



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



## **DISSERTAÇÃO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO E  
ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**ELABORAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE  
AMÊNDOAS DE JACA**

**KAREN MÁRCIA RODRIGUES PAIVA**

**Campina Grande – Paraíba**

**Agosto, 2008**

**ELABORAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE  
AMÊNDOAS DE JACA**

**KAREN MÁRCIA RODRIGUES PAIVA**

**Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**

**ORIENTADORES: Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

**Prof. Dr. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**

**Campina Grande – Paraíba**

**Agosto, 2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P149e

Paiva, Karen Márcia Rodrigues.

Elaboração e armazenamento da farinha de amêndoas de jaca /  
Karen Márcia Rodrigues Paiva. - Campina Grande, 2008.

113 f.: il. col.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz e Prof. Dr.  
Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo.

Referências.

1. *Artocarpus heterophyllus*.
2. Resíduos Agrícolas.
3. Secagem.
4. Embalagem. I. Título.

CDU 634.393(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

KAREN MÁRCIA RODRIGUES PAIVA

ELABORAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA FARINHA DE AMÊNDOAS DE JACA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Alexandre J M Queiroz  
Dr. Alexandre José de Melo Queiroz - Orientador

APROVADA

Rossana Maria F. de Figueiredo  
Dra. Rossana Maria F. de Figueiredo - Orientadora

Aprovada

Libia de Sousa Conrado Oliveira  
Dra. Libia de Sousa Conrado Oliveira - Examinadora

APROVADO

Josivanda P. Gomes  
Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

A PROVADO

AGOSTO DE 2008

*"Dedico esse trabalho, com todo o meu amor, a meus pais, Pedro e Fátima que, abaixo de Deus, são a razão de meu viver".*

## *Agradecimentos*

*Só tenho uma pessoa para agradecer: é Ele, meu Senhor e Pai celestial, porém muitos agradecimentos a fazer. Agradeço a Deus:*

*Primeiramente, pelo dom da vida, pela saúde e paz que Ele me proporciona.*

*Pela oportunidade de estar passando por mais uma etapa da minha vida profissional e pelas condições por Ele concedidas, de adquirir conhecimento, formação e realização pessoal.*

*Pelos pais que Ele escolheu me dar, pela família da qual me deixa fazer parte, pois, sendo família de Deus somos abençoados imensamente por termos um ao outro.*

*Pela irmãzinha amada e seus dois filhos, amados e queridos sobrinhos, que me alegraram e me dão força, do seu jeitinho, na hora em que preciso. Também meu irmão que mesmo distante consegue dar sua contribuição.*

*Pelas minhas avós Corália e Tílnha, que indiretamente ou diretamente me fizeram o que sou hoje, juntamente com meus pais.*

*Por Daniel, pessoa que amo e pretendo viver o resto da minha, se assim for da Sua vontade.*

*Pela extensão da minha família com que Deus, na tua infinita sabedoria, me presenteou, escolhendo a dedo minhas amigas queridas que não saíram do meu lado: Iane, com seu companheirismo; Márcia, com sua fortaleza; Alekssandra, com seu amor e carinho e Vanja, com sua alegria de viver; todas vocês me fizeram e me ajudaram a chegar até aqui; obrigada, amigas, sempre estarei com vocês no meu coração porque sou parte de vocês e vice-versa.*

*Pelos novos amigos e colegas: Luciene, com sua dedicação, Wólia, Vanessa, Amanda, Ju, Larissa, Bárbara, Ana Patrícia, Zé Carlos, Clóvis, Sckaymen, Jozan, Luizinho, João Carlos, Regilane, Júlio, Diogo, Silas e Rivamilda que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para que meu esforço valesse mais a pena.*

*Pelos colegas e amigos Ezenildo, Adriano e Hermeval, sempre prontos a cooperar para que nada saísse errado.*

*Pelos orientadores escolhidos, Alexandre e Rossana, pela grande contribuição com seus vastos conhecimentos, dedicação e competência; sem vocês nada daria tão certo.*

*Pela coordenadora Josivanda, que é a pessoa mais compreensiva e humana, não deixando o profissionalismo e ética de lado.*

*Pelo sábio Professor, pai e bom conselheiro, Flávio, que sempre me ajudou a seguir em frente nas horas difíceis.*

*Pelo ilustríssimo Dr. Raul, pela amizade e por sempre estar pronto a contribuir profissionalmente; o senhor é a competência em pessoa.*

*Pelos membros da banca, desde já, pela presteza, dedicação e pela contribuição em prol do meu trabalho.*

*Pela Empresa FELINTO, que nos fez doação das embalagens laminadas.*

*Pela existência e compreensão da Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim, PE, que nessa hora me estende a mão para a finalização do meu trabalho e para realização de minha análise sensorial.*

*Enfim, pela conclusão de uma fase da minha vida que ficará como marca de exemplo de vidas, amizades construídas, valores adquiridos e desafios vencidos.*

*Obrigada, meu Deus pelas providências divinas!!!*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	iv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 - Objetivo geral .....	2
1.1.1 - Objetivos específicos .....	2
<b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1 - Jaqueira .....	4
2.1.1 - Características botânicas .....	4
2.1.2 - Características, produção e utilização .....	6
2.1.3 - Amêndoas de jaca .....	6
2.1.4 - Composição química .....	7
2.2 - Farinhas compostas .....	8
2.3 - Secagem .....	10
2.4 - Isotermas de adsorção de umidade .....	13
2.4.1 - Modelos de ajuste .....	15
2.5 - Armazenamento .....	16
2.6 - Embalagens .....	17
2.6.1 - Filmes Laminados .....	17
2.7 - Microbiologia .....	18
2.8 - Análise Sensorial .....	20
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
3.1 - Matéria-prima .....	22
3.2 - Processamento da matéria-prima .....	22
3.3 - Caracterização das amêndoas de jaca <i>in natura</i> .....	23
3.3.1 - Umidade .....	23
3.3.2 - Acidez total titulável .....	23
3.3.3 - Amido .....	24
3.3.4 - Açúcares redutores .....	24

3.3.5 - pH .....	24
3.3.6 - Proteína bruta .....	24
3.3.7 - Fibra bruta .....	24
3.3.8 - Lipídios .....	24
3.3.9 - Cor .....	25
3.4 - Cinética de Secagem .....	25
3.4.1 - Razão de umidade.....	25
3.4.2 - Modelos matemáticos.....	26
3.5 - Produção da farinha de amêndoas de jaca .....	27
3.6 - Armazenamento da farinha de amêndoas de jaca .....	28
3.6.1 - Análise de dados .....	29
3.7 - Isotermas de adsorção de umidade .....	29
3.8 - Análise sensorial .....	31
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
4.1 - Caracterização das amêndoas de jaca <i>in natura</i> .....	35
4.2 - Cinética de secagem das amêndoas de jaca .....	36
4.3 - Isotermas de adsorção de umidade .....	41
4.4 - Características físico-químicas da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento .....	43
4.4.1 - Umidade .....	44
4.4.2 - Amido .....	47
4.4.3 - Acidez total titulável .....	50
4.4.4 - Açúcares redutores .....	52
4.4.5 - pH .....	55
4.4.6 - Proteína bruta .....	58
4.4.7 - Fibra bruta .....	60
4.4.8 - Lipídios .....	62
4.4.9 - Análise de cor .....	65
4.4.10 - Análise microbiológica .....	73
4.5 - Análise sensorial .....	74
<b>5 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>90</b>

<b>APÊNDICE B</b> .....	95
<b>APÊNDICE C</b> .....	102

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> - Composição química da polpa, da semente e da semente de jaca .....	8
<b>Tabela 3.1</b> - Atividade de água de soluções saturadas de sais a 40 °C .....	30
<b>Tabela 4.1</b> - Valores médios e desvios padrões das características avaliadas das amêndoas de jaca <i>in natura</i> (variedade mole) .....	35
<b>Tabela 4.2</b> - Parâmetros dos modelos de Lewis, Page, Henderson & Pabis e Cavalcanti Mata com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) da cinética de secagem das amêndoas de jaca .....	38
<b>Tabela 4.3</b> - Valores experimentais da umidade de equilíbrio ( $U_{eq}$ ) da farinha de amêndoas de jaca a 40 °C .....	41
<b>Tabela 4.4</b> - Parâmetros dos modelos ajustados a isotermas de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca .....	42
<b>Tabela 4.5</b> - Valores médios da umidade (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	45
<b>Tabela 4.6</b> - Equações de regressão da umidade da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) .....	47
<b>Tabela 4.7</b> - Valores médios de amido (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	48
<b>Tabela 4.8</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo do amido da farinha amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento .....	49
<b>Tabela 4.9</b> - Valores médios da acidez total titulável (% ácido oléico) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	51
<b>Tabela 4.10</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo da acidez total titulável da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento .....	52
<b>Tabela 4.11</b> - Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	53
<b>Tabela 4.12</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo dos açúcares .....	55

redutores da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	
<b>Tabela 4.13</b> - Valores médios de pH da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	56
<b>Tabela 4.14</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de pH da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	57
<b>Tabela 4.15</b> - Valores médios da proteína bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	58
<b>Tabela 4.16</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	60
<b>Tabela 4.17</b> - Valores médios de fibra bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	61
<b>Tabela 4.18</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	62
<b>Tabela 4.19</b> - Valores médios de lipídios da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	63
<b>Tabela 4.20</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de lipídios da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	65
<b>Tabela 4.21</b> - Valores médios de luminosidade (L*) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	66
<b>Tabela 4.22</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de luminosidade (L*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	67
<b>Tabela 4.23</b> - Valores médios de intensidade de vermelho (+a*) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	68
<b>Tabela 4.24</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo de intensidade de vermelho (+a*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	70

<b>Tabela 4.25</b> - Valores médios de intensidade de amarelo (+b*) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem .....	71
<b>Tabela 4.26</b> - Equações de regressão propostas para o cálculo da intensidade de amarelo (+b*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem .....	73
<b>Tabela 4.27</b> - Análise microbiológica da farinha de amêndoas de jaca armazenada em dois tipos de embalagem .....	74
<b>Tabela 4.28</b> - Valores médios da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se o grau de gostar ou desgostar .....	75
<b>Tabela 4.29</b> - Valores percentuais da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, segundo a ordenação de preferência .....	76
<b>Tabela 4.30</b> - Valores médios da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se a textura .....	76
<b>Tabela 4.31</b> - Valores médios das notas da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se a intenção de consumo .....	77

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Jaqueiras .....	4
<b>Figura 2.2</b> - Fruto da jaqueira ((a) Jaca fechada; (b) Jaca aberta; (c) Semente de jaca; (d) Farinha da semente de jaca) .....	5
<b>Figura 2.3</b> - Amêndoas da jaca .....	7
<b>Figura 3.1</b> - Fluxograma do processamento para extração das amêndoas de jaca ....	22
<b>Figura 3.2</b> - Amêndoas de jaca em bancadas .....	23
<b>Figura 3.3</b> - Fluxograma do processamento da farinha das amêndoas de jaca .....	28
<b>Figura 3.4</b> - Farinha de amêndoas de jaca nas embalagens Laminada 1 (a) e Laminada 2 (b) .....	28
<b>Figura 3.5</b> - Ficha utilizada para expressar o grau de gostar ou desgostar dos pães fabricados a partir da farinha de amêndoas de jaca .....	32
<b>Figura 3.6</b> - Ficha utilizada no teste de ordenação-preferência dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca .....	33
<b>Figura 3.7</b> - Ficha utilizada para avaliação do atributo textura dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca .....	33
<b>Figura 3.8</b> - Ficha utilizada para avaliação de intenção de consumo do pão fabricado a partir da farinha de amêndoas de jaca .....	34
<b>Figura 4.1</b> - Curvas experimentais da cinética de secagem das amêndoas de jaca (cv. mole) em diferentes temperaturas .....	37
<b>Figura 4.2</b> - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 160 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata	39
<b>Figura 4.3</b> - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 180 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata	40
<b>Figura 4.4</b> - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 200 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata	40
<b>Figura 4.5</b> - Isotermas de adsorção de umidade , a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca a 40 °C com ajustes pelos modelos de GAB, Oswin e Peleg ....	43

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de produzir farinha a partir de amêndoas de jaca cozidas e assadas, e do seu armazenamento em dois tipos de embalagem, por 120 dias, avaliando-se a evolução de sua composição ao longo do tempo e produzir pães com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de amêndoas de jaca, nas proporções de 10, 15 e 20%, além de submetê-los a avaliações sensoriais. Amêndoas de jaca da variedade mole foram utilizadas e as quais foram submetidas a ensaios de secagem a 160, 180 e 200 °C. Para o armazenamento as amostras foram cozidas e depois assadas a 200 °C e moídas para a produção das farinhas as quais, por sua vez, foram armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem laminada, uma composta por três camadas (PET cristal, PET metalizada e PEBD cristal) e outra por duas camadas (BOPP cristal e PEBD cristal). As amostras de farinha foram avaliadas durante o armazenamento quanto à umidade, o teor de amido, a acidez total titulável, açúcares redutores, pH, proteína bruta, fibra bruta, lipídios, parâmetros de cor luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo. A utilização dos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata, para ajuste do comportamento da secagem das amêndoas de jaca, produziu ajustes satisfatórios. O armazenamento das farinhas nas embalagens laminadas metalizadas e transparentes, mostrou-se viável com as amostras mantendo-se em bom estado, durante 120 dias. Quanto ao armazenamento, verificaram-se alterações no teor de umidade, no teor de fibra bruta, nos teores de açúcares redutores, pH e nos parâmetros de cor. A maior espessura e a opacidade da embalagem metalizada não proporcionaram maior estabilidade às farinhas. Dos três percentuais de substituição da farinha de trigo por farinha de amêndoas de jaca, a mais bem aceita foi a de 10%, enquanto o modelo de GAB foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais das isothermas de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca.

