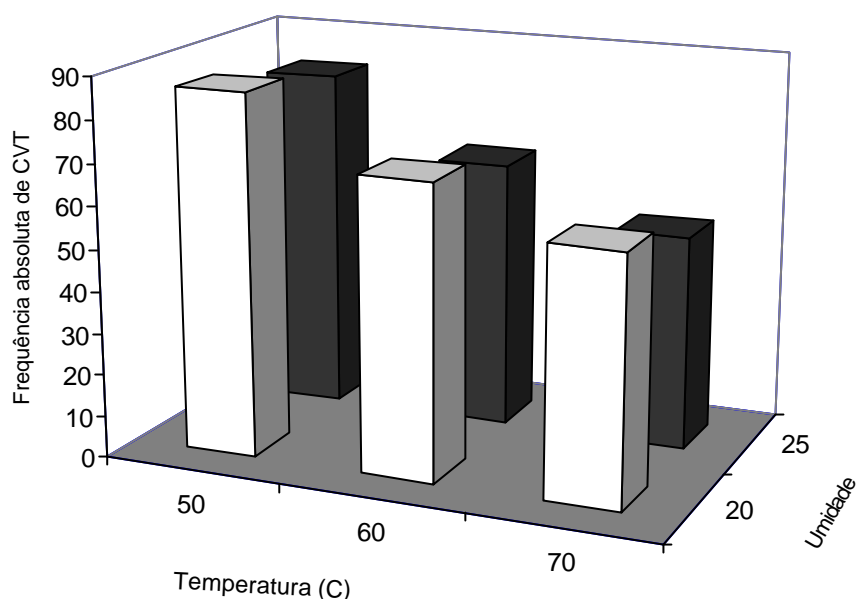
60	2-Butenoato de butila	21,931	0,0075	0,1	A
61	Isovalerato de butila	22174	1,3800	14,5	A
62	Butanoato de isopentila	22,729	0,0352	0,4	A
63	Butirato de 2-metilbutila	22,875	0,0784	0,8	A
64	Butanoato de pentila	22,888	0,0429	0,4	A
65	1-Octanol	23,641	0,0249	0,3	A
66	3-Etil-4-nonanol	24,908	0,0081	0,1	A
67	Nonanal	25,484	0,0299	0,3	A
68	Isovalerato de isopentila	25647	0,1140	1,2	A
69	Isovalerato de 2-metilbutila	28,161	1,6600	17,4	A
70	Ácido hexanóico	28,345	0,0037	0,0	A
71	Pentanoato de metilbutila	28,426	0,0023	0,0	A
72	Benzeno-propanal	28,584	0,0692	0,7	A
73	Hexanoato de butila	30,356	0,0667	0,7	A
74	Dodecano	30,743	0,0167	0,2	A
75	3-Oxobutanoato de metilbutila	31,101	0,0951	1,0	A
76	Acetato de octila	31,440	0,0040	0,0	A
77	3-metilbutanoato de hexila	32,947	0,0375	0,4	A
78	Hexanoato de isopentila	33,493	0,0064	0,1	A

Identificação: (A) comparação do espectro de massas com o espectro da base de dados da biblioteca NIST (identificação tentativa).

Conforme mostra Tabela 26, foram detectadas 78 substâncias na jaca desidratada (JD 50/20), sendo os compostos majoritários da composição de voláteis: 3-metil-1-butanol; 2-metil-1-butanol; hexanal; butanoato de etila; isovalerato de etila; isovalerato de propila; butanoato de butila; isovalerato de isobutila; isovalerato de butila; isovalerato de isopentila e isovalerato de 2-metilbutila.

Conforme pode ser observado nas tabelas de voláteis dos produtos desidratados, apesar de bastante reduzido em relação a jaca *in natura*, os ésteres continuam a predominar a composição global dos voláteis. Este fato foi relatado por MIRANDA *et al.* (2001), que afirmou sobre o decréscimo da quantidade de voláteis, em especial os ésteres, em bananas quando submetidas a altas temperaturas.

Conforme pode ser observado, nas jacas desidratadas JD70/25, JD70/20, JD60/25, JD60/20, JD50/25 e JD 50/20, foram detectadas 50, 57, 63, 68, 80 e 78 compostos voláteis, respectivamente. Para facilitar a visualização, a Figura 48 apresenta a frequência absoluta do número total de compostos voláteis de cada tratamento, onde é possível observar que a temperatura de 50°C, independente da umidade, apresentou maior número de compostos voláteis totais em relação às temperaturas de 60 °C e 70°C.

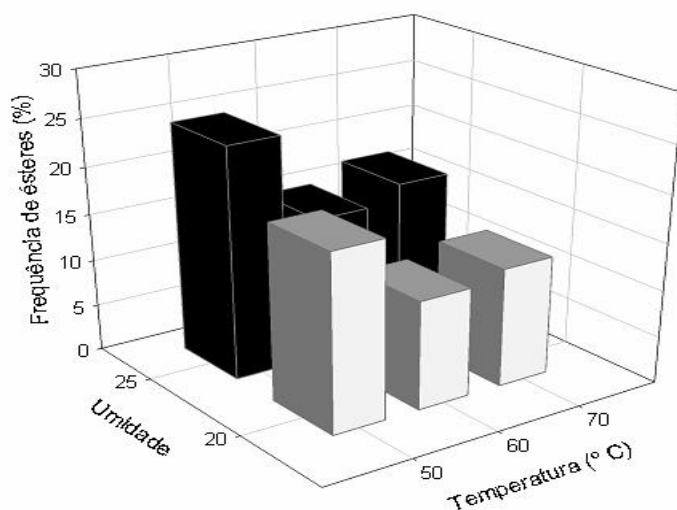


**Figura 47** – Frequência absoluta do número total de compostos voláteis de cada tratamento.

Tal fato pode ser atribuído ao menor efeito da temperatura de 50°C na volatilização dos compostos, sendo esta uma característica importante.

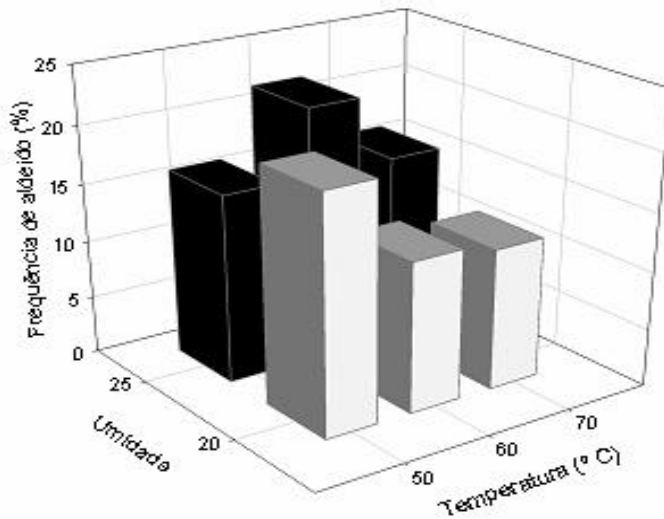
A literatura mostra um estudo sobre o efeito da temperatura de desidratação de maçãs na perda de peso, ácido ascórbico e na degradação ou retenção do aroma. As temperaturas utilizadas foram de 40 °C a 70°C e os resultados mostraram que a perda de voláteis aumentou com a temperatura e tempo de secagem (TIMOUMI, MIHOUBI E ZAGROUBA,2007). Estes dados corroboram com o presente trabalho.

Para enfatizar estas alterações, as Figuras 48, 49, 50, 51, 52 e 53 apresentam as frequências relativas, ou seja, o percentual de cada classe de composto em cada tratamento.



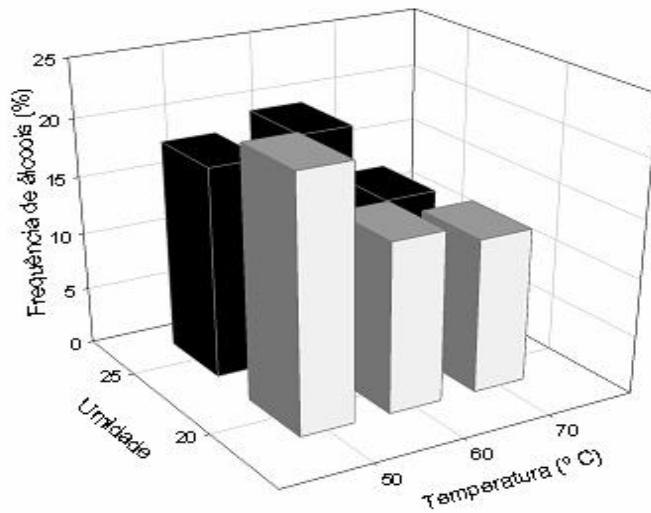
**Figura 48** – Frequência dos ésteres para os tratamentos.

Na Figura 48 pode ser observado que o percentual de ésteres dos tratamentos diminuiu em relação à jaca *in natura* (51%). No entanto, esta perda continua sendo menor para os tratamentos a 50 C.

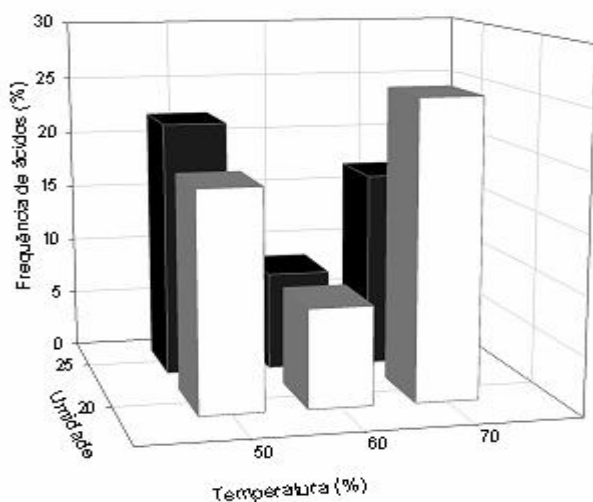


**Figura 49** – Frequência dos aldeídos para os tratamentos.

Na Figura 49 (acima) pode-se observar que o percentual de aldeídos aumentou em relação a jaca *in natura* (9%) e este aumento pode ser devido ao aquecimento dos tratamentos.