**Palavras-chave:** *Artocarpus heterophyllus*, resíduos agrícolas, secagem, embalagem, isothermas de adsorção de umidade

## ABSTRACT

The aim of this work was to produce flour from cooked and roasted jackfruit almonds, to store the flour in two packing types for 120 days, evaluating the evolution of its composition along the time, to produce breads with the partial substitution of the wheat flour to flour of jackfruit almonds in concentration of 10, 15 and 20%, and to submit them to sensorial evaluations. Almonds of jackfruit of the soft variety, were submitted to drying at 160, 180 and 200 °C. For storage, the samples were cooked, roasted to 200 °C and milled for production of flours. The flours were stored for 120 days in two types of laminated packages. One of them was a composed by three layers (PET crystal, metallic PET, and PEBD crystal) and the other was composed for two layers (BOPP crystal and PEBD crystal). The flour samples were appraised, during the storage, moisture content, starch content, titratable acidity, reducers sugars, pH, crude protein, crude fiber, lipids, parameters of color brightness, redness and yellowness. The Page, Henderson & Pabis, Lewis and Cavalcanti Mata models for fitting of drying of the jackfruit almonds were satisfactory. The storage of the flours in metallic and transparent packing was shown to be viable, with the samples keeping good state during 120 days. During the storage, alterations were verified in the moisture content, crude fiber, reducers sugars, pH, and color parameters. The largest thickness and the opacity of the metallic packing didn't provide larger stability to the flours. Among the substitution of the wheat flour for flour of jackfruit almonds in bread the better accepted one was the one of 10%.

**Key words:** *Artocarpus heterophyllus*, agricultural residue, drying, packing, moisture adsorption isotherms

## 1 - INTRODUÇÃO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), árvore frutífera originária da Índia e introduzida no Brasil há centenas de anos, pelos portugueses, não tem sido objeto de seleção rígida com finalidade de criar variedades para o mercado; entretanto, existe uma grande diversidade em termos de forma, tamanho e sabor das frutas. A parte mucilagínosa, caracterizada como polpa é consumida, em sua quase totalidade, sob a forma *in natura*, pela população em geral.

O fruto composto da jaca é formado pela reunião de frutos simples, com formação globosa, oval ou alongada; tem comprimento em torno de 70 cm e o peso de até 50 kg. Maduro, a casca tem cor amarela-acastanhada e aroma peculiar e forte. As sementes numerosas – até 500 unidades por fruto – são envolvidas, individualmente, por uma polpa amarela, visguenta, aromática, sabor doce, de consistência mole a dura. O fruto *in natura* é consumido fresco e processado na forma de doces, compotas, polpas congeladas, refrescos, sucos e bebidas (licor) (BALBACH, 1990).

No Brasil, particularmente no estado da Paraíba, não há dados oficiais de sua cultura devido ao fato deste fruto ser comercializado de maneira informal; é, porém, notória a popularidade da cultura, como pode ser observado pela comercialização em feiras livres e em centrais de abastecimento.

A semente de jaca é constituída por uma amêndoa rica em amido, que pode ser consumida cozida ou assada; quando assada e moída, produz farinha utilizável para preparo de biscoitos e doces, entre outros.

Para elaboração da farinha das amêndoas de jaca é necessário o cozimento do produto. Depois, elas são assadas por meio de secagem apropriada, adquirindo sabor característico e umidade adequada para a produção da farinha, obtida através de moagem em moinho próprio.

A secagem de produtos agrícolas pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção da umidade excessiva contida no interior do produto por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada de ar aquecido, de modo a permitir a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento, por longos períodos de tempo (CORRÊA & ALMEIDA, 1999).

A aptidão da farinha das amêndoas de jaca como produto comercializável, deve ser avaliada levando-se em conta seu comportamento higroscópico sob condições de armazenagem e a influência do tipo de embalagem na conservação de sua qualidade. Na determinação do comportamento higroscópico de materiais submetidos ao armazenamento determinam-se as isotermas de adsorção de umidade como meio de se prever o grau de umidificação das amostras sob diferentes condições de umidade do ar.

A maior ou menor interação entre o produto e o ambiente é determinada pelo tipo de embalagem utilizado. As embalagens protegem e prolongam a vida pós-colheita dos produtos agrícolas visando conservar suas características de qualidade, até chegar ao consumidor. Os tipos de embalagem usadas no armazenamento de produtos alimentícios influenciam as reações metabólicas, diminuindo o ritmo por meio da modificação do microclima criado em seu interior, constituindo-se em uma barreira que dificulta ou impede o contato entre o ambiente externo e o produto (GARCIA et al., 1989).

## **1.1 - Objetivo geral**

Este trabalho foi realizado com o objetivo de se elaborar farinha de amêndoas de jaca e avaliar sua armazenabilidade.

### **1.1.1 - Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar as amêndoas de jaca *in natura* quanto ao teor de umidade, acidez total titulável, amido, açúcares redutores, fibra bruta, pH, proteína bruta, lipídios e cor;
- ✓ Estudar a cinética de secagem das amêndoas de jaca nas temperaturas de 160, 180 e 200 °C;
- ✓ Produzir farinha a partir das amêndoas de jaca cozidas e assadas e avaliar sua estabilidade durante 120 dias de armazenamento em temperatura ambiente, acondicionada em dois tipos de embalagens laminadas, monitorando-se o teor de umidade, a acidez total titulável, o amido, os açúcares totais, redutores e não redutores, o teor de fibra bruta, o pH, a proteína bruta e os lipídios.

- ✓ Determinar as isotermas de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca na temperatura de 40 °C;
- ✓ Analisar sensorialmente o pão fabricado com adição da farinha de amêndoas de jaca; nas proporções de 10, 15 e 20%.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Jaqueira

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) (Figura 2.1) é uma árvore tropical de origem indiana. É encontrada com certa facilidade no centro e leste da África e em muitas áreas tropicais e subtropicais da América. No Brasil, onde foi introduzida pelos portugueses no século 17, tornou-se comum nas áreas úmidas do Nordeste e no Norte e, em menor escala, no Centro-Oeste e no Sul do País. Os enormes frutos que são produzidos por diferentes variedades de jaqueira são muito apreciados nas regiões tropicais da Ásia, África e América. A demanda por esses frutos é grande e, muitas vezes, alcançam preços elevados, sendo uma boa fonte de renda e de alimento para pequenos agricultores dessas regiões, exigindo pouco ou nenhum cuidado na sua exploração (SILVA, 2002).

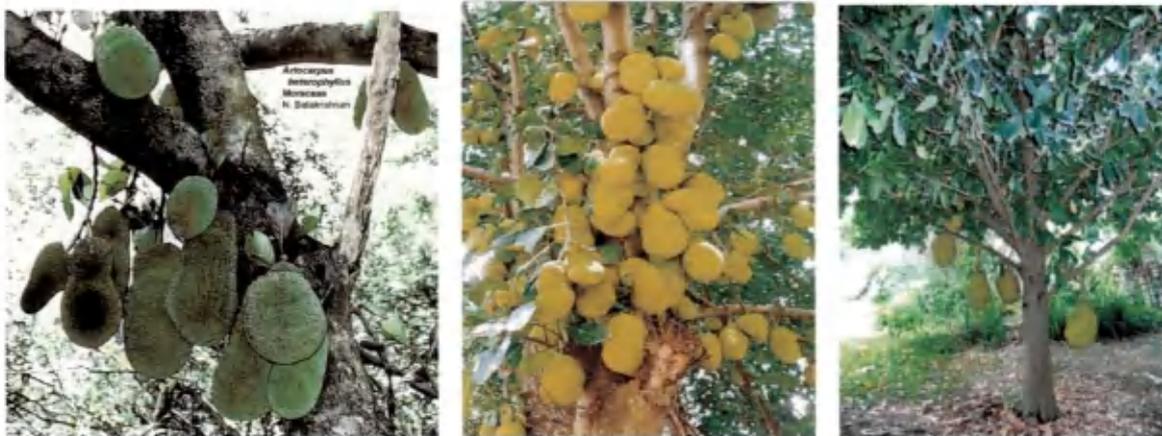


Figura 2.1 - Jaqueiras (Fonte: LOFRANO, 2007)

#### 2.1.1 - Características botânicas

A jaqueira pertence à família das Moráceas e tem, como parentes próximos, a árvore da fruta-pão (*A. altilis*), a champedaque (*A. chapeden* e *A. integer*) e outras frutíferas do gênero *Artocarpus* (CESTARI et al., 2002).

A jaqueira possui tronco de porte ereto, cilíndrico, que atinge 20 a 25 m, com diâmetro que chega a superar 1 m; tem copa densa e irregular e é uma planta laticífera. As folhas são oblongas, ovais ou elípticas, com 10 a 15 cm de comprimento, coriáceas, verde escuro e brilhantes. As flores, que não possuem pétalas, se agrupam em inflorescências

específicas de flores masculinas e de flores femininas (MANICA, 2002). O período de safra da fruta vai de dezembro a abril, sendo em janeiro a época de sua maior incidência.

O fruto (Figura 2.2) se destaca como a maior fruta do mundo, com até 70 cm de comprimento e 40 cm de diâmetro, alcançando 50 kg. É um fruto composto, tecnicamente denominado sincarpo globoso, oval ou alongado, formado por uma reunião de frutos simples soldados em torno de um eixo central. A casca tem cor amarela-esverdeada passando, de início, para amarela-acastanhada quando o fruto está maduro. O fruto ainda tem aroma peculiar e forte, agradável para muitos e repugnante para outros (SILVA, 2002).



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 2.2** – Fruto da jaqueira ((a) Jaca fechada; (b) Jaca aberta; (c) Semente de jaca; (d) Farinha da semente de jaca). Fonte: SANTOS (2009)

### 2.1.2 - Características, produção e utilização

No Brasil, considerando a consistência da polpa dos frutos as variedades são classificadas em três tipos: jaca dura (frutos maiores e polpa firme), jaca mole (frutos menores, bagos moles e mais doces) e ainda uma variedade intermediária, denominada manteiga (DONADIO et al., 1998).

A multiplicação da jaqueira pode ser sexuada, assexuada ou agâmica. As sementes perdem rapidamente o poder germinativo e são viáveis por apenas três a quatro dias; portanto, devem ser plantadas de preferência logo após a retirada do fruto (MANICA, 2002).

Existem vários critérios para identificação do estado de maturação da jaca, que são empregados de acordo com a variedade como, por exemplo, a coloração da casca, o tipo de som emitido durante as batidas na superfície do fruto, a textura, etc. A vida pós-colheita do fruto é limitada pela deterioração fisiológica causada pelo excessivo armazenamento e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam deterioração do fruto (SILVEIRA, 2000).

Segundo SILVA (2002) as folhas da jaqueira, quando verdes, podem ser picadas e moídas para servirem de ração para aves, caprinos, ovinos e suínos. Os frutos têm múltiplos usos, sendo consumidos *in natura* e usados no preparo de compotas, frutos secos, sucos, sorvete, vinagre e aguardente. Quando verdes podem ser usados como verdura. As sementes também são comestíveis e bastante alimentícias. Cozidas, assemelham-se ao pinhão ou castanhas. Assadas e moídas dão uma farinha com alto valor nutritivo que, adicionada até 50% à farinha de trigo, é útil na fabricação de biscoitos, bolos e outros produtos de panificação.

### 2.1.3 - Amêndoas da jaca

As sementes da jaca, também denominadas amêndoas da jaca (Figura 2.3), são geralmente numerosas, variando de 100 a 500 unidades em um único fruto, representando em torno de 12% do peso do fruto; São produtos de alto valor nutritivo, ricas em proteínas, ferro, vitaminas e cálcio, entre outros nutrientes; são, também, fonte de carboidratos, além de possuírem baixo valor de gorduras em sua composição, razão por que as sementes de jaca podem ser uma opção para adequação nutricional de seus nutrientes (RIBEIRO et al., 2005).



**Figura 2.3** - Amêndoas da jaca (Fonte: [http://caribfruits.cirad.fr/fruits\\_des\\_antilles/jacque](http://caribfruits.cirad.fr/fruits_des_antilles/jacque) 2008)

Segundo DANTAS et al. (2000), as amêndoas da jaca podem ser classificadas em três categorias, são elas: amêndoas grandes, amêndoas médias e amêndoas pequenas. As amêndoas grandes apresentam maiores valores para altura de plantas, peso fresco e seco da parte aérea mas também, juntamente com amêndoas médias, os maiores índices de velocidade de emergência indicando, assim, maior expressão de vigor.

Nos dias de hoje a maioria dos consumidores da jaca e de outras frutas, descartam por completo seus resíduos, em virtude de não conhecerem o valor nutricional, ou o uso adequado desses resíduos, também pelo pouco hábito que as pessoas têm de não consumir e/ou aproveitar o alimento, de forma integral.

#### **2.1.4 - Composição química**

Apesar da maioria das frutas serem consideradas pobres em proteínas, a jaca contém teor protéico razoável podendo ser empregada perfeitamente em dietas regulares, porém com alto teor de carboidratos (SILVEIRA, 2000).

A composição química em 100 g da polpa do fruto, ou seja, da parte mucilagínosa da jaca, tem em média: 84 g de água, 18,9 g de carboidratos, 1,9 g de proteína, 0,1 g de gordura, 20 mg de cálcio, 30 mg de fósforo, 0,5 mg de ferro, 9 mg de vitamina C, 540 U.I. de vitamina A, 30 U.I. de tiamina e 61 calorias (MANICA, 2002). Quanto à composição química da semente torrada e moída, tem-se basicamente 6,6% de proteínas, 18% aminoácidos e 25,8% de carboidratos (SILVEIRA, 2000). De acordo com DONADIO et al. (1998) a polpa da jaca pode variar de 17,6 a 70% da jaca e as sementes de 5 a 27,7% do fruto.

Na Tabela 2.1 tem-se, ainda, a composição química da polpa da semente de jaca e da farinha da semente de jaca, de acordo com vários autores, verifica-se que a semente da jaca possui um teor mais elevado de proteínas, carboidratos e minerais do que a polpa.

**Tabela 2.1** – Composição química da polpa, da semente e da farinha da semente de jaca

<b>Parâmetro</b>	<b>Polpa (% b.s.)<sup>1</sup></b>	<b>Semente (% b.s.)<sup>1</sup></b>	<b>Farinha de semente de jaca (%)<sup>2</sup></b>
Umidade	55,5	51,6	3,93
Proteínas	1,3	6,6	16,58
Lipídeos	0,5	0,4	1,12
Carboidratos	20,1	38,4	74,83
Fibra	1,8	1,5	3,54
Cinzas	0,8	1,5	-
Valor calórico (kcal)	-	-	375,72

**Fonte:** <sup>1</sup>DONADIO et al. (1998); <sup>2</sup>MORAES et al. (2004);

## 2.2 - Farinhas compostas

Na década de 1960, a utilização de farinhas compostas tinha como objetivo a substituição parcial da farinha de trigo para redução das importações desse cereal. Depois, as pesquisas com farinhas compostas foram direcionadas para a melhoria da qualidade nutricional de produtos alimentícios e para suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados (TIBURCIO, 2000). Vários fatores devem ser considerados na utilização de farinhas compostas para produção de alimentos. As características das farinhas sucedâneas devem reduzir ao máximo os efeitos da substituição para se obter alimentos com cor aceitável, sabor agradável e boa textura (BARBOSA, 2002).

De acordo com EL-DASH & GERMANI (1994) é grande a variedade de farinhas que podem ser misturadas à farinha de trigo para uso em produtos de panificação, denominando-se tal mistura de farinha mista ou composta.

A prática de processamento de outros produtos diferenciados do trigo, é também uma alternativa de aproveitamento de outras partes comestíveis de produtos que são descartados, como é o caso da farinha da casca de pequi, a qual por sua vez pode ser

utilizada em formulações de novos produtos para a indústria alimentícia (PEREIRA et al., 2005).

Segundo SILVA et al. (2006), nos últimos anos, a indústria de amido vem se destacando, levando o mercado à necessidade da busca de produtos com características específicas que atendam a larga exigência do consumidor, com isso é possível o processamento de matérias-primas amiláceas ainda pouco exploradas como as amêndoas de jaca.

Grande parte dos produtos de panificação é composta por ingredientes que desempenham funções específicas no processo de formação da massa. Embora os constituintes possam variar em grau de importância no processo de fabricação, todos exercem determinada função. Muitas vezes, a maior ou menor importância desses ingredientes está associada com a quantidade adicionada à massa e ao tipo de produto (BORGES et al., 2006).

Segundo HOSENEY (1990) a possibilidade do uso da farinha de arroz na produção de pães aumenta o valor agregado desta matéria-prima considerada subproduto do beneficiamento, uma vez que os grãos quebrados têm pouca utilização industrial. Quanto à aveia, o interesse por sua utilização na produção de pães se justifica por tratar-se do único cereal cuja proteína apresenta um balanço de aminoácidos interessante sob o ponto de vista nutricional, além do teor protéico ser superior ao dos demais cereais.

Conforme SILVA (1997) é necessário, que os alimentos escolhidos para integrar farinhas compostas sejam pesquisados quanto à composição química e características físicas e nutricionais para desenvolvimento de tecnologia que permita seu uso em produtos de panificação de forma eficiente.

A substituição parcial de 25% da farinha de trigo pela farinha de amêndoas de jaca cozida mantém a qualidade dos produtos, proporciona melhor aporte nutritivo de ferro, cálcio, magnésio, zinco e potássio e possibilita a redução do desperdício dos alimentos, mantendo boa aceitabilidade (RIBEIRO et al., 2005).

LIMA et al. (2004) avaliaram pães comerciais e pães com adição de 5 e 10% de farinha de amêndoas de jaca tendo sido concluído que as incorporações estudadas produziram pães ricos em proteínas e fibras e continham valores inferiores de carboidratos, lipídeos e quantidade de energia em relação aos pães comerciais, além de apresentarem também, características sensoriais semelhantes as dos pães comerciais.

### 2.3 - Secagem

Segundo SILVA et al. (2006), o processo de secagem define-se como um processo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem. Essa remoção da umidade deve ser feita a um nível tal que o produto fique em equilíbrio com o ar do ambiente onde será armazenado, a fim de preservar a aparência e a qualidade nutritiva do produto.

A conservação pós-colheita do alimento é, portanto, um importante fator de contribuição para aumentar o suprimento de alimentos, assim como evitar desperdício. O processo de secagem se apresenta como uma alternativa tecnológica para a redução das perdas pós-colheita, pois a secagem visa à redução de teor de água fazendo com que a atividade da água dos produtos *in natura* diminua drasticamente, aumentando o tempo de conservação e a vida útil do produto e facilitando seu transporte, manuseio e armazenamento. Além disso, os produtos secos utilizam forma de embalagem mais econômica (PARK et al., 2001).

As alterações do valor nutritivo e propriedades sensoriais de um alimento seco, dependerão dos métodos de secagem, ou seja, quanto tempo e a que temperatura o produto vai ser exposto na secagem. A retenção de vitaminas nos alimentos desidratados em secadores com trocadores de calor é geralmente superior à dos alimentos secos ao sol (GAVA, 1998).

Segundo EVANGELISTA (1994), existem diversas técnicas de secagem que podem ser usadas na desidratação de alimentos, porém a escolha é orientada pela natureza do material a ser desidratado, pela forma que se deseja dar ao produto processado, pelo fator econômico e pelas condições de operação.

O estudo de sistemas de secagem, seu dimensionamento, otimização e a determinação da viabilidade de sua aplicação comercial, podem ser feitos por simulação matemática. Para a simulação, cujo princípio se fundamenta na secagem de sucessivas camadas delgadas do produto, utiliza-se modelos matemáticos que representam satisfatoriamente a perda de umidade do produto durante o período de secagem (AFONSO JUNIOR & CORRÊA, 1999).

Para predição das curvas de secagem de alimentos, é vasta a variedade de modelos matemáticos disponíveis na literatura e uma das maneiras de representar a secagem de produtos.

A Equação 2.1 é denominada, de acordo com a literatura consultada, como modelo de Lewis (LEWIS, 1921) ou modelo exponencial, sendo um dos modelos mais simples utilizados na estimativa das curvas de secagem. Este modelo foi desenvolvido baseado na Lei de Newton para o resfriamento. Este modelo expressa as curvas de secagem, que corresponde a taxa de secagem que é proporcional à diferença entre o conteúdo de umidade médio em um determinado tempo,  $t$ , e o conteúdo de umidade de equilíbrio do material. Este modelo foi empregado, no estudo de CHEN & WU (2001), na estimativa da secagem em camada delgada de arroz em casca com alto teor de umidade.

$$RU = \exp(-kt) \quad (2.1)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

k - constante de secagem (1/h)

t - tempo (min)

O modelo de Page (Equação 2.2) foi desenvolvido para estimar a secagem em camada fina. Segundo GUEDES & FARIA (2000) o modelo de Page é uma modificação empírica simples sobre a lei exponencial (modelo de Lewis) que permite obter com maior precisão a descrição das mudanças nos dados medidos, especialmente para o estágio inicial da secagem. A mudança no modelo deu-se através da introdução do expoente  $n$  na Equação 2.1, resultando na Equação 2.2, contudo este procedimento torna o modelo teórico em um modelo puramente empírico. O parâmetro  $n$  possui um efeito de moderação do tempo e corrige os possíveis erros resultantes da negligência da resistência interna para a transferência de umidade (AZZOUZ et al., 1998).

$$RU = \exp(-kt^n) \quad (2.2)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

k - constante da velocidade de secagem (1/h)

n - constante do modelo

t - tempo (min)

Dentre outros modelos testados GUEDES & FARIAS (2000) recomendaram que o de Page pode ser utilizado para expressar as curvas de secagem de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.), com base no ajuste do modelo aos dados experimentais obtidos em um secador convectivo de leito fixo, tendo sido concluído que este modelo foi o que apresentou maior grau de ajuste aos dados experimentais.

O modelo de HENDERSON & PABIS (1961), Equação 2.3, foi sugerido para descrever a secagem de grãos em camada fina, em que o parâmetro  $k$  é dependente da temperatura do ar de secagem e dos mecanismos de difusão de água ou vapor d'água no interior das sementes. De acordo com estudos feito por GUNHAN et al. (2004), ao ajustarem modelos de secagem as curvas experimentais de secagem de orégano, em diferentes temperaturas (40, 50 e 60 °C), verificaram que o modelo de Henderson & Pabis pode ser utilizado com precisão na estimativa destas curvas.

$$RU = a \exp(-kt) \quad (2.3)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

$a$  - constante de secagem do modelo (adimensional)

$k$  - constante da velocidade de secagem (1/h)

$t$  - tempo (min)

A Equação 2.4 foi proposta por CAVALCANTI MATA (2006) para estimar as curvas de secagem em camada fina de feijão e milho, a qual foi baseada no modelo de Page.

$$RU = A_1 \exp(-kt^{n_1}) + A_2 \exp(-kt^{n_2}) + A_3 \quad (2.4)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

$k$  - constante da velocidade de secagem (1/h)

$t$  - tempo (min)

$A_1, A_2, A_3, n_1$  e  $n_2$  - constantes do modelo que dependem do produto

## 2.4 - Isotermas de adsorção de umidade

Todo ser vivo necessita de água para desenvolver suas funções e essa água deve ser livre, ou seja, não pode estar ligada a nenhuma outra substância. Tendo em vista que cada tipo e até mesmo cada espécie de organismo tem uma exigência mínima e máxima, quanto ao teor de água no meio, fora desta faixa tem seu metabolismo alterado. Diante do conceito de água livre deve-se pensar que se pode ter algum tipo de alimento de certo modo líquido, que não permita o desenvolvimento de microrganismos, por carência de água livre (FERREIRA NETO et al., 2005).