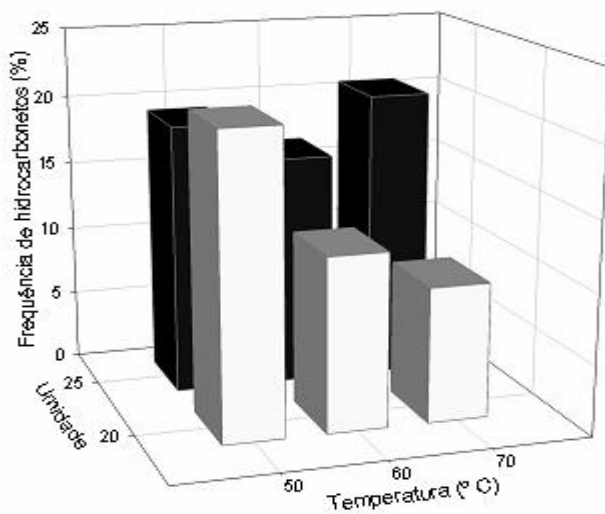


**Figura 50** – Frequência dos álcoois para os tratamentos.

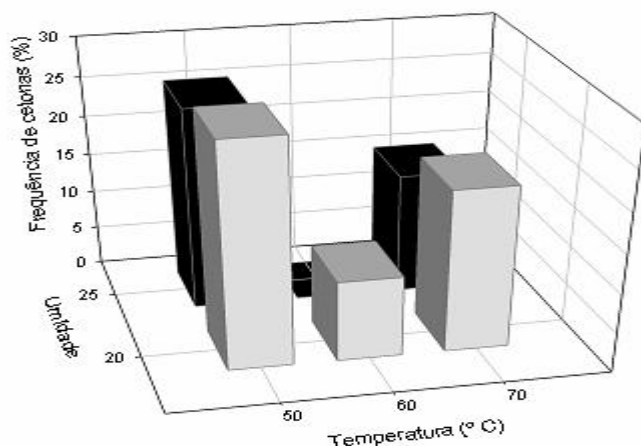


**Figura 51** – Frequência dos ácidos nos tratamentos.

Observa-se que houve aumento da freqüência de álcoois (Figura 50) e ácidos (Figura 51) nos produtos desidratados. Isto pode ser atribuído à reação de degradação dos ésteres pelo calor, ocasionando a hidrólise de ésteres, tendo em vista a redução dos ésteres ocorrida.



**Figura 52** – Frequência dos hidrocarbonetos nos tratamentos.



**Figura 53** – Frequência das cetonas nos tratamentos.

A Tabela 27 mostra a frequência relativa das classes de compostos dos produtos, onde é possível observar as alterações ocorridas durante o processo de desidratação dos produtos.

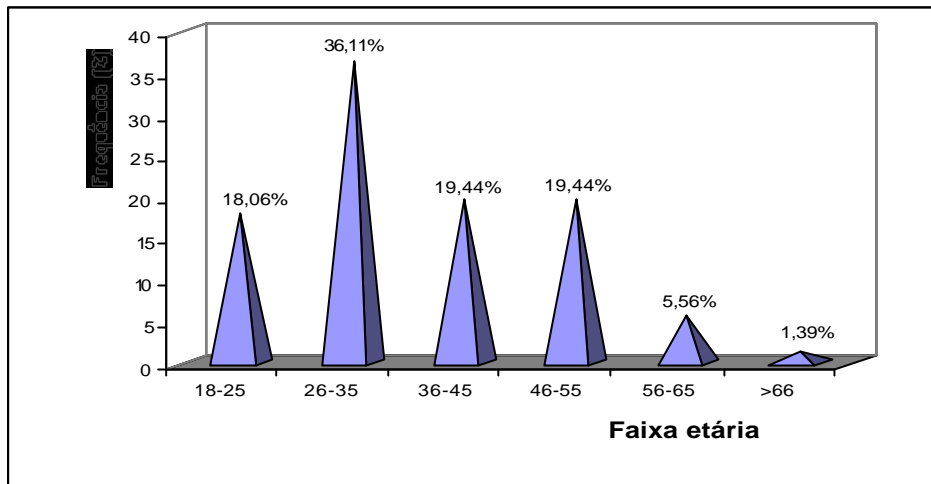
**Tabela 27** - Classes de compostos voláteis existentes nas jacas desidratadas.

Classe das substâncias	JD 70/25	JD 70/20	JD 60/25	JD 60/20	JD 50/25	JD 50/20
Ésteres	36,2	31,4	32,8	34,0	42	32,5
Aldeídos	15,9	11,8	22,4	18,0	11,6	13,3
Álcoois	15,9	19,6	24,1	20,0	15,1	19,3
Ácidos	8,7	15,7	5,2	6,0	8,1	7,2
Hidrocarbonetos	20,2	15,7	15,5	18,0	15,1	20,5
Cetonas	2,9	5,9	0	4,0	8,1	7,2

#### 4.5 Resultados da Análise Sensorial

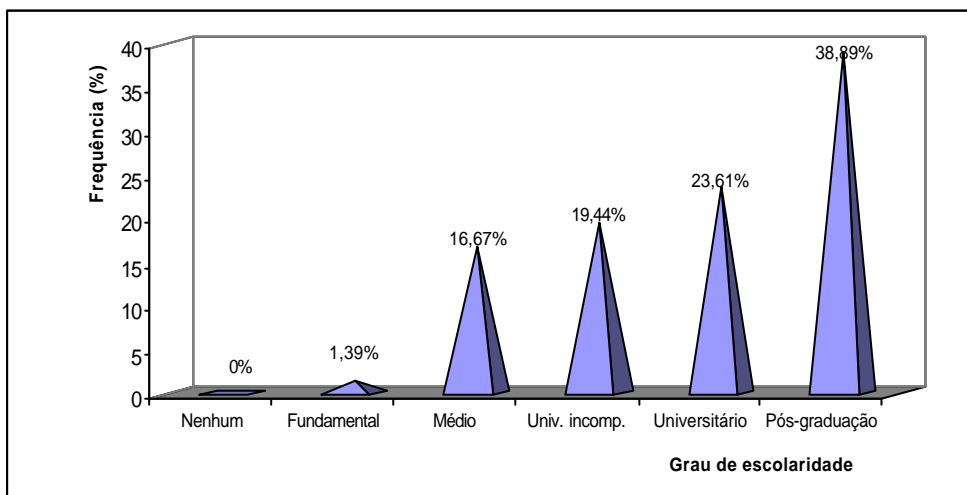
Os produtos desenvolvidos foram submetidos à análise sensorial por 72 (setenta e dois) provadores não treinados, recrutados entre funcionários, pesquisadores e estagiários da Embrapa Agroindústria de Alimentos/RJ. A equipe abrangeu indivíduos de ambos os sexos representativos do público consumidor dos quais, 50% eram do sexo masculino e 50% do sexo feminino. O resultado das características pessoais, sócio-econômicas e de preferência do questionário encontra-se nas Figuras 54, 55, 56, 57 e 58.





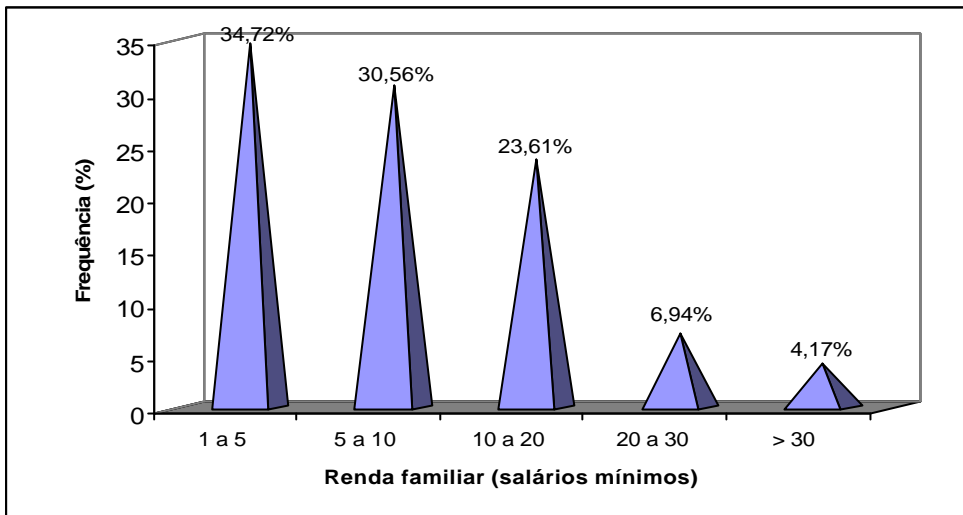
**Figura 54** – Faixa etária dos provadores.

Segundo a Figura 54, a maioria dos provadores tinha entre 18 e 55 anos (93%), sendo constituídos na maioria por adultos.