A atividade de água é uma das propriedades mais importantes para o processamento, conservação e armazenagem de alimentos (JARDIM, 1987). A mesma expressa o grau de disponibilidade de água em um produto e é definida como a relação entre a pressão de vapor da água do produto ( $P$ ) e a pressão de vapor da água pura em uma mesma temperatura ( $P_0$ ), Equação 2.5:

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (2.5)$$

em que:

$a_w$  - atividade de água

$P$  - pressão de vapor da água do produto

$P_0$  - pressão de vapor da água pura

O valor máximo da atividade de água é 1, na água pura. Nos alimentos ricos em água, corresponde a valores acima de 0,90, os quais, nestas condições sofrem facilmente contaminação microbiológica, só com atividade de água em torno de 0,6, o alimento vai estar protegido do crescimento microbiano (LIMA, 2006).

O estudo da atividade de água pode ser feito através das isotermas de sorção. As isotermas de sorção são representações gráficas da umidade relativa de equilíbrio, ou da pressão parcial de vapor de um produto em função de seu teor de umidade a uma determinada temperatura. Podem ser de adsorção ou de dessorção, segundo a determinação da umidade do produto tenha sido feita ao longo de um processo de umedecimento ou de secagem, respectivamente (JARDIM, 1987).

De acordo com PARK et al. (2001), isoterma de adsorção de umidade é a curva que descreve a relação de equilíbrio de uma quantidade de água adsorvida por componentes do material biológico e a pressão de vapor ou umidade relativa, a dada temperatura, sendo esta relação dependente da composição química dos alimentos, tais como gordura, amido, açúcar, proteínas, etc.

As isotermas de adsorção de umidade podem ser determinadas por dois métodos: estático e dinâmico. No estático, a umidade de equilíbrio entre o produto e sua superfície é atingida sem movimentação do ar ou do produto. No dinâmico, o ar ou produto são movimentados até que se atinja o equilíbrio (BROOKER et al., 1992).

Na determinação das isotermas de adsorção, as amostras devem ser previamente desidratadas ao máximo, procurando-se atingir o ponto zero de umidade, para se evitar, ao longo das determinações, o efeito de histerese (TELXEIRA NETO & QUAST, 1977). Segundo estes autores existem vários métodos analíticos que permitem o levantamento desses históricos de relações entre a atividade de água e o teor de umidade de um produto, sempre em condições de temperatura constante. Para efeito de simplificação podem-se dividir estes métodos, segundo o princípio de medição, em duas categorias:

- Métodos onde se mede a pressão parcial de vapor ou umidade relativa de equilíbrio de amostras do produto com teor de umidade relativamente conhecido;
- Métodos onde se mede o teor de umidade do produto em situações de equilíbrio a diferentes umidades relativas.

Para determinação experimental da umidade de equilíbrio torna-se necessário um ambiente com umidade relativa controlada. O método de controle de umidade relativa mais usado é o que utiliza compostos químicos, tais como soluções aquosas de ácido sulfúrico e soluções saturadas de sais (PARK et al., 2001).

As isotermas de sorção de umidade podem ser determinadas através dos métodos gravimétrico e higrométrico. No método gravimétrico, a temperatura do ar e a atividade de água são mantidas constantes até que a umidade da amostra atinja o valor de equilíbrio. O ar pode ser circulado (método dinâmico) ou estar estagnado (método estático). O método estático possui as vantagens de se obter condições termodinâmicas constantes com maior facilidade e permitir o uso de soluções ácidas ou soluções saturadas de sais (MOREIRA, 2000).

SOUZA et al. (2000) comprovaram experimentalmente, durante a determinação de isotermas de vários alimentos utilizando o método gravimétrico estático, que as soluções saturadas de sais e as soluções ácidas apresentam desempenhos similares.

#### 2.4.1 - Modelos de ajuste

Segundo MORAES et al. (2004), mais de 200 equações têm sido propostas para a modelagem das isotermas de sorção de umidade, diferindo em seu caráter empírico ou teórico e no número de parâmetros envolvidos.

A grande vantagem da utilização de modelos matemáticos na predição de isotermas de adsorção de umidade, é o fato de que com poucos pontos experimentais, pode-se construir uma isoterma, a qual, pode ser facilmente interpolada ou extrapolada para obtenção de pontos nas regiões de baixa e altas atividade de água, pontos esses de difícil determinação experimental (PENA et al., 1997).

Dentre os modelos existem na literatura destacam-se os modelos de GAB, Oswin e Peleg na predição de isotermas de adsorção de umidade de produtos alimentícios.

#### GAB

$$U_{eq} = \frac{X_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)} \quad (2.6)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

$X_m$  - umidade na monocamada molecular

$C$  e  $k$  - parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto

#### Oswin

$$U_{eq} = a \left( \frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (2.7)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo

### Peleg

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (2.8)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

$k_1$ ,  $k_2$ ,  $n_1$  e  $n_2$  - constantes do modelo

## 2.5 - Armazenamento

As condições ideais de armazenamento de produtos alimentícios variam largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses produtos podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, aroma, textura, cor e umidade. O período de armazenamento depende, sobretudo, da atividade respiratória do produto, suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos microrganismos causadores de doenças. O produto a ser armazenado deve estar na melhor condição e qualidade possível, para que possa ter um maior tempo de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As condições ambientais desejadas podem ser obtidas mediante o controle da temperatura, da circulação de ar, da umidade relativa e, algumas vezes, da composição da atmosfera, que também pode ser controlada ou modificada.

A qualidade dos produtos alimentícios desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a diversas reações de natureza enzimática, oxidativa, entre outras. De maneira geral, tais produtos, quando embalados, de forma a serem protegidos para evitar o contato com o oxigênio e o ganho de umidade, apresentam maior vida útil (SILVA et al., 2005). De acordo com ALVES (2001) a vida útil de um produto alimentício depende, principalmente, da proteção oferecida pela embalagem contra a absorção de umidade presente no ambiente de estocagem.

## **2.6 - Embalagem**

A indústria de embalagens para alimentos é uma das que apresentam maior desenvolvimento nos últimos anos, em decorrência da demanda dos consumidores por produtos com elevada qualidade sensorial, nutricional, com uso seguro e praticidade. Para atender a esse nicho especial do mercado, as grandes cadeias de supermercados disponibilizam produtos classificados, higienizados e embalados de maneira segura e atrativa. A tecnologia que estuda as embalagens é direcionada para os fatores de influência na qualidade e na conservação dos produtos, tais como o tipo de material, a interação do material com o produto, de que forma e onde serão utilizados (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo AZEREDO et al. (2004), as funções básicas que devem ser desempenhadas pelas embalagens são:

- Acondicionamento do produto na quantidade adequada para o manuseio, de modo a evitar danos e/ou perdas durante o transporte e o armazenamento, sendo essa uma pré-condição para a função seguinte;

- Resistência mecânica adequada para proteção do produto contra os possíveis danos no manuseio, transporte e armazenamento. A proteção efetiva reduz os estresses aos quais o produto é exposto, mantendo sua qualidade;

- Informação correta, que permite identificar a natureza, qualidade, origem, destino, classificação, etc. do produto. As informações contidas na embalagem facilitam a comercialização e a fidelidade do cliente/consumidor.

Entre as embalagens produzidas com materiais sintéticos, há consideráveis diferenças quanto às propriedades de barreira, dependente de vários fatores. A permeabilidade de um material de embalagem a uma determinada substância é função da solubilidade e da difusibilidade do permeante no material (PACHECO, 2005).

### **2.6.1 – Filmes laminados**

Os filmes laminados são embalagens compostas sobrepostas de camadas, principalmente, de polietileno tereftalato, polietileno, alumínio e polipropileno. São adequados para produtos sensíveis a reações de oxidação, atuando como barreira ao oxigênio e à luz (GARCIA et al., 1989).

A principal razão do desenvolvimento dos laminados, de acordo com BOBBIO & BOBBIO (1992), é a incrementação das propriedades de barreira dos materiais pela reunião, numa só estrutura, de dois ou mais componentes. Como exemplo, o celofane/polietileno/celofane para bolachas, o celofane/polietileno para café torrado e moído e o papel/polietileno/alumínio/polietileno para sopas e coco ralado.

O filme de polietileno é macio e flexível com sua transparência variando e uma boa claridade obtida quando necessário. Este é um polímero obtido a partir da polimerização do etileno, podendo ser classificado em polietileno de baixa densidade e alta densidade. É inodoro e insípido, mas para algumas aplicações deve ser cuidadosamente estudado. Além disso, tem boa resistência química, exceto para óleos e gorduras. Apresenta reduzida permeabilidade à água, porém possui uma alta taxa de transferência de gases para alguns produtos, colocando-o em desvantagem em relação a outros tipos de filmes (HANLON, 1971).

Para a indústria de embalagem plástica, a indústria de alimentos tem um papel de grande importância, representando 64,3% de seu consumo total. (DATAMARK Ltda, 2004)

Segundo MAIA et al. (2007), a consumação da embalagem PET, de acordo com dados estabelecidos da Associação Brasileira de Embalagem, aposta crescimento do uso dessa embalagem com projeção de 8 a 10 % ao ano. Com isso a tecnologia impulsionou a otimização da embalagem permitindo melhor resistência e funcionalidade que conduziram a escolha do PET para muitos outros produtos, com destaque para água e outros líquidos alimentares.

As principais vantagens da embalagem PET, são transparência, praticidade e menor peso em relação ao vidro e por serem recicláveis (MAIA et al., 2007).

## **2.7 - Microbiologia**

O Codex Alimentarius estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos e determina os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano, esses padrões são indispensáveis para a avaliação das Boas Práticas de Fabricação de alimentos e prestação de serviços, da aplicação do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

(APPCC/HACCP) e da qualidade microbiológica dos produtos alimentícios, incluindo a elucidação de Doença Transmitida por Alimentos (DTA).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) a microbiota dos alimentos está associada com os microrganismos presentes no alimento cru ou *in natura*, bem como com aqueles contaminantes que ocorrem durante o manuseio, processamento e dos sobreviventes aos tratamentos de preservação, os quais permanecem durante o armazenamento do produto.

As contaminações mais comuns são devido o contato do alimento com material fecal durante seu processamento, devido às precárias práticas higiênico-sanitárias dos manipuladores, que muitas vezes contaminam os alimentos através de suas mãos, inadequadamente sanitizadas.

Coliformes fecais ou também coliformes termotolerantes são coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  em 24 horas. O principal componente deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebsiella* também apresentam essa capacidade. Eles vivem no intestino dos animais como bois, porcos, cachorros, gatos, homens etc, sem lhes causar prejuízos (GUES et al, 2006).

De acordo com SILVA (2001), o *Bacillus cereus* é uma das bactérias que podem contaminar a farinha, por ser a única a ter o solo como reservatório, pelo fato de que as bactérias exigem atividade de água ( $a_w$ ) maior do que 0,85, já os fungos se desenvolvem em substratos com atividade de água ( $a_w$ ) acima de 0,60 e as farinhas e cereais em geral tem atividade de água ( $a_w$ ) entre 0,60 a 0,84. Por este motivo, os fungos, têm como reservatório o meio ambiente e vegetais, os demais microrganismos não podem ser transmitidos à farinha pelo ambiente.

Segundo JAY (2005) os bolores, ou mofos, são fungos filamentosos que crescem na forma de uma massa disforme que se espalha rapidamente, podendo cobrir muitos centímetros quadrados em dois a três dias. As leveduras são fungos unicelulares, ao contrário dos mofos, que são multicelulares, e podem crescer numa ampla faixa de pH ácido e alguns de seus ascósporos e artrósporos possuem alta resistência térmica.

As bactérias mesófilas aeróbias sobrevivem, ou desenvolvem-se nas condições ambientais normais, suas quantidades nos alimentos indica a condição sanitária (FRANCO, 1996).