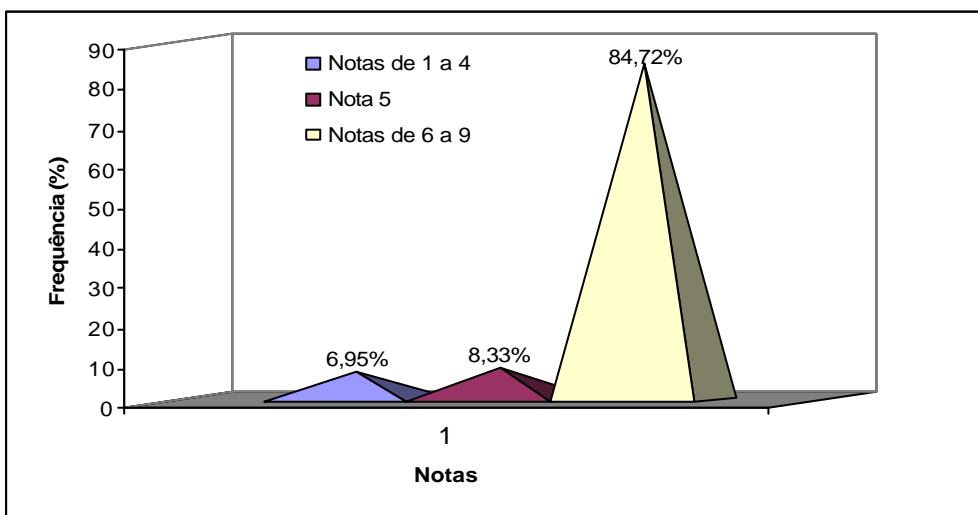
**Figura 55** – Grau de escolaridade dos provadores.

De acordo com a Figura 55, 98% dos provadores tinham grau de escolaridade entre nível médio e pós-graduação. Destes, 38% tinham titulação de pós-graduação, o que é coerente, tendo em vista que o teste sensorial foi realizado num Centro de Pesquisa.



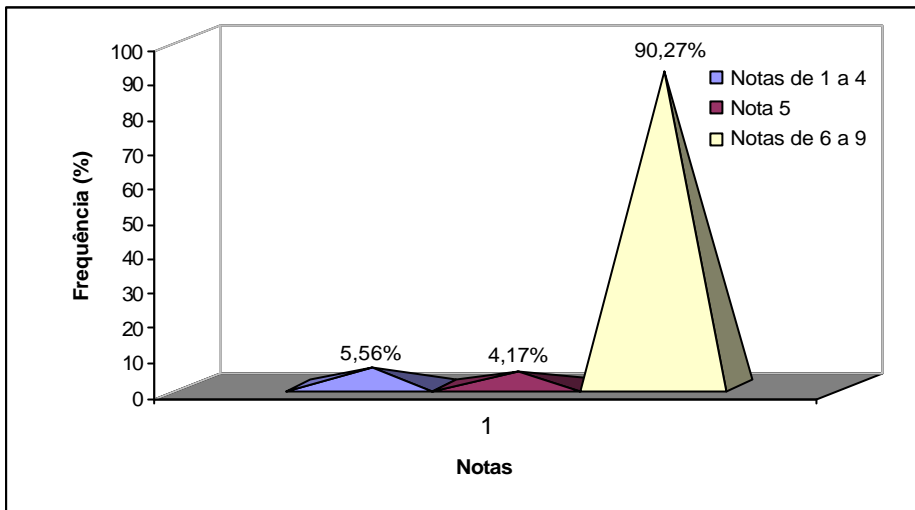
**Figura 56** – Renda familiar dos provadores.

De acordo com a Figura 56, a maioria dos provadores (88%) possuíam renda familiar entre 1 e 20 salários-mínimos.



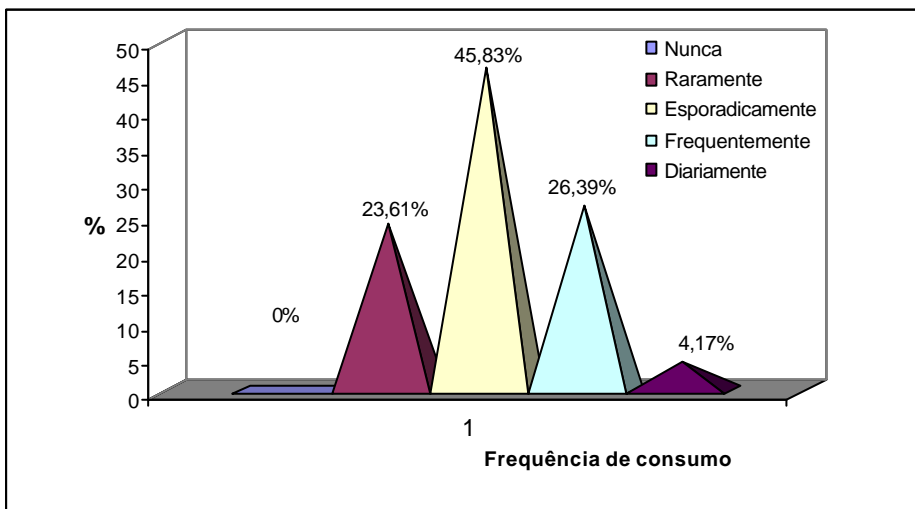
**Figura 57** – O quanto os provadores gostam de jaca (fruta *in natura*)

O resultado do questionário mostrou que 84% dos provadores da pesquisa demonstraram gostar de jaca, assinalando na escala notas entre 6- gosto ligeiramente e 9- gosto extremamente (Figura 57).



**Figura 58** – O quanto os provadores gostam de fruta passa.

A Figura 58 mostra que a maioria dos provadores gosta de fruta passa (90%) e quando foram perguntados sobre a frequência de consumo de fruta passa (Figura 59), observou-se que a maioria consome esporadicamente (45,83%).



**Figura 59** – A frequência de consumo de fruta passa.

De forma não quantitativa foi possível observar que os provadores não conheciam a jaca desidratada, pelo fato de ainda não ser encontrada comercialmente. De acordo com CONECHIO FILHO (1993) e CRUESS (1973), frutas como ameixa, uva, banana e abacaxi são mais utilizadas no processo de desidratação. Produtos como banana, por exemplo, possuem boa aceitação sensorial (CHAUCA, RAMOS e MINIM, 2000). Os resultados da análise sensorial e da intenção de compra são apresentados na Tabela 28.

**Tabela 28** – Resultados dos testes de aceitação e intenção de compra (médias).

UMIDADE	ACEITAÇÃO	INTENÇÃO DE COMPRA
20	5,85 *	4,47 *
25	5,37	3,93
TEMPERATURA**		
50	5,95 a	4,45 a
60	5,80 a	4,40 a
70	5,10 b	3,75 b

\* médias diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade.

Observou-se que a amostra com teor de umidade de 20% (5,85) e as obtidas a temperaturas de 50 °C e 60 °C foram as que apresentaram melhor aceitação (5,95 e 5,80) e intenção de compras (4,45 e 4,40). Provavelmente estes produtos retiveram melhor as características da fruta *in natura* pela exposição a menores temperaturas. Outros trabalhos que também estudaram o efeito da temperatura sobre a qualidade de alimentos confirmaram ser um fator determinante no processo de desidratação, sendo as temperaturas mais baixas as mais adequadas (SILVEIRA, 2000; MAURO e MENEGALLI, 1995; PRASERTSAN e SAEN-SABV, 1998).

SILVEIRA (2000) obteve jacas desidratadas das variedades *mole* e *dura* à 40 e 50 °C. Após submeter as amostras a análise sensorial por 60 provadores, a jaca da variedade *mole*, desidratada a 50 °C foram as que mais se destacaram, principalmente no atributo sabor, que segundo KRAMER (1996), engloba os atributos odor e gosto, e atingiu o valor máximo de 7,00 (gostei muito), resultados superiores ao do presente estudo. A jaca desidratada da variedade *dura* obteve rejeição na característica textura por apresentar maior firmeza.

Conforme Tabela 29, a análise de variância não apresentou efeito significativo de interação entre umidade e temperatura de desidratação, porém, foi observado efeito significativo ( $p = 0,05$ ) dos fatores umidade e temperatura. Quanto à intenção de compra, houve efeito significativo para umidade e temperatura (Tabela 30).

**Tabela 29** – Análise de variância - aceitação sensorial.

FV	G.L.	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Valor F	Pr (>F)
Provadores	1	0,75	0,75	0,1631	0,6865
Temperatura	2	58,00	29,00*	6,3388	0,0019
Umidade	1	24,80	24,80*	5,4216	0,0203
Umidade x temperatura	2	3,57	1,79	0,3904	0,6770
Resíduos	421	1926,04	4,57		

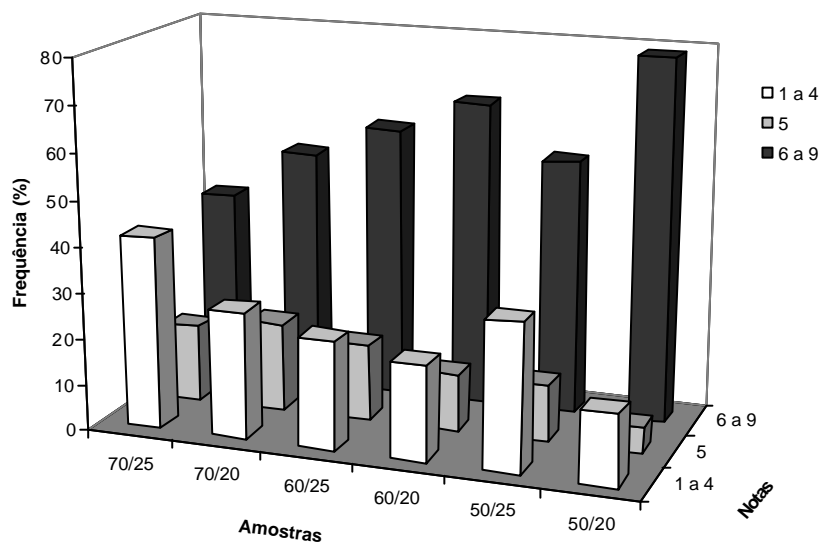
**Tabela 30** – Análise de variância - intenção de compra.

FV	G.L.	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Valor F	Pr (>F)
Provadores	1	0,41	0,41	0,1350	0,7134
Temperatura	2	43,80	21,90*	7,2398	0,0008
Umidade	1	31,89	31,89*	10,5441	0,0012
Umidade x temperatura	2	2,06	1,03	0,3401	0,7118
Resíduos	424	1282,47	3,02		

Apesar dos aspectos positivos, a desidratação pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, e a intensidade dessas alterações é dependente das condições utilizadas no processo de secagem e das características próprias de cada produto (NETO *et al.* 2005).

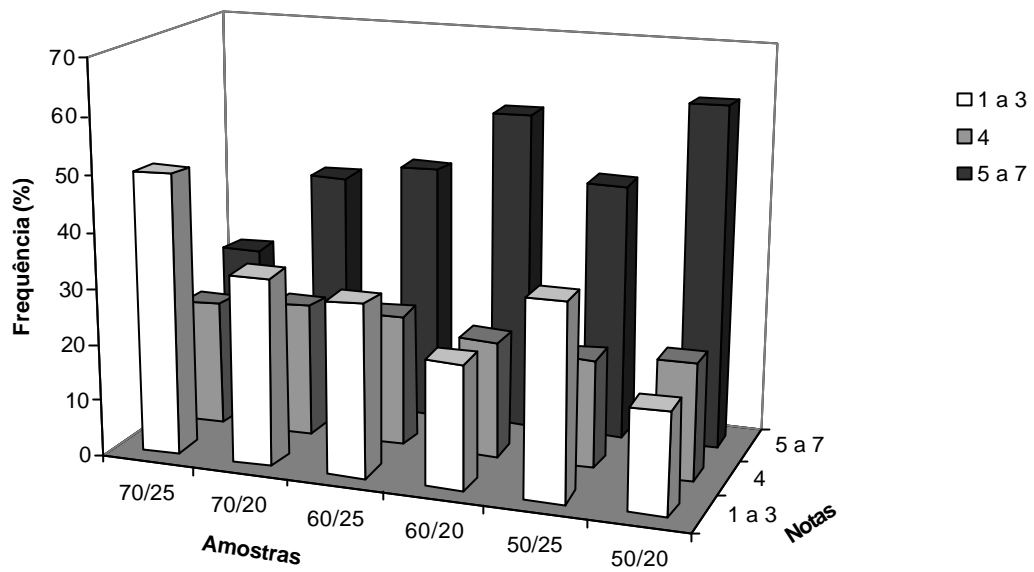
Realizou-se ainda a análise de frequência para cada tratamento em relação a aceitação global e intenção de compra para permitir melhor distinção entre os tratamentos.

Pela análise dos histogramas (Figura 60), verifica-se que para aceitação global as maiores frequências de notas entre a escala (6- gostei ligeiramente a 9- gostei extremamente), foi atribuída a jaca desidratada 50/20 (79%), seguida pela jaca desidratada 60/20 (66%). Já a jaca desidratada 70/25 (41%) apresentou maior frequência de notas entre a escala (1- desgostei extremamente a 4- desgostei ligeiramente), sendo o menos aceito pelos provadores. Provavelmente o produto de maior aceitação, obtido em menor temperatura, tenha preservado mais a textura, aroma e sabor do produto *in natura*. Pois, segundo QUEIROZ *et al.* (2007), as frutas desidratadas devem preservar o sabor, o aroma e a cor originais, e devem, preferencialmente, estar livres de aditivos químicos e apresentar textura semelhante ao do produto fresco.



**Figura 60** - Histograma de frequência das notas atribuídas à aceitação global dos produtos.

Observa-se na Figura 61, com relação à intenção de compra da jaca desidratada (50/20), 61% dos provadores assinalaram que certamente comprariam se o encontrassem no mercado, sendo desta forma o produto com maior intenção de compra.



**Figura 61.** Histograma de frequência dos valores atribuídos à intenção de compra de jaca desidratada.

Já o produto que obteve menor intenção de compra pelos provadores foi 70/25 (50%), tendo assinalado que certamente não o comprariam. Observou-se que a intenção de compra do produto esteve diretamente relacionada com a aceitação do mesmo.

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

✚ Por não existir produção comercial de jaca no Brasil e sendo uma fruta obtida através do extrativismo, a variabilidade dos parâmetros será esperada nos estudos que visem estabelecer os parâmetros físicos, químicos e sensoriais da fruta e de seus produtos.

✚ Os resultados globais obtidos através da metodologia de superfície de resposta indicaram como condições adequadas ao processo de desidratação de jaca: temperaturas de 70 °C para matéria seca, cinzas, lipídeos e carboidratos, 55 °C para proteínas, 61 °C para carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno e retinol equivalente, 60 °C para sacarose. Para a retenção dos compostos voláteis e aceitação sensorial as temperaturas mais adequadas foram 50 e 60 °C. Não havendo efeito significativo da umidade final para os níveis estudados.

✚ A jaca *in natura* ou desidratada é uma fonte de nutrientes importantes à nutrição humana, tais como: proteínas, carboidratos, carotenóides totais,  $\beta$ -caroteno, retinol equivalente e açúcares. Seu consumo pode complementar os requisitos nutricionais, proporcionando os benefícios principalmente para a população de baixa renda das regiões tropicais.

✚ A qualidade e aceitabilidade de jaca desidratada encontram-se intimamente associadas às propriedades físico-químicas e sensoriais, sendo dependentes do tipo de tratamento e dos parâmetros do processo os quais são submetidos.

✚ A jaca desidratada pode ser uma alternativa alimentar que possibilita aos pequenos e médios agricultores o seu aproveitamento, contribuindo para a sustentabilidade, geração de emprego e renda e a segurança alimentar, em seus aspectos qualitativo e quantitativo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R. C. R. Estrutura de populações de uma espécie exótica na Mata Atlântica: o caso da potencial invasora *Artocarpus heterophyllus* L. (jaqueira) no Parque Nacional da Tijuca. **Monografia de graduação em Ciências Biológicas**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2005, 87p.
- ACREE, T. E., TERANISH, R– Instrumental Analysis in the Flavor Industry. **Flavor Science – Sensible Principles and Techniques**, ACS Professional Reference Book, 1990, p.170-224.
- ADAMS, R. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Illinois/USA: Carol Stream, 2001. 463p.
- AGUILERA, J. M.; PARADA, E. C, Ibero-American project on intermediate moisture foods and combined methods technology. **Food Research International**, Oxford, v.25, n.1, p.159-165, 1992.
- ALVES S., JENNINGS, W. G. Volatile composition of certain Amazonian fruits. **Food Chemistry**, v.4, p.150-159, 1979.
- ALVES, G. L. , FRANCO, M. R. B., Headspace gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds im Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich), **Jounal of Chromatography A**, 985, p.297-301, 2003.
- ALVES, G. L., Identificação dos compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. RICH) por CG-EM e CG-OSME, **Tese de doutorado**, Departamento de Ciência dos Alimentos, 2004. 120p.
- ARÉVALO-PINEDO, A., MURR, F. E. X., Influência da pressão, temperatura e pré-tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.4, p.636-643, out.-dez. 2005.
- ARIMA, H. K., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition and vitamin A value of commercial brazilian squashes and pumpkins. *Journal of micronutrient analysis*, v.4, p. 177-191, 1988.
- ARIMA, H.K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of commercial Brazilian squashes and pumpkins. **J. Micronutr. Anal.** v.4, p.177-91, 1988.
- ARIMA, H.K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of a squash and a pumpkin from Northeastern Brasil. **Arch. Latinoamer. Nutr.** v.2, p.284-92, 1990.
- ASQUIERI, E. R., RABÊLO, A. M. S., SILVA, A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.28 n.4, out./dez. 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of analysis of Association of Official Chemists**. 13 ed. Washington. 2005, 620p.



ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acids from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): variety and geographic effects. **Food Chemistry**, New York, v. 81, n. 4, p. 495-502, June 2003.

ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. **Trends Food Sci. Technol.** v.8, p.406-13, 1997.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutas**. São Paulo: Nobel, 1993. 185p.

BAI, R. O. **A importância dos minerais para a saúde** - em H2Ocean, Disponível em: <<http://domelhor.net/story.php?id=25249>>, Acesso em: 27 mar. 2009.

BAIGRIE, B. D., LAURIE, W. A. AND MCHALE, D. Artifact formation during Headspace Analysis. **Progress in Flavour Research**, v.1, p.577-582, 1984.

BALBACH, A., BOARIM, D. S. F., **As frutas na medicina natural**, São Paulo: Editora Missionária, 1992, 89p.

BARREIRA, M. C. R. **Pomada cicatrizante de semente de jaca**, Disponível em: <<http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp=4384>>, Acesso em: 15 mai. 2004.

BAUERNFEIND, J. C. **Carotenoids as colorants a vitamin: a precursors**. New York: Academic Press 1981, 983p.

BEIRÃO, L.H., Utilização de pescado de baixo valor comercial para produção de surimi. **Revista Nacional da Carne**, n. 186, p.63-64, ago.,1992.

BELITZ, G. **Food Chemistry**. Editora Springer, 1999. 89p.

BEMELMANS, J. M. H. Review of isolation and concentration techniques. **Applied Science**, p.79-98, 1979.

BENDICH, A. Recent advances in clinical research involving carotenoids. **Pure Appl. Chem.** v.66, p.1017-24, 1994.

BENGOZI, F. J., SAMPAIO, A. C., SPOTO, M H. F.; MISCHAN, M. M., PALLAMIN, M. L., Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo, **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2008, Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=17199](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=17199)>, Acesso em: 13 jun. 2009.