## **2.8 - Análise sensorial**

Por depender inteiramente do julgamento de humanos, esses podendo ser treinados ou não, a análise sensorial é considerada subjetiva. É julgada por meios dos órgãos de sentidos (visão, olfato, gustação, tato e audição), juntamente com capacidade de julgamento. Segundo CHAVES (1999) a análise, ou seus resultados podem ser ainda influenciado por fatores como tipo de iluminação, local de análise, saúde do avaliador, idade do avaliador, odores, ruídos, estado psicológico do avaliador entre outros fatores.

Em função das características de cada produto, a análise sensorial centraliza-se em características organolépticas, donde determina qual é o produto preferido e/ou melhor, aceito por avaliadores treinados ou não. Esses avaliadores têm a capacidade para comparar, diferenciar e quantificar atributos de ordem sensorial do produto, avaliando, dessa forma, alimentos e bebidas, juntamente com a metodologia adequada aos objetivos da análise e submetendo os dados à tratamentos estatísticos relacionados (FERREIRA et al., 2000).

A análise sensorial, além de ter função para controle de qualidade em indústrias alimentícias, pode também ser uma ferramenta muito importante para caracterização de alimentos, diferenciando de produtos similares contidos em um mesmo mercado consumidor, com isso traz-se otimização aos atributos em relação às características sensoriais do alimento.

Em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às varias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, as análises sensoriais são realizadas gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somatosensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (BRASIL, 2005).

A análise sensorial, sendo ela descritiva quantitativa, apresenta-se como uma metodologia que proporciona a obtenção de uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (LAWLESS et al., 1999). Possui inúmeras aplicações, como o desenvolvimento de novos produtos,

acompanhando os produtos concorrentes, em testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, controle da qualidade de produtos industrializados, realizar relação entre testes sensoriais e instrumentais (STONE et al., 1993).

Na análise sensorial, para produtos de panificação, são avaliadas as características organolépticas externas (cor, aparência, simetria e pestana) e as características organolépticas internas (textura, cor do miolo e estrutura da célula do miolo), além do aroma e sabor (DUTCOSKI et al., 1996).

O parâmetro sensorial é um dos parâmetros que tem sido amplamente utilizado para estudar o comportamento de farinha mista em testes de panificação. Por exemplo, PIZZINATO et al. (1972) testaram o comportamento da farinha mista com 5 e 10% de quirera de arroz, com diferentes melhoradores em pães tipo francês, mediante determinação do peso, volume e volume específico.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos do presente trabalho foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

#### 3.1 - Matéria-prima

Foram utilizadas como matéria-prima para os experimentos jacas (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) maduras da variedade mole adquiridas no município de Areia – PB.

#### 3.2 - Processamento da matéria-prima

As etapas do processamento dos 82 frutos para a extração das amêndoas da jaca estão representadas no fluxograma na Figura 3.1.



**Figura 3.1** – Fluxograma do processamento para extração das amêndoas de jaca

As jacas adquiridas foram recepcionadas no laboratório e selecionadas separando-se as jacas íntegras e no mesmo estágio de maturação. A seguir foi feita manualmente a higienização lavando-se os frutos individualmente em água corrente e posteriormente mergulhados em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm durante 15 min. Logo depois,

foi retirado o excesso de cloro lavando-se novamente os frutos em água corrente. Em seguida foi feita manualmente a extração dos bagos, e a separação das amêndoas da polpa.

As amêndoas foram limpas, retirando os viscosos, lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm, enxaguadas e colocadas em bancadas para evaporação do excesso de água (secagem) (Figura 3.2). Após este processamento as amêndoas foram colocadas em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenadas em freezer até o momento do uso nos experimentos.



**Figura 3.2** – Amêndoas de jaca em bancadas.

### **3.3 - Caracterização das amêndoas de jaca *in natura***

A caracterização das amêndoas de jaca *in natura* foi feita mediante a determinação dos parâmetros químicos e físico-químicos: umidade, acidez total titulável, amido, açúcares redutores, pH, proteína bruta, fibra bruta e lipídios. As amêndoas também foram caracterizadas quanto aos parâmetros de cor: luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo.

#### **3.3.1 - Umidade**

A umidade foi determinada colocando-se a amostra em estufa à 105 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2005). Os valores foram expressos em percentagem.

#### **3.3.2 - Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada pelo método acidimétrico, titulando-se a amostra com solução padronizada de NaOH a 0,1 N. Os valores foram expressos em percentagem de ácido oléico (AOAC, 1997).

### **3.3.3 - Amido**

O amido foi determinado baseado na titulação da solução de Fehling (LANARA, 1981) com os resultados expressos em percentagem.

### **3.3.4 - Açúcares redutores**

Os açúcares redutores foram determinados utilizando-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

### **3.3.5 - pH**

Foi determinado pesando-se 10 g da amostra triturada em um béquer, diluiu-se com 100 mL de água destilada e agitou-se até que as partículas ficassem uniformemente suspensas, fazendo-se então a leitura do pH em peagômetro, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Os resultados foram expressos em unidades de pH.

### **3.3.6 - Proteína bruta**

O teor de proteína bruta foi determinado pelo processo de digestão de Kjeldahl, através da determinação do nitrogênio total da amostra (BRASIL, 2005).

### **3.3.7 - Fibra bruta**

A determinação do teor de fibra bruta foi realizado pelo método de KRAMER & GINKEL (1952). As amostras passaram por uma digestão em meio ácido sob refluxo, em seguida em meio alcalino e os resíduos dessa digestão representaram a fibra bruta.

### **3.3.8 - Lipídios**

Os lipídios foram determinados por extração direta em aparelho extrator de Soxhlet.

### **3.3.9 - Cor**

Os parâmetros de cor das amostras foram determinados utilizando-se o colorímetro montado por MOTTA (2005) com as leituras convertidas para o sistema de cor CieLab ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Em que  $L^*$  é a luminosidade,  $a^*$  é a transição da cor verde ( $-a^*$ ) para a cor vermelha ( $+a^*$ ) e  $b^*$  a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ).

### **3.4 - Cinética de secagem**

As amêndoas de jaca foram cozidas em panela de pressão por 30 minutos e secas em estufa para a determinação das curvas de cinética de secagem. As cinéticas de secagem destas amêndoas foram obtidas, em triplicata, em três diferentes temperaturas (160, 180 e 200 °C). Durante a secagem fez-se o acompanhamento da perda de massa das amostras pesando-se as bandejas com as amostras a cada 5 minutos nas primeiras duas horas e a cada 10 minutos até as amostras atingirem peso constante. A seguir foram determinadas as umidades de equilíbrio (BRASIL, 2005) das amostras secas.

#### **3.4.1 - Razão de umidade**

Com os dados das pesagens das amostras durante a secagem foram calculadas as razões de umidade ou umidade adimensional (Equação 3.1) e traçadas as curvas de secagem.

$$RU = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (3.1)$$

em que:

RU – razão de umidade ou umidade adimensional

X – umidade “absoluta” ou umidade da amostra no tempo t (base seca)

$X_o$  – umidade inicial (base seca)

$X_e$  – umidade de equilíbrio (base seca)

### **3.4.2 - Modelos matemáticos**

Os modelos de secagem em camada fina de Page (Eq. 3.2), Henderson & Pabis (Eq. 3.3), Lewis (Eq. 3.4) e Cavalcanti Mata (Eq. 3.5), foram ajustados às curvas de cinética de secagem das amêndoas de jaca, utilizando-se o programa computacional STATISTICA versão 5.0 , pelo método de regressão não linear com o.

#### **Page**

$$RU = \exp(-kt^n) \quad (3.2)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

k - constante da velocidade de secagem (1/h)

n - constante adimensional de secagem

t - tempo (min)

#### **Henderson & Pabis**

$$RU = a \exp(-kt) \quad (3.3)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

a - constante do modelo (adimensional)

k - constante da velocidade de secagem (1/h)

t - tempo (min)

#### **Lewis**

$$RU = \exp(-kt) \quad (3.4)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

k - constante da velocidade de secagem (1/h)

t - tempo (min)

**Cavalcanti Mata**

$$RU = A_1 \exp(-kt^{n_1}) + A_2 \exp(-kt^{n_2}) + A_3 \quad (3.5)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

k – constante da velocidade de secagem (1/h)

t - tempo (min)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, n<sub>1</sub> e n<sub>2</sub> – constantes do modelo que dependem do produto

Para se determinar o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi utilizado como parâmetros o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e o desvio quadrático médio (DQM), Equação 3.6.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RU_{pred} - RU_{exp})^2}{N}} \quad (3.6)$$

em que:

DQM – desvio quadrático médio

RU<sub>pred</sub> – razão de umidade predita pelo modelo

RU<sub>exp</sub> – razão de umidade experimental

N – número de observações realizadas durante o experimento

**3.5 - Produção da farinha de amêndoas de jaca**

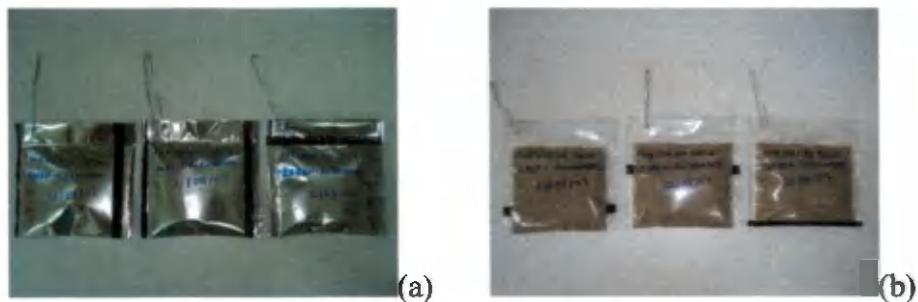
Para a produção da farinha de amêndoas de jaca seguiu-se o fluxograma do processamento de acordo com a Figura 3.3. As amêndoas de jaca armazenadas em freezer foram deixadas na bancada até atingirem a temperatura ambiente e a seguir foram cozidas por 30 minutos em panela de pressão. Depois as amêndoas de jaca cozidas foram cortadas ao meio e espalhadas em bandejas de aço inox, sendo postas para assar em mufla a 200 °C durante 50 minutos. Depois de assadas foi retirada manualmente a pelicula que envolve as amêndoas de jaca e submetidas à trituração em moinho de facas obtendo-se a farinha das amêndoas de jaca.



**Figura 3.3** – Fluxograma do processamento da farinha das amêndoas de jaca

### 3.6 - Armazenamento da farinha de amêndoas de jaca

A avaliação da estabilidade da farinha de amêndoas de jaca foi feita armazenando-a em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2 – Figura 3.4), sob condições ambientais do laboratório, temperatura e umidade relativa ambiente, durante 120 dias.



**Figura 3.4** – Farinha de amêndoas de jaca nas embalagens Laminada 1 (a) e Laminada 2 (b)

A embalagem Laminada 1, com espessura total de 75  $\mu\text{m}$ , era composta por três camadas: PET cristal (polietileno tereftalato cristal) com espessura de 12  $\mu\text{m}$ ; PET metal

(polietileno tereftalato metal) com espessura de 12 $\mu$ m; e PEBD cristal (polietileno de baixa densidade cristal) com espessura de 50  $\mu$ m.

A embalagem Laminada 2, com espessura total de 67  $\mu$ m, era composta por duas camadas: BOPP cristal (polipropileno biorientado cristal) com espessura de 30  $\mu$ m; e PEBD cristal (polietileno de baixa densidade cristal) com espessura de 35  $\mu$ m.

As embalagens tinham 10 cm de largura por 10 cm de comprimento, contendo em média 30 g da farinha de amêndoas de jaca, lacradas em seladora mecânica.

Durante o armazenamento da farinha de amêndoas de jaca a estabilidade foi avaliada determinando-se a cada 20 dias os parâmetros umidade, amido, acidez total titulável, açúcares redutores, pH, proteína bruta, fibra bruta, lipídios e cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo) de acordo com as metodologias descritas no item 3.3.

As amostras também foram submetidas a uma avaliação microbiológica no início (tempo zero) e no final (120 dias) do armazenamento, determinando-se a contagem de bactérias mesófilas, coliformes fecais e bolores e leveduras conforme os métodos do ICMSF (1997).

### **3.6.1 - Análise dos dados**

O programa computacional ASSISTAT versão 7.5 (SILVA & AZEVEDO, 2002) foi utilizado para realização da análise estatística dos dados dos parâmetros avaliados na farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento.

Foi empregado o experimento fatorial 2 (tipos de embalagem: Laminada 1 e Laminada 2) X 7 (tempos de armazenamento: 0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias), com três repetições, com a comparação entre médias feita pelo teste de Tukey.

Também foi aplicada regressão polinomial aos dados analisados em função do tempo de armazenamento para cada tipo de embalagem isoladamente.

### **3.7 - Isotermas de adsorção de umidade**

A isoterma de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca, produzida a partir das amêndoas cozidas durante 30 min e secas a 200 °C, em triplicata, foi determinada utilizando-se o método gravimétrico estático com soluções saturadas de sais (Tabela 3.1) na temperatura de 40 °C.

**Tabela 3.1** - Atividade de água de soluções saturadas de sais a 40 °C

Sal	Atividade de água
CH <sub>3</sub> COOK	0,2268
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,432
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,4842
NaCl	0,7468
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7991
(K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> )	0,9589

Fonte: GREENSPAN (1977)

Cerca de 1 g das amostras foram colocadas em cadinhos e estes recipientes colocados em potes herméticos contendo soluções saturadas de sais, os quais foram mantidos em câmara do tipo BOD a 40 °C até atingirem peso constante, verificado através de pesagens periódicas em balança analítica. A seguir foi determinada a umidade de equilíbrio (BRASIL, 2005) e traçada a isoterma de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca.

Os modelos de GAB (Eq. 3.7), Oswin (Eq. 3.8) e Peleg (Eq. 3.9), foram ajustados a isoterma de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca utilizando-se o programa computacional STATISTICA versão 5.0.

### GAB

$$U_{eq} = \frac{X_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)} \quad (3.7)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

$X_m$  - umidade na monocamada molecular

C e k - parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto

### Oswin

$$U_{eq} = a \left( \frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (3.8)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo

### **Peleg**

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (3.9)$$

em que:

$U_{eq}$  - umidade de equilíbrio (% base seca)

$a_w$  - atividade de água

$k_1$  e  $k_2$  - constantes do modelo

$n_1$  e  $n_2$  - constantes do modelo

### **3.8 - Análise sensorial**

Foi elaborado pães de forma contendo em sua composição 10, 15 e 20% de farinha de amêndoas de jaca em substituição à farinha de trigo.

A análise sensorial dos pães de forma fabricados com adição da farinha de amêndoas de jaca foi realizada em laboratório com condições adequadas para tal procedimento, sem interferentes tais como ruídos e odores. A análise foi realizada em dois dias, com 85 avaliadores não treinados.

A análise sensorial foi dividida em quatro etapas, aplicando-se as fichas de avaliação, de acordo com as Figuras 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8, dos testes de aceitação, testes de preferência, análise de textura e a intenção de consumo, respectivamente.

Para o teste de aceitação (Figura 3.5) foi utilizado o teste afetivo com escala hedônica numérica de 9 pontos (BRASIL, 2005) avaliando-se o aroma, aparência, cor, sabor e textura, expressando-se o grau de gostar ou desgostar dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca.

No teste de preferência (Figura 3.6) foi aplicado o teste afetivo de ordenação-preferência onde o indivíduo manifesta sua preferência em relação aos produtos que lhe são oferecidos (BRASIL, 2005).

Para a avaliação da textura (Figura 3.7) foi aplicado o teste com escala numérica estruturada de 7 pontos (BRASIL, 2005), indicando a intensidade da textura (dureza).

A intenção de consumo (Figura 3.8) foi determinada aplicando-se o teste afetivo de intenção com escala estruturada numérica de 7 pontos, expressando a vontade do indivíduo de consumir um produto que lhe é oferecido (BRASIL, 2005).

Amostra: \_\_\_\_\_ Data \_\_/\_\_/\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie globalmente cada uma segundo o grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo.

(9) Gostei extremamente  
 (8) Gostei moderadamente  
 (7) Gostei regularmente  
 (6) Gostei ligeiramente  
 (5) Não gostei, nem desgostei  
 (4) Desgostei ligeiramente  
 (3) Desgostei regularmente  
 (2) Desgostei moderadamente  
 (1) Desgostei moderadamente

Amostra	Nota				
	Aroma	Aparência	Cor	Sabor	Textura

**Figura 3.5** – Ficha utilizada para expressar o grau de gostar ou desgostar dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca (Fonte: BRASIL, 2005)

Amostra: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas; avalie cada uma em ordem crescente de sua preferência.

\_\_\_\_\_  
 (1)                      (2)                      (3)  
 (menos preferida)                      (mais preferida)

**Figura 3.6** – Ficha utilizada no teste de ordenação-preferência dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca (Fonte: BRASIL, 2005)

Amostra: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie cada uma segundo a intensidade de dureza (atributo de textura) utilizando a escala abaixo:

(1) Muito duro

(2) Duro \_\_\_\_\_ ( )

(3) Levemente duro \_\_\_\_\_ ( )

(4) Nem duro nem mole \_\_\_\_\_ ( )

(5) Mole

(6) Levemente mole

(7) Muito mole

**Figura 3.7** – Ficha utilizada para avaliação do atributo textura dos pães fabricados com adição de farinha de amêndoas de jaca (Fonte: BRASIL, 2005)

Amostra: _____	Data: ___ / ___ / ___
<p>Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie segundo a sua intenção de consumo, utilizando a escala abaixo.</p>	
(7) Comeria sempre	
(6) Comeria muito freqüentemente	
(5) Comeria freqüentemente	_____ (    )
(4) Comeria ocasionalmente	_____ (    )
(3) Comeria raramente	_____ (    )
(2) Comeria muito raramente	
(1) Nunca comeria	

**Figura 3.8** – Ficha utilizada para avaliação de intenção de consumo do pão fabricado com adição de farinha de amêndoas de jaca (Fonte: BRASIL, 2005)

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Caracterização das amêndoas de jaca *in natura*

Na Tabela 4.1 são apresentados os valores médios e os desvios padrão dos parâmetros físico-químicos das amêndoas de jaca *in natura* (variedade mole).

A umidade média das amêndoas de jaca *in natura* foi de 64,11%, sendo este valor próximo ao determinado por COSTA et al. (2005), que foi de 66% para amêndoas de jaca cv. dura, e superior ao encontrado por SILVEIRA (2000) para amêndoas de jaca *in natura* cv. mole, que foi de 60,57%.

O valor médio encontrado para a acidez total titulável das amêndoas de jaca *in natura* foi de 2,44% de ácido oléico, sendo igual ao encontrado por FEITOSA (2007) para o mesmo tipo e variedade da amostra.

**Tabela 4.1** – Valores médios e desvios padrões das características avaliadas das amêndoas de jaca *in natura* (variedade mole)

Análises	Valores médios e Desvios padrão
Umidade (%)	64,11 ± 1,17
Acidez total titulável (% de ácido oléico)	2,44 ± 0,01
Amido (%)	17,91 ± 0,60
Açúcares redutores (% de glicose)	1,65 ± 0,01
Fibra bruta (%)	2,72 ± 0,09
pH	4,84 ± 0,02
Proteína bruta (%)	2,51 ± 0,06
Lipídios (%)	0,11 ± 0,01
Luminosidade (L*)	32,79 ± 0,10
Intensidade de vermelho (+a*)	11,08 ± 0,12
Intensidade de amarelo (+b*)	9,18 ± 0,31

A quantidade média de amido, em percentagem, das amêndoas de jaca *in natura* foi próxima ao determinado por FEITOSA (2007) (18,83%) para o mesmo tipo e variedade de amêndoas de jaca. O valor deste constituinte foi superior ao da batata-doce (14,72%), inferior ao do inhame (20,43%) e semelhante ao do biri (18,45%), determinados por

LEONEL & CEREDA (2002), produtos estes classificados como tuberosas amiláceas. Diante deste paralelo e do valor obtido para o amido as amêndoas de jaca *in natura* podem ser consideradas como produtos amiláceos.

O valor médio para os açúcares redutores das amêndoas de jaca *in natura* foi de 1,65% de glicose, sendo inferior ao do mini-milho minimamente processado que foi de 2,15% (REIS et al., 2005).

O valor inicial de fibra bruta da amêndoa de jaca *in natura* foi de  $2,72 \pm 0,09\%$  sendo inferior ao do farelo de trigo que foi de 5,08% (FERNANDES et al., 1992).

O valor inicial do pH da amêndoa de jaca *in natura* foi de  $4,84 \pm 0,02$  sendo inferior ao da farinha de amêndoas de jaca sem endosperma que foi de 5,68 (TULYATHAN et al., 2001).

O teor de proteína bruta das amêndoas de jaca *in natura* encontrado foi de 2,51%, sendo inferior ao determinado por SILVEIRA (2000), que foi de 6,03% para amêndoas de jaca cv. mole, e por GAMA (2006) para pinhão (produto amiláceo) que foi de 8,51%.

O valor médio dos lipídios na amostra estudada foi de 0,11%, considerada como um alimento pobre em lipídios com teor inferior ao de leguminosas como o broto de feijão cru (0,47%) e de produtos amiláceos como farinha de mandioca crua (77,91%) (MENDEZ et al., 1995).

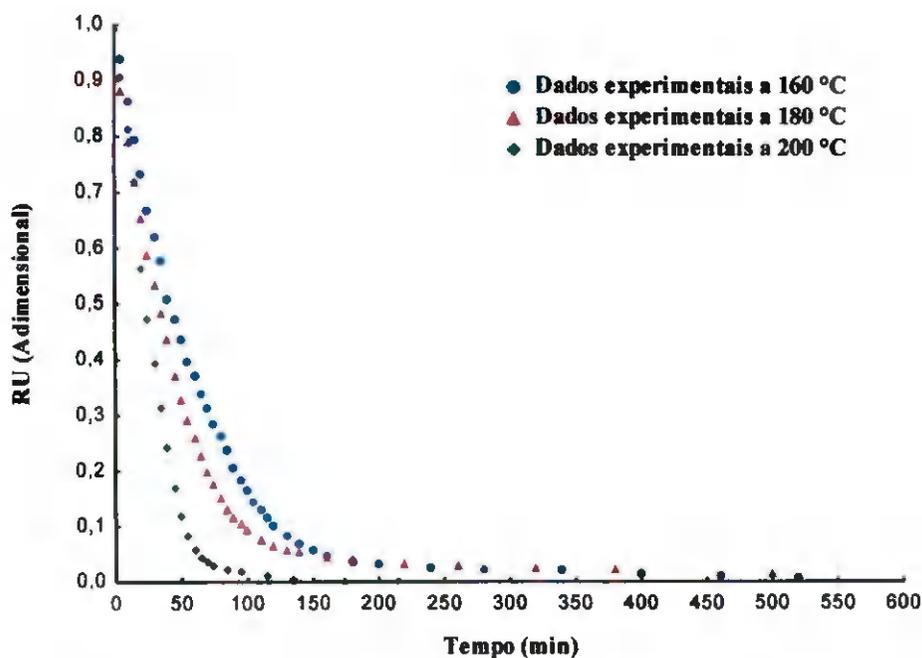
O valor da luminosidade ( $L^*$ ) das amêndoas de jaca *in natura* foi de 32,79, o qual se distancia do valor 100 na escala de luminosidade que corresponde ao branco e se aproxima do valor zero (0) que corresponde a cor preta. Os valores da intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) e da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) deram próximos ao valor zero, significando que a amêndoa de jaca esta numa faixa de cor menos amarela e vermelha.

#### **4.2 - Cinética de secagem das amêndoas de jaca**

Inicialmente as amêndoas de jaca (cv. mole) foram cozidas durante 30 min e posteriormente foram submetidas a secagem em estufa nas temperaturas de 160, 180 e 200 °C determinando-se as cinéticas de secagem, representadas pelos valores das razões de umidade (RU) das amostras em função do tempo de secagem.

Nas Tabelas A.1 a A.3 (Apêndice A) encontram-se os valores médios experimentais da razão de umidade em função do tempo de secagem das amêndoas de jaca secas nas temperaturas de 160, 180 e 200 °C.

Tem-se na Figura 4.1 as cinéticas de secagem das amêndoas de jaca cozidas e posteriormente secas em estufa nas temperaturas de 160, 180 e 200 °C. O menor tempo de secagem das amêndoas de jaca foi 215 minutos encontrado na temperatura de 200 °C, seguido de 520 minutos a 180 °C e o maior tempo foi de 640 minutos a 160 °C, demonstrando a influência da temperatura na secagem das amêndoas. Comportamento idêntico foi observado por COSTA et al. (2005) para as amêndoas de jaca cv. dura submetidas à secagens em secador de leito fixo nas temperaturas de 40, 60 e 80 °C com tempos de secagem acima de 900 min. VILLELA et al. (1992) também encontraram resultados semelhantes, secando sementes de milho, ou seja, com o aumento da temperatura o tempo de secagem foi reduzido.