BERGER, R. G., DRAWERT, F., KOLLMANNSBERGER, S. N., SCHRAUFSTETTER, B. Novel volatiles in pineapple fruit and their sensory properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.33, p.232-235, 1985.

BERNARDES-SILVA, A. P. F., LAJOLO, F. M., CORDENUNSI, B. R., Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.23(supl.), p.116-120, dez., 2003.

BERRY, S. K., KALRA, C. L. Chemistry and technology of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) a review. **Indian Food Packer**, v. 42, n.3, p. 62-76, 1988.

BICCHI, C., JOULAIN, D. Headspace-Gas Chromatographic Analysis of Medicinal and Aromatic Plants and Flowers. **Flavour and Fragrance Journal**, v.5, p.131-145, 1990.

BOATRIGT, W. L., Lei, Q. Headspace Evaluation of Methanethiol and Dimethyl Trisulfide in Aqueous Solutions of Soy-protein isolates. **Journal of Food Science**, p.65, p.819-821, 2000.

BONNIE, T.Y.P., CHOO, Y.M. Oxidation and thermal degradation of carotenoids. **Journal of Oil Palm Research**, v.II, n.1, p.62-78, 1999.

BOTELHO, R. B. A., MERCADANTE, A. Z. Influência de cultivar/variedade e efeitos geográficos na composição de carotenóides em alimentos – uma revisão, **Bol. SBCTA**, Campinas, v.37(supl.), p. 29-34, dez. 2003.

BOTREL, N., JUNIOR, M. F., VASCONCELOS, R. M., BARBOSA, H. T. G., Inibição do amadurecimento da banana-'prata-anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno, **Rev. Bras. Frutic.** v.24, n.1, Jaboticabal, apr. 2002.

BOULANGER, R., CROUZET, J. Free and bound flavour components of amazonian fruits. 2: Cupuaçu volatile compounds. **Flavour and Fragrance Journal**, v.15, p.251-257, 2000.

BRANDÃO, M. C. C., MAIA, G. A., LIMA, D.P., PARENTE, E. J. S., CLAUDIO CABRAL CAMPELLO, C. C., NASSU, R. T., FEITOSA, T., SOUSA, P. H. M., Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar, **Rev. Bras. Frutic.** v.25, n.1, Jaboticabal, Apr. 2003.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/MS. RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BROD, F. P. R., ALONSO, L. F. T., PARK, K. J. Secagem de produtos agrícolas. XI SEMEAGRI, **Anais da Semana de Engenharia Agrícola da Unicamp**. Campinas: Agrológica, Empresa Júnior de Engenharia Agrícola, 1999, 122 p.

BROD, F. P. R.; SILVA, J. E. A. R., PARK, K. J. Construção de secador vertical convectivo, In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola** 1994, Campinas/SP, 1994, 371 p. 260.

CAMPBELL, R. J., EL-SAWA, S. F., ECK, R. **The jackfruit, fairchild horticulture series**. Fairchild Tropical Garden, Miami, v.2, 1998, 23p.

CAMPBELL, R.J., EL-SAWA, S, F. New jackfruit cultivars for commercial and home garden use in Florida, **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.111, p.302-304, 1998.

CAMPOS, F. M., ROSADO, J. P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.25, n.3, Campinas Jul/Set. 2005.

CAMPOS, S. **Nutrologia/Alimentos/Nutrição**, Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/1902>>, Acesso em: 23 jun. 2009.

CANO, M. P. HPLC separation of chlorophyll and carotenoid pigments of four kiwi cultivars. **J. Agric. Food Chem**, v.39, n.10, p.1786-1791, 1991.

CAVALCANTE, M.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of the tropical fruits *Eugenia uniflora* and *Malpighia glabra*. In: Charalambous, G. (Ed.). **Food Science and Human Nutrition** Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1992. p. 643-50.

CAVALCANTE, M.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of the tropical fruits *Eugenia uniflora* and *Malpighia glabra*. In: Charalambous, G. (Ed.). **Food Science and Human Nutrition**, 1992.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da amazônia**, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém: Editora CEJUP, 1991. 269p.

CECCHI, H. M., RODRIGUEZ-AMAYA, D. Carotenóides e valor de vitamina A em suco de maracujá processado. **Ciência e Cultura**, v. 33, p.72-76, 1981.

CECCHI, H.M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenóides e valor de vitamina A em suco de maracujá processado. **Ciênc. Cultura**, v.33, n.1, p. 72-6, 1991.

CENTRAL FOOD TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, Home scale processing and preservation of fruits and vegetables. Mysore: CFTRI, v.1, Índia, p. 28-31, 1977.

CHARENTREAU, A. Simultaneous distillation-extraction: from birth to maturity – review. **Flavour and Fragrance Journal**, v.16, p.136-148, 2000.

CHAN, H. T., HEN, R. A. Dehydration and storage stability of jackfruit leather. **Journal of food science**, v. 49, n.6, p.1929-30, 1975.

CHANDRIKA, U. G., JANSZ, E. R., WARNASURIYA, N. D. Analysis of carotenoids in ripe jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) kernel and study of their bioconversion in rats, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, n.2, p.186-190, 2005.

CHANDRIKA, U. G., JANSZ, E. R., ND WARNASURIYA, N. D. Analysis of carotenoids in ripe jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) kernel and study of their bioconversion in rats. **Food Chemistry**, v.115, n.4, p.1443-1449, 2009.

CHAUCA, M. C., RAMOS, A. M., MINIM, V. P. Análise de alguns parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial e microbiológica da banana passa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17, 2000, Fortaleza. **Resumos: alimentos para o 3º milênio**. SBCTA, 2000, v.1, ref. 3.2.

CHEN, C. C., KUO, M. C., HWANG, L. S., WU, J. S. B., WU, C. M. Headspace components of passion fruit juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.30, p.1211-1215, 1982.

CHOWDHURY, F. A., RAMAN, M.A. ; MIAN A. J., Distribution of free sugars and fatty acids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), **Food chemistry**. sept., v.60, n.1, p.25-28. Bangladesh, 1997.

CINAR, I. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, n.3, p.363-367, 2004.

COLEMAN, W. M. Automated Purge-and-Trap-Gas Chromatography Analysis of Headspace Volatiles from Natural Products. **Journal of Chromatographic Science**, v.30, p.160-163, 1992.

CONECHIO FILHO, V. **Indústrias Rurais**, 2 ed., São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1993. 322p.

CRUESS, W. V., **Produtos industriais de frutas e hortaliças**, São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 627p.

CRUZ, G A. **Desidratação de Alimentos: frutas, vegetais, ervas, temperos, carnes, peixes, nozes, sementes**. Rio de Janeiro: Publicações Globo Rural, 1989, 207p.

CUNHA, C. Pastoral da criança. **Correio da Paraíba**. João Pessoa, 13 abr. caderno 2. 1999.

DEMIREL, D., THURAN, M. Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices, **Journal of Food Engineering**, v.59, n.1, p.1-11, 2003.

DI MASCIO, P.; KAISER, S.; SIES, H Lycopene as the most efficient biological singlet oxygen quencher. **Arch. Biochem. Biophys.** v.274, p.532-8, 1989.

DOYMAZ, I., The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices, **Journal of Food Engineering**, v.79, p.243–248, 2007.

EL-AQUAR, A. A., MURR, F. E. X. Estudo e modelagem da cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*carica papaya* L.), **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.23, n.1, p.69-75, jan.-abr. 2003.

ELIAS, N. F., BERBERT, P. A. B., MOLINA, M. A. B., VIANA, A. P., DIONELLO, R. G., QUEIROZ, V. A. V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.28, n.2, Campinas, Apr./Jun., 2008.

ELMORE, J. S., ERBAHADIR, M. A., MOTTRAM, D. S. Comparison of Dynamic Headspace Concentration on Tenax with Solid Phase Microextraction for the Analysis of Aroma Volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.2638-2641, 1997.

EMPRAPA, **Curso de processamento de frutos e hortaliças** EMBRAPA: CTAA Rio de Janeiro, 1992, 130p.

ESQUIVEL, M.M., RIBEIRO, M. A., BERNARDO, M.G. Supercritical extraction of savory oil: study of antioxidant activity and extract characterization. **Journal of Supercritical Fluids**, v.14, p.129–138, 1998.

ESQUÍVEL, M.M., RIBEIRO, M.A., BERNARDO-GIL, M. G. Supercritical Extraction of savory on study of antioxidant activity and extract characterization. **Journal of Supercritical fluids**, v.14, p.129-138, 1999.

FARIN, D., IKAN, R., GROSS, J. The carotenoids in the juice and flavedo of mandarin hydric (*C. reticulata*) cv. Michal during ripening. **Phytochem** v. 22, n. 2, p. 403-408, 1983.

FELLOWS, P. Deshidratación. In: **Tecnología del processado de los alimentos: principios y prácticas**. Traducido por: TREPAT, F.J.S.. Zaragoza: Ed. Acribia, cap.14, p.287-323, 1994.

FERRÃO, J. E. M. **Fruticultura tropical: espécies com frutos comestíveis**, v. 1, Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1999. 180p.

FLAVORNET. COM, **Kovats retention índices of odorants**, Disponível em: <<http://www.flavornet.com>>. Acesso em: 22 nov. 2008.

FOOTE, F.S.; CHANG, Y.C.; DENNY, R.W. Chemistry of singlet oxygen X. Carotenoid quenching parallels biological protection. **J. Am. Chem. Soc.** v.92, p.5216-5218, 1970.

FRAGA, S. R. G. **Investigação de voláteis e precursores de voláteis glicosilados da jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) e do murici (*Byrsonima crassifolia* Lam. Rich)**. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Química Orgânica/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

FRAGA, S. R. G., REZENDE, C. M. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.14, p.425-428, 2003.