**Figura 4.1** – Curvas experimentais da cinética de secagem das amêndoas de jaca (cv. mole) em diferentes temperaturas

Na Tabela 4.2 são apresentados os parâmetros dos modelos de Lewis, Page, Henderson & Pabis e Cavalcanti Mata ajustados às curvas experimentais da cinética de secagem das amêndoas jaca, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios quadráticos médios (DQM) para as diferentes temperaturas de secagem. Nota-se que todos os modelos se ajustaram bem às curvas experimentais de secagem das amêndoas jaca, apresentando  $R^2$  superiores a 0,97 e DQM inferiores 0,05, podendo ser usados na predição da cinética de secagem de amêndoas jaca. Dentre os modelos avaliados o de Cavalcanti Mata resultou

nos melhores ajustes, apresentando os maiores valores de  $R^2$  e os menores DQM, sendo o segundo melhor modelo o de Page.

O modelo de Page é um modelo empírico que foi inicialmente proposto para descrever a secagem de grãos em camada fina, em que o parâmetro  $n$  é considerado como a constante adimensional de secagem e  $k$  constante da velocidade da secagem.

**Tabela 4.2** - Parâmetros dos modelos de Lewis, Page, Henderson & Pabis e Cavalcanti Mata com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) da cinética de secagem das amêndoas de jaca

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro						$R^2$	DQM
		k							
Lewis	160	0,0170						0,9968	0,0181
	180	0,0222						0,9969	0,0168
	200	0,0341						0,9724	0,0456

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro		$R^2$	DQM
		K	n		
Page	160	0,0116	1,0926	0,9989	0,0096
	180	0,0191	1,0383	0,9973	0,0144
	200	0,0072	1,4421	0,9987	0,0115

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro				$R^2$	DQM
		K		a			
Henderson & Pabis	160	0,0176		1,0304		0,9978	0,0150
	180	0,0223		1,0038		0,9970	0,0168
	200	0,0371		1,0954		0,9806	0,0382

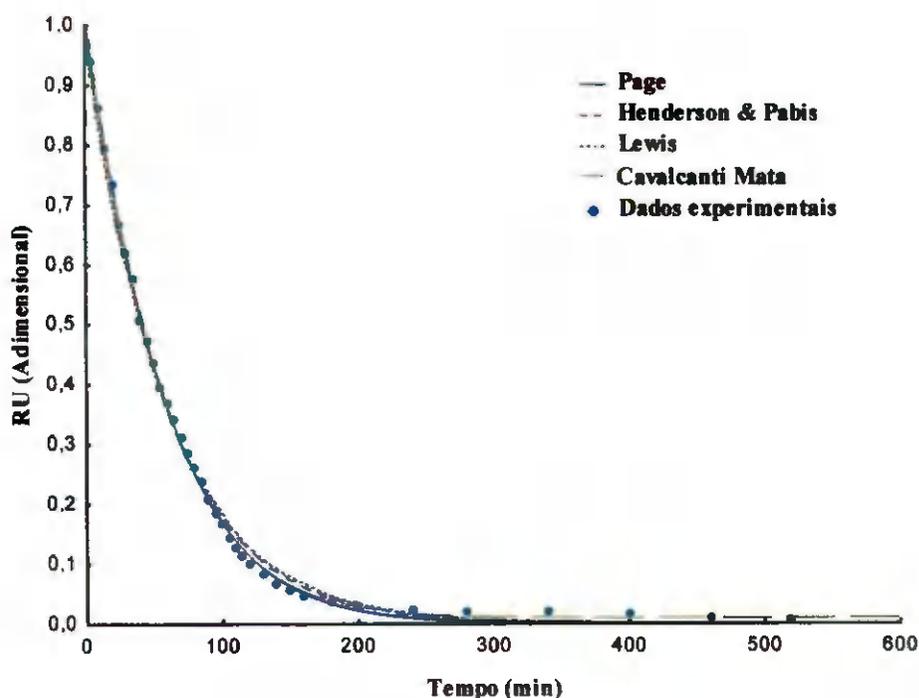
  

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro						$R^2$	DQM
		A <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	k		
Cavalcanti Mata	160	0,4929	1,1198	0,4917	1,1197	0,0097	0,0105	0,9991	0,0096
	180	0,4763	1,1260	0,4763	1,1260	0,0205	0,0138	0,9987	0,0108
	200	0,4910	1,4872	0,4910	1,4872	0,0032	0,0061	0,9989	0,0093

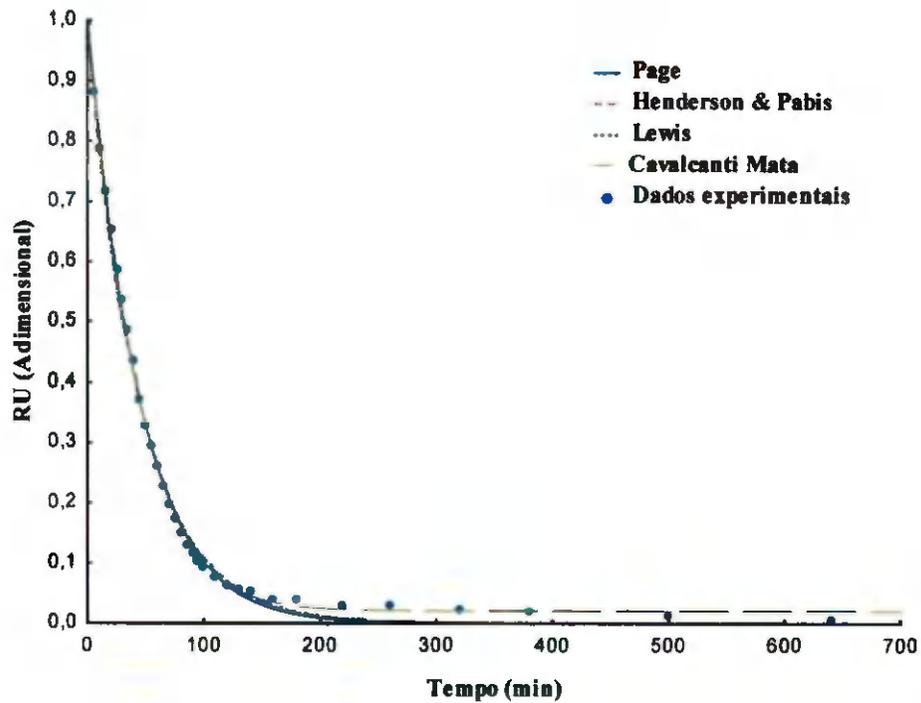
Observa-se que os valores do parâmetro  $k$  para o modelo de Page aumentou entre as temperaturas de 160 e 180 °C e diminuiu entre 180 e 200 °C, o mesmo não ocorreu para os valores do parâmetro  $n$  que diminuiu entre 160 e 180 °C e aumentou entre as temperaturas

de 180 e 200 °C. Diferentemente, COSTA et al. (2005), verificaram aumento no valor de  $k$ , de 0,00239 para 0,004812, com o aumento da temperatura em toda faixa estudada (40, 60 e 80 °C) e diminuição de  $n$ , de 1,009802 para 1,049401, também com o aumento da temperatura.

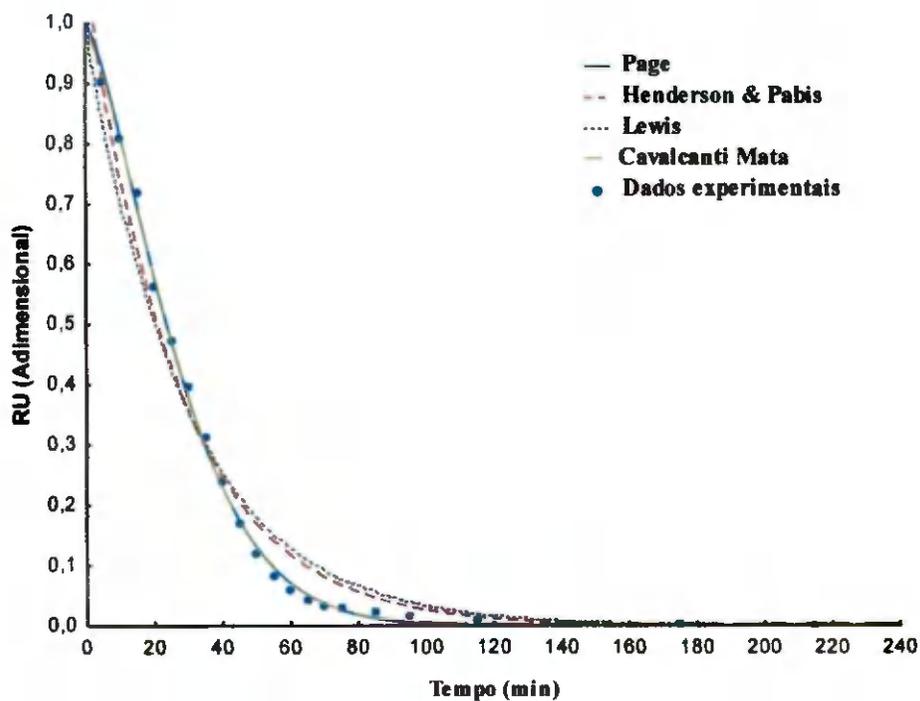
Nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4, estão representados os pontos experimentais das cinéticas de secagem das amêndoas de jaca nas temperaturas de 160, 180, 200 °C, com ajustes pelos modelos de Lewis, Page, Henderson & Pabis e Cavalcanti Mata. Observa-se nas Figuras 4.2 e 4.3 uma coincidência das curvas de ajuste nos primeiros 100 minutos de secagem com boa aproximação dos pontos experimentais, refletindo nos valores dos  $R^2$  e DQM; na Figura 4.4 percebe-se um melhor ajuste em todo o período de secagem dos modelos de Page e Cavalcanti Mata, para os modelos de Henderson & Pabis e Lewis tem-se desde os primeiros minutos de secagem até o término um maior afastamento das curvas de ajuste em relação aos pontos experimentais como se observa no posicionamento das curvas.



**Figura 4.2** - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 160 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata.



**Figura 4.3** - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 180 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata



**Figura 4.4** - Cinética de secagem das amêndoas de jaca a 200 °C com ajustes pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata

### 4.3 – Isotermas de adsorção de umidade

Produziu-se farinha de amêndoas de jaca, a partir do cozimento das amêndoas durante 30 min, seguido da secagem em estufa a 200 °C por 50 min e posterior trituração em moinho de facas. Optou-se pela temperatura de secagem de 200 °C, em razão desta ter proporcionado o menor tempo de secagem sem prejuízo para a qualidade do produto final.

Encontra-se na Tabela 4.3 os valores experimentais da umidade de equilíbrio da farinha de amêndoas de jaca com suas respectivas atividades de água, na temperatura de 40 °C. Observa-se que a umidade de equilíbrio da amostra aumenta com o aumento da atividade de água. Comportamento semelhante foi observado por FERREIRA & PENA (2003) para a isoterma de adsorção da farinha de pupunha determinadas a 15 e 35 °C.

**Tabela 4.3** - Valores experimentais da umidade de equilíbrio ( $U_{eq}$ ) da farinha de amêndoas de jaca a 40 °C

$a_w$	$U_{eq}$ (% b.s.)
0,2268	7,6962
0,4320	9,3366
0,4842	11,2397
0,7468	13,7212
0,7991	16,3470
0,9589	20,6402

Na Tabela 4.4 tem-se os valores obtidos para os parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin ajustados a isoterma de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P). Observa-se que os modelos de GAB e Peleg apresentaram os maiores  $R^2$ , acima de 0,98, e os menores valores de P (<5%), enquanto o modelo de Oswin apresentou o menor  $R^2$  (0,9560) e P (6,26%). CHAVES et al. (2004b) estudaram as isotermas de adsorção de berinjela, e observaram que esses modelos também apresentaram um bom ajuste aos dados experimentais.