FRAGA, S. R. G., REZENDE, C. M. The Aroma of Brazilian ambarella fruit (*Spondias cytherea* Sonnerat). **Journal of Essential. Oil Research**, v.13, p.252-255, 2001.

FRANCO, G. **Tabela de composição de alimentos**, 8ª ed., Rio de Janeiro: Atheneu, 1987. 87p.

FRANCO, M. R. B., SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias cytherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitala*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.1263-1265, 2000.

GAZIANO, J.M.; HENNEKENS, C.H. The role of beta-carotene in the prevention of cardiovascular disease. **Ann. N. Y. Acad. Sci.** v.691, p.148-55, 1993.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. **J. Natl. Cancer Inst.** v.91, p.317-31, 1999.

GODOY, H. T., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Composição de carotenóides e valor de vitamina A de nespera (*Eriobotrya japonica*). In: V Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, 1989, Salvador. **Resumos do V Encontro Nacional de Analistas de Alimentos**. Salvador: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos, 1989.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Buriti (*Maurita vinífera*) uma fonte riquíssima de provitamina A, **Arq. Biol. Tec.** v.38, p.109-20, 1995.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Composição de carotenóides em nectarina (*Prunus persica*) brasileira. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.57:73-9, 1998.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1977. 448p.

GONÇALVES, J. L. S., LOPES, R. C., OLIVEIRA, D. B., COSTA, S. S., MIRANDA, M. M. F. S., ROMANOS, M. T. V., SANTOS, N. S. O., WIGG, M. D. **Journal of Ethnopharmacology**, v.3, n.3, 14 July, p. 403-407, 2005.

GONZAGA NETO, L., SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Coleção Frutex, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 42p.

GOULARTE, V. D. S., ANTUNES, E. C., ANTUNES, P. L. Qualidade de maçã fuji osmoticamente concentrada e desidratada, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.20, n.2, Campinas, May/Aug. 2000.

GRANADO, F.; OLMEDILLA, B.; BLANCO, I.; ROJASHIDALGO, E. Carotenoid Composition in Raw and Cooked Spanish Vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 2135-2140. 1992.

GREVE, L.C., SHACKEL, K.A., AHMADI, H., MCARDLE, R.N., GOHLKE, J.R., LABAVITCH, J.M. Impact of heating on carrot firmness: contribution of cellular turgor. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v.42, p.2896-2899, 1994.

GROSS, J. Pigment changes in the flavedo of Dancy tangerines (*C. reticulata*) during ripening. **Z. Pflanzenphysiol.**, v. 103, p. 451-457, 1981.

GUERRA, N. B.; LIVERA, A. V. Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 32-35, 1999.

GUIA RURAL ABRIL, **A jaca**, São Paulo: Ed. Abril S/A, 1988. 370p.

GUIA RURAL PLANTAR, **Cultura da Jaca**, São Paulo: Ed. Abril S/A, 1992. 89p.

HACHENBERG, H.; SCHMIDT, A. P., **Gas Chromatographic Headspace Analysis**. William Clowes & Sons Limited. 1979.

HEATH, H. B., REINECCIUS, G. **Flavor Chemistry and Technology**. New York: Na AVI Book Nostrand Reinhold Company, v.17, 1989.

HEINONEN M. L., OLLILAINEN, V., LINKOLA, E. K., VARO, P. T., KOIVISTOINEN, P. E. Carotenoids in Finnish foods: vegetables, fruits e berries. **J. Agric. Food Chem**, v. 37, n. 3, p. 655-659, 1989.

HEINONEN, M. I. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota*, L.) cultivars. **J. Agric. Food Chem.**, v. 38, n.3, p. 609-612, 1990.

HENRIQUE, B. **Proteína de jaca acelera recuperação de queimaduras**, Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/aplicada/2004/mar/17/130.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2004.

HESS, C.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Reavaliação da composição de carotenóides em cucurbitaceae por CLAE-DAD e CLAE-EM. **Acta do 5 Encontro de Química de Alimentos. Qualidade, Segurança & Inovação**. Porto: Universidade Católica de Porto; 2001. p.104-9.

HIANE, P. A., BOGO, D., RAMOS, M. I. L., RAMOS FILHO, M. M. Carotenóides pró-vitamínicos A e composição de ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.23, n.2, p.206-209, mai/ago., 2003.

HOCKING, A. D. Moulds and yeasts associated with foods of reduced water activity: ecological interaction. In: SEOW, C.C. (Ed.) **Food preservation by moisture control**. New York: Elsevier, 1988. p. 57-72.

HUNZIKER, C. H. R. Quantitative analysis of flavor by gas chromatography, **Flavors and off Flavors**. Charalambous, G. (Ed.) Elsevier Science, Publishers B. V., Amsterdam, p.321-330, 1989.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (IAL) - **Normas analíticas - métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. v.1, 3.ed., São Paulo: IAL, 1985, 533p.

JAGADEESH, S. L., REDDY, B. S., SWAMY, G. S. K., GORBAL, K., HEGDE, L., RAGHAVAN, G. S. V., Chemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) selections of Western Ghats of India, **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, 2007, p.361-365.

JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Quantitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography**. Academic Press, New York, 1980. 472p.

JOHN, P. J., NARASIMHAM, P. Processing and evaluation of carbonated beverage from jackfruit waste (*Artocarpus heterophyllus*). **Journal of food processing and preservation**, v.16, n.6, p. 373-380, 1993.

JORNAL DA USP, **Sementes que aliviam a dor**, Jornal da USP, ano XIX, n. 681, 03 a 10 de abril de 2004.

JUNIOR, B. B. N., REZENDE, C. M., SOARES, A. G., FONSECA, J. O. Efeito da 1-metilciclopropeno sobre a emissão dos ésteres voláteis de bananas ao longo do amadurecimento, **Química Nova**, v. 31, n. 6, p.1367-1370, 2008.

KARATHANOS, V. T. Determination of water content of dried fruits by drying kinetics. **Journal of Food Engineering**, v. 39, n. 4, p. 337-344, 1999.

KARATHANOS, V. T., HOSTAROPOULOS, A. E. Air-drying kinetics of osmotically dehydrated fruits, **Drying Technology**, v. 13, n. 5-7, p. 1503-1521, 1995.

KATAOKA, H., LORD, H. L., PAWLISZYN, J. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. **Journal of Chromatography A**, v.880, p.35-62, 2000.

KHACHIK, F.; GOLI, M. B.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J.; LUSBY, W. R.; TENORIO, M. D.; BARRERA, M. R. Effect of Food Preparation on Qualitative and Quantitative Distribution of Major Carotenoid Constituents of Tomatoes and Several Green Vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 390-398, 1992.

KHYRUNNISA, B., PADMA, U. K., DANIEL, V. A., SWAMINATHAM, M. Effect of replacement of cereal in rice and ragi diets by jackfruit seeds flour on the nutritive value of diets, **Indian Journal of Nutrition and Dietetics**, v.26, n.5, p. 141-143, 1989.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. **J. Agric. Food Chem** v.51, p.2603-7, 2003.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; Yokoyama, S.M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **Lebens. Wissen. Technol.** v.24, p.415-8, 1991.

KOLB, B., ETTRE, L. S. Theory and Practice of Multiple Headspace Extraction. **Chromatographia**, v.11/12, p.32, 1991.

KRAMER, V., TWIGG, B. **Quality control for the food industry**, Connecticut: AVI, 1996. 556p.

KRINSKY, N.I. Antioxidant functions of carotenoids. **Free Radical Biol. Med.** v.7, p.617-35, 1989.

LABUZA, T. P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, abril, p.36-41. 1980.

LEDERMAN, L. E., BEZERRA, J. E., PEDROSA, A. C. Características pomológicas de jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) oriundas das áreas de ocorrência espontânea em Pernambuco. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, **Anais do X Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Fortaleza, p. 216-220, 1989.

LEITE, J.B., MANCINI, M. C., BORGES, S. V. Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. *Prata* and *d'água*, **LWT**, v. 40, p. 319-323, 2007.

LEMES, A. F. C. E PERIN, G., Lei da uva verde garante frutos de qualidade e tem a parceria da CEAGESP, fev/2008, Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=16750](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=16750)>, Acesso em: 13 jun. 2009.

LERNER, C. K., ROSSO, V. V., MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides em frutas tropicais, In: XV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, **Resumos do XV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp**, São Paulo, Disponível em: <<http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xvcongresso/resumos/031917>>, Acesso em: 10 dez. 2008.



LESSIN, W. J.; CATIGANI, G. L.; SCHWARTZ, S. J. Quantification of cis-trans Isomers of Provitamin A Carotenoids in Fresh and Processed Fruits and Vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, v.45, p. 3728-3732, 1997.

LESTER, G. E., EISCHEN, F. Beta-carotene content of postharvest orange-fleshed muskmelon fruit. **Plant Foods and Human Nutrition**, v.49, p.191-197, 1996.

LORDELO, L.S. **Caracterização de jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* Lam) em Cruz das Almas/ BA**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas: 2001. 64p.

MACDOUGALL, D.B. Colour in food. Improving quality. **Woodhead Publishing Limited** Cambridge, England, 2002.157p.

MACRAE, R. **Food Science and Technology – A series of monographs: HPLC in food analysis**, Editora Academic Press, 2 ed., 1998, 77p.

MAIA, J. G. S., ANDRADE, E. H. A., ZOGHBI, M. B. Aroma volatiles from two fruit varieties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Food Chemistry**, v.85, p.195-197. 2004.

MAITI, C. S., WANGCHU, L., MITRA, S. K., Genetic divergence in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding** v.62, n.4, p.369–370, 2002.

MARTINS, P. C., PORTO, P. S. S., PINTO, L. A. A. Study of the physical and transport properties in the onion (*allium cepa* l.) drying in thin layer. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p.319-326, 2004.

MATOS, E. H. S. F., **Dossiê técnico sobre processamento de frutas desidratadas**, Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, UnB, Brasília, Disponível em: <<http://sbtrt.ibict.br/upload/dossies/sbtrt-dossie41>>, Acesso em: 23 mar. 2005.

MATOS, E., **Desidratação de frutas e legumes**, Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, UnB, Brasília. Disponível em: <<http://sbtrt.ibict.br>>, Acesso em: 23 jun. 2007.

MAURO, M. A., MENEGALLI, F. C. Evaluation of diffusion coefficients in osmotic concentration of bananas (*Mus Casvendish Lambert*). **International Journal of Food Science and Technology**, v.30, p.199–213, 1995.

MAYNE, S.T. Beta-carotene, carotenoids, and disease prevention in humans. **FASEB J.** v.10, p. 690-701, 1996.

MCLAFFERTY, F. W., STAUFFER, D. A., WESDEMIOTIS, C. Unknown Identification Using Reference Mass Spectra. Quality Evaluation of Databases. **Journal of the American Society of Mass Spectrometry**, v.10, p.1229-1240, 1999.

MEIGAARD, M., CIVILLE, B., CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3<sup>a</sup>ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 350p.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, Inc.: 1991. 452p.

MELO, G. L., VIEIRA, G., ARAÚJO, A., SOUZA, I. V., LACERDA, T. Caracterização das propriedades físicas e físico-químicas da jaca *in natura* e desidratada, **Anais do XII Seminário de Iniciação Científica da UESC**, Bahia, p.114-115, 2006.

MENDEZ, M. H. M., DERIVI, S. C. N., RODRIGUES, M. C. R., FERNANDES, M. L., **Tabela de composição de alimentos: amiláceos, cereais e derivados, frutas, hortaliças, leguminosas, nozes e oleaginosas**, 1ª. Reimpressão, Niterói: EdUFF, 2001.41p.

MERCADANTE, A. Z. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of a leafy vegetable in relation to some agricultural variables. **J. Agric. Food Chem.**, v. 39, n. 6, p. 1094-1097, 1991.

MERCADANTE, A.Z.; BRITTON, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoids from yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **J. Agric. Food Chem.** v.46, p.4102-6, 1998.

MERCADANTE, A.Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. **J. Agric. Food Chem.** v.46, p.128-30, 1998.

MIRANDA, E. J. F., NOGUEIRA, R. I., PONTES, S. M., RESENDE, C. M., **Flavour fragrance J.** v.16, p.281, aug., 2001.

MITRA, S. K., MANI, D. Conservation and utilization of genetic resources in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) – A potential under utilised fruit, **Acta Horticulture**, v.523, p.229–232, 2000.

MODESTA, R. C. D. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária – MAARA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos – CTAA – RJ. 1994. 78p.

MODESTA, R. C. D., GONÇALVES, E.B., ROSENTHAL, A. S. E SILVA, A.L., FERREIRA, C.S. Desenvolvimento do perfil sensorial/instrumental de suco de maracujá. **Ciência Tecnol. Aliment.** , Campinas , v.25, n.2, p.345-352, 2005.

MOELLER, S.M.; JACQUES, P.F.; Blumberg, J.B. The potential role of dietary xanthophylls in cataract and age-related macular degeneration. **J. Am. Coll. Nutr.** v.19, p.522S-527S, 2000.

MUKPRASIRT, A., SAJJAANANTAKUL, K. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) compared with modified starches, **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, p. 1727-1741, 2007.

MULLER, P. M., LAMPARSKY, D. **Pefumes Art, Science & Technology**, Elsevier Applied Science, 1991.

NARASIMHAM, P. Breadfruit and jackfruit, In: S. Nagy, P. E. Shaw and W. F. Wardowski, eds.). Fruits of tropical and subtropical origin, **Florida Science Source**, p. 193-259, 1990.

NETO, M, A. S., MAIA, G. A., LIMA, J. R., FIGUEIREDO, R. W., FILHO, M. S. M. S. F., LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo, **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set./out., 2005

NIST (1988) The NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database, Version 6.0 Nat Inst Standards Technology Washington DC.

NÓBREGA, I. C. C. Análise dos compostos voláteis da aguardente de cana por concentração dinâmica do "headspace" e cromatografia gasosa-espectrometria de massas, **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.23 n.2 Campinas maio/ago. 2003.

NOGUEIRA, R. J. M. C., MORAES, J. A. P. V., BURITY, H. A., JUNIOR, J. F. S., Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.4, Brasília, abr., 2002.

O'RIORDAN, P. J., DELAHUNTY, C. M. Comparison of volatile compounds releases during the consumption of Cheddar cheese with compounds extracted by vacuum distillation using gas chromatography-olfactometry. **Flavour and Fragrance Journal**, v.16, p.425-434, 2001.

OKOS, R., NARSIMHAN, G., SINGH AND, R. K., WEITNAUER, A. C., Food dehydration. In: D.R. Heldman and D.B. Lund, Editors, **Handbook of food engineering**, Marcel Dekker, Inc., New York, p. 437-562, 1992.

OLIVEIRA, A. O. **Lectina KM+ uma ferramenta para o diagnóstico neuropatológico da doença de Alzheimer**, Tese de Mestrado em Psicobiologia. Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto, 78p. 2002.

OLIVEROS, B. L., CARDENO, V., PEREZ, P. Physical properties of some Philippine essential oils, **Flavor Indian**, v. 2, p. 305-309, 1971.

OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of nutrition**, v. 119, p. 94-95, 1989.

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Arch. Latinoamer. Nutr.** v.49, v.7S-11S, 1999.

ONG, B.T., NAZIMAH, S.A.H, OSMAN, A., QUEK, S.Y., VOON, Y.Y., MAT HASHIM, D., CHEW, P.M., KONG, Y.W. Chemical and flavour changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening, **Postharvest Biology and Technology** v.40, n.3, Jun, p. 279-286, Malaysia, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. P., RODRIGUEZ, M. I. C., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F., PERALEZ, L. L. H, CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**, v.1, Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

PACHECO, S. Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaio de carotenóides por cromatografia líquida, Seropédica:UFRRJ,

2009.106p. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência dos Alimentos.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Characterization of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of Brazilian guava. **Food. Chem.** v.20, p.11-9 1986.

PALOZZA, P.; KRINSKY, N.I. Antioxidant effects of carotenoids *in vivo* and *in vitro*: An overview. **Meth. Enzymol.** v.213, p.403-420, 1992.

PAWLISZYN, J. New Directions in Sample Preparation for Analysis of Organic Compounds. **Trends in Analytical Chemistry**, v.14, p.113-122, 1995.

PEREIRA, L. G. R.; MAURÍCIO, R. M.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; BARREIROS, D. C.; FERREIRA, A. L.; BRANDÃO, L. G. N.; FIGUEIREDO, M. P. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal *in vitro* da jaca dura e mole (*Artocarpus heterophyllus*). **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 3, Marc. 2007. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/3/ribe19045.htm>>, Acesso em 23 mar. 2008.

POINTING, J. D. Osmotic Dehydration of Fruits - Recent Modifications and Applications. **Process Biochemistry**, Watford, v.8, n.12, p.18-20, 1973.

POLLIEN, P., OTT, A., FAY, L. B., MAIGNIAL, L., CHAINTREAU, A. Simultaneous distillation-extraction: preparative recovery of volatiles under mild conditions in batch or continuous operations. **Flavour and Fragrance Journal**, v.13, p.413-43, 1998.

PORCU, O.; RODRIGUEZ-AMAYA, DB. Goiaba (in natura) e produtos processados de goiaba como fonte de licopeno. **Acta do 5 Encontro de Química de Alimentos. Qualidade, Segurança & Inovação**. Porto: Universidade Católica do Porto; 2001. p. 613-6.

PRASERTSAN, S., SAEN-SABV, P. Heat pump drying of agricultural materials. **Drying Technology**, v.16, n.1-2, p.235-250, 1998.

PUA, C. K., SHEIKH, A. B. D., HAMID, N., RUSUL, G., RAHMAN, R. Production of drum-dried jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder with different concentration of soy lecithin and gum arabic. **Journal of Food Engineering**, v.78, n.2, January, p.630-636, 2007.

QUAST, D.G. Açúcar e saúde. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1/2, p.39-47. 1990.

QUEIROZ, V. A. V., BERBERT, P. A., MOLINA, M. A. B., GRAVINA, G. A., QUEIROZ, L. R., DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba, **Pesq. Agropec. Bras.** v.42, n.10, Brasília, Oct. 2007.

RADULESCU, V., CHILIMENT, S., A, OPREA, E. Capillary gas chromatography-mass spectrometry of volatile and semi-volatile compounds of *Salvia officinalis* **Journal of Chromatography A**, p.1027, 2004.

RAHMAN, M. A., NILUFAR, N., MOSHUZZAMAN, J. M., Variation of carbohydrate composition of two forms of fruit from jack tree (*Artocarpus heterophyllus* L.) with maturity and climatic conditions. **Food Chemistry**, v.65, p.91-97, 1999.

RASMUSSEN, P. Identification of volatile components of jackfruit by gas chromatography/mass spectrometry by two different columns, **Anal. Chem** v.55, p.1331-1335, 1983.

RAUPP, D. S., AYUB, R. A., AMARAL, M. C. M., DABUL, A. N. G., SIMA, C., SILVA, L. C. P., BORSATO, A. V., **Processamento de caqui fuyu passa**, Disponível em: <[http://www.uepg.br/uepg\\_departamentos/defito/htm/labiovegetal/papers/paper14.pdf](http://www.uepg.br/uepg_departamentos/defito/htm/labiovegetal/papers/paper14.pdf)>, Acesso em: 09 jul. 2009.

REDDY, B. M. C., PATIL, P., SHASHIKUMAR, S., GOVINDARAJU, L. R. Studies on physico-chemical characteristics of jackfruit clones of south Karnataka, **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.17, n.2, p. 279-282, 2004.

REDE BRASILEIRA AGROFLORESTAL, Jaqueira (*Artocarpus integrifolia*). **Informativo Agroflorestal**, v. 3, n.3, p. 27-28, 1992.

ROCHA, S., RAMALHEIRA, V., BARROS, A., DELGADILLO, I., COIMBRA, M.A. Headspace solid phase microextraction (SPME) analysis of flavor compounds in wines. Effect of the matrix volatile composition in the relative response factors in a wine model. **J. Agric. Food Chem.**, v.49, p.5142-5151, 2001.

VIVIANI, L., LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições, **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 29, n° 03, 2008.

ROCK, C. L.; LOVALVO, J.L.; EMENHISER, C.; RUFFIN, M.T.; FLATT, S. W. & SCHWARTZ, S.J. Bioavailability of  $\beta$ -Carotene Is Lower In Raw than in Processed Carrots and Spinach in Women. **J. Nutr.**, v. 128, p. 913-916, 1998.

RODRIGUES, M. G. V. Produção e Mercado de Frutas Desidratadas. **Toda Fruta**. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6687](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6687), Acesso em: 25 de jan. 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, International Life Sciences Institute, 1999. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Rumos de análise de alimentos: Implicações em países em desenvolvimento. In: **Ciência de Alimentos: Avanços e Perspectivas na America Latina**. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; PASTORE, G. M. (eds). Departamento de Ciência de Alimentos. UNICAMP, Fundação Cargill, 1997.p.310-313,

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., Avanços na pesquisa de carotenóides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** v.63, n.2, p.129-38, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. Carotenoid composition and vitamin A value of the Brazilian fruit *Cyphomandra betacea*. **Food Chem.** v.12, p. 61-65, 1983.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Latin American food sources of carotenoids. **Arch. Latinoamer. Nutr.** v.49, p.74S-85S, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Os carotenóides como precursores de vitamina A. **Bol. SBCTA** v.19, p.227-42, 1985.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. (1983). Carotenoid composition and vitamin A value of the Brazilian fruit *Cyphomandra betacea*. **Food Chem.** v.12, p.61-5, 1983.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. Carotenóides e valor de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*). **Cienc. Tecnol. Aliment.** v.9, p.148-62, 1989.

ROSSITER, K. J. Structure-Odor Relationships. **Chemical Reviews**, v.96, p.3291-3240, 1996.

SALGADO, S. M., GUERRA, . B., MELO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista Nutrição.** Campinas, v.12, n.3, p.303-8, set.-dez., 1999.

SAMADDAR, H. N. **Fruits of Índia, tropical e subtropical**, New York: John Wiley & Sons p. 487-497, 1985.

SCHALLENBERGER, R.S.; BIRCH, G.G. **Sugar chemistry**. Westport: AVI Pub., 1975. 221p.

SCHIEER, P., **Chromatographic Studies of Biogenesis of Plant Volatiles**, New York: Academic Press. 1984, 250p.

SCHNELL, R. J., OLANO, C.T., CAMPBELL, R.J., BROWN, J.S. AFLP analysis of genetic diversity within a jackfruit germplasm collection, **Scientia Horticulturae** v.91, p. 261–274, 2001.

SECRETARIA DA AGRICULTURA DE SÃO PAULO, **Casa da Agricultura**, v.2, n. 7, São Paulo Dez., 1980.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA, **Cultura – Jaca**, Governo da Bahia, 2004.

SELVARAJ, Y., PAL, D. K. Biochemical changes during the ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.), **Journal of Food Science and Technology**, v.26, n.6, p. 304–307. 1989.

SHARMA, M. R. Morphological and anatomical investigations on *Artocarpus Fost.* **Proc., Indian Academic Science**, v.8, n.60, p.380-393, 1980.

SILVA, G. P. **Ligação de KM+ a uma glicoproteína da superfície do neutrófilo: possível implicação na polarização e migração celulares induzidas pela lectina.** 94p. Mestrado em Imunologia Básica e Aplicada da Universidade de São Paulo/ Ribeirão Preto, 1998.

SILVA, S. R., MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) *in natura*, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.22, n.3, p.254-258, set.-dez. 2002.

SILVEIRA, P. L. Estudo da elaboração de passas da polpa, aproveitamento dos caroços e resíduos da jaca (*Artocarpus heterophyllus*), **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000. 77p.

SOARES, E. C., OLIVEIRA, G. S. F., MAIA, G. A., MONTEIRO, J. C. S., SILVA Jr., A., FILHO, M. S. S., Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) pelo processo “Foam-mat”, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.21, n.2, p.164-170, mai/ago., 2001.

SOFTWARE R 2.8.0, R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <<http://www.R-project.org>>, Acesso em: 20 mar. 2008.

STONE, H., SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**, First Ed. Orlando: Academic Press, 1985. 287p.

STRINGUETTO, K. Dietético ou não, o importante é ser doce. **Alimentação e Nutrição**, v.11, n.48, p.24-30. 1991.

SUBBURAMU, K., SINGARAVELU, M., NAZAR, A. E IRULAPPAN, I. A study on the utilization of Jack Fruit Waste. **Bioresource Technology**, v.46, p.86-86, 1992.

SWORDS, G., SWORDS, P.A., BOBBIO, S., HUNTER, G.L.K. A research note: volatile constituents of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), **J. Food Sci.** **43**, p. 639–640, 1978.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, n.4, p.215-225, 2002.

TAVARES, J. V., MELGAÇO, K. L. L., SILVA, E. R. G., MAGALHÃES, L. M. S. Florística da regeneração natural da espécie *Artocarpus heterophyllus*, L. no Parque Natural Municipal do Mendanha, Rio de Janeiro. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço/MG, set., p.1-2, 2009.

TEIXEIRA, C. R.. **Avaliação do potencial adjuvante de lectinas vegetais na vacinação contra leishmaniose cutânea experimental**. 111p. Tese de Mestrado de Patologia Humana da Universidade Federal da Bahia, 2002.

THEOTIA, S. S.; CHAUHAN, R. Studies on the bearing habits floral biology and fruit development in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.), **Hort Science**, v. 1, n.2, p. 29-37, 1969.

THOMAZINI, M., FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Ciênc. Tecnol. Alim.** v.34, p. 52-59, 2000.

TIMOUMI, S., MIHOUBI, D., ZAGROUBA, F. Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices, **Lebens mittel - Wissenschaft Technologie**, v. 40, n.9, p. 1648-1654, 2007.

TOJAL SEARA, L. Chemistry and technology of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). **Indian Journal Hort**, v.11, n.4, p. 149, 1975.

TRESSL, R., HOLZER, M., APETZ, M.. Biogenesis of volatiles in fruit and vegetables in *Proceedings in. International Symposium on Aroma Research*, Zeist, p.41-49, 1975.

TSAMI, E., KATSIOTI, M. Drying kinetics for some fruits: predicting of porosity and color e dehydration. **Drying Technology**, v.18, n.7, 1559-1581, 2000.

UNIFEM, **Manual de tecnologia do ciclo alimentar: processamento de frutas e legumes**. São Paulo, 1989, 72p.

VALENTE, A. L. P., AUGUSTO, F. Microextração por Fase Sólida. **Química Nova**, v.23, p.523-529, 2000.

VAN HET HOF, K. H.; WEST, C. E.; WESTSTRATE, J. A.; HAUTVAST, J. G. A. J. Dietary Factors That Affect the Bioavailability of Carotenoids. **J. Nutr.**, v. 130, p. 503506, 2000.

VAN RUTH, S.M., BUHR, K. Influence of mastication rate on dynamic flavour release analysed by combined model mouth/proton transfer reaction-mass spectrometry. **International Journal of Mass Spectrometry**, v.239, p.187-192, 2004.

VEJA-MERCADO, H., GÓNDORA-NIETO, M. M., BARBOSA-CÁNOVAS, G. V., Advances in dehydration of foods, **Journal of Food Engineering**, v.49, p.271-289, 2001.

VIEIRA, G., MELO, G.L., SANTOS A. A., SOUZA, I. V., MAGALHÕES, J. T., LACERDA, T., Caracterização dos parâmetros físico, físico-químico da jaca in natura e desidratada, In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Cabo Frio, RJ, 2006. p.450.

WARDENCKI, W., MICHULEC, M., CURYLO, J. A review of theoretical and practical aspects of solid-phase microextraction in food analysis. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.703-717, 2004.

WILKES, J. G., CONTE, E. D., YONGKYOUNG, K., HOLCOMB, M., SUTHERLAND, J. B., MILLER, D. W. Sample preparation for the analysis of flavors and off-flavors in foods. **Journal of Chromatography A**, v.880, p.3-33, 2000.

WILLIE, S. G., FELLMAN, J. K. **J. Agric. Food Chem.** 2000, 48, p. 3493.

WINTON, A. L., WINTON, K. B. **The structure and composition of foods: vegetables, legumes and fruits**. New York: John Wiley & Sons, 1935. 904p.



WONG, K. C., LIM, C. L., WONG, L. L., Volatile flavour constituents of Chempedak (*Artocarpus polyphema* Pers.) fruit and Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) from Malaysia. **Flavour and Fragrance Journal**, v.9, p.319–324, 1992.

YANG, X., PEPPARD, T. Solid-Phase Microextraction for Flavor Analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p.1925-1930, 1994.

ZIEGLER, E., ZIEGLER, H. **Flavourings, Production, Composition**, Applications and Regulations. 1998. Editora Wiley-VCH.