Comparando-se o modelo de Peleg com o de GAB, verifica-se, que o maior  $R^2$  foi do modelo de Peleg e o menor P foi o do modelo de GAB, devendo-se neste caso eleger o

modelo de GAB como o melhor para a predição das isotermas de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca. Entretanto, analisando-se os três modelos verifica-se que todos os valores de P foram menores que 7% e os  $R^2 > 0,95$ , podendo-se utilizar qualquer um dos modelos para predizer as isotermas de adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca.

A utilização de cada modelo dependerá dos objetivos do estudo, por exemplo, na avaliação do tempo de vida útil do produto, deve-se selecionar o modelo que se ajusta melhor aos dados experimentais e com maior fundamentação teórica (BOQUET et al. 1978).

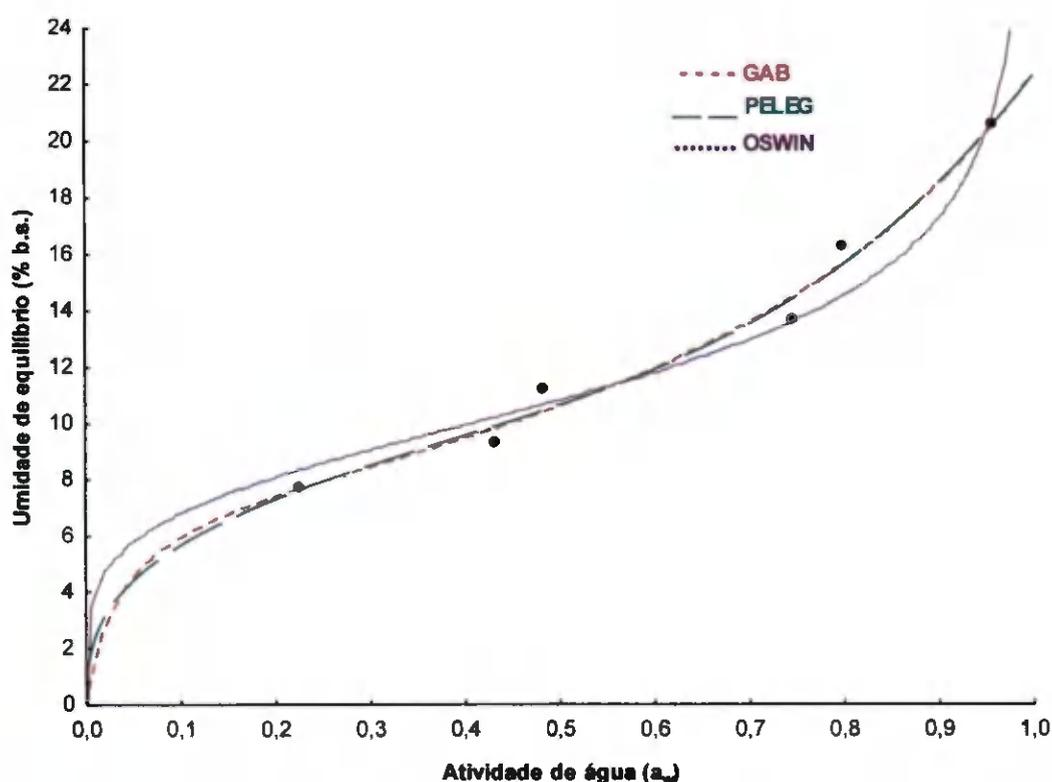
**Tabela 4.4**– Parâmetros dos modelos ajustados a isoterma de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca

<b>Modelo</b>	<b>Parâmetros</b>	
<b>GAB</b>	<b>X<sub>m</sub></b>	7,4041
	<b>C</b>	41,0980
	<b>K</b>	0,6741
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9828
	<b>P (%)</b>	3,77
<b>Peleg</b>	<b>k<sub>1</sub></b>	9,2938
	<b>n<sub>1</sub></b>	4,2272
	<b>k<sub>2</sub></b>	13,1122
	<b>n<sub>2</sub></b>	0,3636
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9831
	<b>P (%)</b>	3,88
<b>Oswin</b>	<b>a</b>	10,9152
	<b>b</b>	0,2123
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9560
	<b>P (%)</b>	6,26

Observa-se que os valores obtidos para X<sub>m</sub> no modelo de GAB foi de 7,4041% e o de k foi de 0,6741, sendo X<sub>m</sub> inferior ao obtido para farinha de milho (45 °C) que foi de 5,3% e próximo ao valor de k também para farinha de milho que foi de 0,794, determinados por GÁLVEZ et al. (2006).

De acordo com BLAHOVEC (2004) a isoterma de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca é classificada como sendo do tipo II em razão de  $0 < K \leq 1$ ,  $C > 2$ .

Na Figura 4.5 são apresentadas as isotermas de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca com ajustes pelos modelos de GAB, Oswin e Peleg. Observa-se aumentos das umidades de equilíbrio com o aumento da atividade de água e que ocorreu um melhor ajuste dos modelos de GAB e Peleg aos dados experimentais. Verifica-se ainda um distanciamento do modelo de Oswin em relação aos dados experimentais e as curvas dos outros modelos.



**Figura 4.5** – Isotermas de adsorção de umidade, a 40 °C, da farinha de amêndoas de jaca com ajustes pelos modelos de GAB, Oswin e Peleg

#### 4.4 - Características físico-químicas da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento

Neste item avaliou-se o comportamento durante o armazenamento, sob condições ambientais de laboratório, da farinha, acondicionada em dois tipos de embalagens (Laminada 1 e Laminada 2), produzida a partir da moagem das amêndoas de jaca cozidas e

posteriormente assadas em estufa a 200 °C, denominadas de farinha de amêndoas de jaca. Em BRASIL (2005) define-se farinhas como os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos.

#### **4.4.1 - Umidade**

Na Tabela B.1 (Apêndice B) tem-se a análise de variância dos valores da umidade da farinha de amêndoas de jaca para as fontes de variação tempo de armazenamento (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) e tipo de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2) e sua interação. Verifica-se que houve efeito significativo para as fontes de variação tempo de armazenamento e tipo de embalagem a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) pelo teste F; para a interação dos dois fatores avaliados não houve significância pelo teste F ( $p \geq 0,05$ ), apesar disto, conforme PIMENTEL et al (1988), quando F fica muito próximo mas não atinge significância pode haver diferença significativa entre as médias, sendo este problema resultante da limitação da aplicação conjunta dos testes F e de Tukey. Diante desta análise optou-se por se mostrar o resultado da comparação entre médias para a interação entre os dois fatores.

Na Tabela 4.5 são apresentados os teores médios de umidade das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagens laminadas (Laminada 1 e Laminada 2). Nas duas embalagens ocorre uma tendência de aumento da umidade com o tempo de armazenamento, mas na embalagem Laminada 1 o aumento é estatisticamente menor do que na embalagem Laminada 2. Comportamento semelhante foi observado por ARLINDO et al. (2007) ao armazenarem, sob condições ambientais de umidade relativa e temperatura, pimentão em pó acondicionada em embalagem de polietileno tendo sido verificado um aumento de 47,02% no teor de umidade da amostra no final do armazenamento em relação ao início do armazenamento. Este comportamento de acréscimo da umidade indica que as embalagens utilizadas não eram totalmente impermeáveis ao vapor d'água deixando ocorrer uma troca de umidade das amostras com o meio ambiente.

**Tabela 4.5** – Valores médios da umidade (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	15,21 bA	15,21 cA
20	15,24 bA	15,69 bcA
40	15,52 bB	16,35 bA
60	16,53 aB	17,56 aA
80	16,66 aB	17,74 aA
100	16,89 aB	17,83 aA
120	16,70 aB	17,90 aA

MG = 16,50%; CV = 2,34%; DMS para colunas = 0,998; DMS para linhas = 0,65.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As alterações no grau de umidade estão associadas ao caráter higroscópico da farinha e sua conseqüente tendência a responder às variações da umidade relativa do ambiente de armazenamento, conforme as propriedades de transferência de vapor de água através do material das embalagens (SILVA, 2003).

A umidade inicial da farinha de amêndoas de jaca foi de 15,21%, sendo superior ao determinado por SILVEIRA & FIOREZE (2000), para a farinha dos caroços de jaca da variedade dura que foi de 12,88%, e próximo ao limite máximo determinado pela legislação vigente para farinhas que é de 15% (BRASIL, 2005).

Na embalagem Laminada 1 verifica-se que a umidade das amostras nos 40 primeiros dias de armazenamento permaneceu estável, sem alterações estatisticamente significativas. Dos 40 aos 60 dias houve um aumento significativo da umidade da farinha, permanecendo dos 60 aos 120 dias a umidade no mesmo nível.

Na embalagem Laminada 2 entre o tempo inicial (0 dia) e 40 dias e entre 40 e 60 dias houve um aumento significativo da umidade da farinha de amêndoas de jaca. Da mesma forma como ocorreu na embalagem Laminada 1, não existe diferença significativa entre os valores médios da umidade dos 60 até os 120 dias.

Entre o início (0 dia) e o fim (120 dias) do armazenamento o aumento da umidade da farinha de amêndoas de jaca foi de 9,80 e 17,69% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Este comportamento era esperado em razão da embalagem

Laminada 1 ter uma espessura maior e uma camada a mais com PET metal do que a embalagem Laminada 2, proporcionando uma permeabilidade ao vapor d'água menor.

Comparando-se as duas embalagens para cada tempo individualmente (linhas) tem-se que apenas no início e no tempo 20 dias as umidades da farinha de amêndoas de jaca são estatisticamente iguais, nos demais tempos (40, 60, 80, 100 e 120 dias) as médias são estatisticamente diferentes com os maiores valores para a farinha armazenada na embalagem Laminada 2. Confirmando-se que a embalagem Laminada 2 é mais permeável do que a embalagem Laminada 1.

Nas Tabelas C.1 e C.2 (Apêndice C) tem-se as análises de variância das regressões polinomiais da umidade da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Observa-se para a embalagem Laminada 1 (Tabela C.1) que apenas a equação linear foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F; já a equação polinomial de 3º grau foi significativa a 5% de probabilidade e as demais equações polinomiais (2º, 4º e 5º grau) não foram significativas. Para a embalagem Laminada 2 as equações linear e quadrática foram significativas a 1% de probabilidade e as demais não foram significativas.

Tem-se na Tabela 4.6 as equações de regressão polinomiais significativas propostas para o cálculo da umidade da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para as embalagens Laminada 1 e Laminada 2. Estas equações só são válidas dentro do intervalo em que ocorre a variável independente (tempo de armazenamento), que é entre 0 e 120 dias. Verifica-se para a embalagem Laminada 1 que o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi da equação de 3º grau, mas com um nível de significância de apenas 5% de probabilidade. Já a equação linear o  $R^2$  foi menor, mas com um nível de significância maior ( $p < 0,01$ ), podendo-se dar preferência pela mesma, além de ter na prática um significado físico mais coerente, isto é, a umidade aumenta com o tempo de armazenamento.

**Tabela 4.6** – Equações de regressão da umidade da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Embalagem	Equação	$R^2$
<b>Laminada 1</b>	$U = 15,1545 + 0,0159 t^{**}$	0,8464
	$U = 15,185623 - 0,0008949t + 0,0007153t^2 - 4 \times 10^{-5} t^3 *$	0,9638
<b>Laminada 2</b>	$U = 15,4283 + 0,0245 t^{**}$	0,8847
	$U = 15,0156 + 0,0493t - 2 \times 10^{-3} t^2 **$	0,9599

U – umidade (%); t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

Nota-se para a embalagem Laminada 2 que as duas equações deram  $R^2 > 0,88$ , com o maior  $R^2$  para a equação quadrática, podendo-se utilizar qualquer uma das duas na predição da umidade da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento.

#### 4.4.2 - Amido

Acham-se expostos, na Tabela B.2 (Apêndice B) a análise de variância dos valores do amido da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem. Verifica-se que para as fontes de variação tempo de armazenamento (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) e tipo de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2) houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; já para a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem não houve efeito significativo.

Diante da importância dos constituintes da farinha de amêndoas de jaca, determinou-se o amido que é um dos produtos base da alimentação humana, fornecendo de 70 a 80% das calorias consumidas (LEONEL et al., 2005). O amido é a fonte de reserva mais importante dos vegetais superiores que se encontra principalmente nos tubérculos, raízes e sementes (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

Na Tabela 4.7 são apresentados os teores médios de amido das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagens (Laminada 1 e Laminada 2).

**Tabela 4.7** – Valores médios de amido (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dias)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	40,49 bA	40,49 abA
20	38,81 bA	38,82 bA
40	40,46 bA	40,46 abA
80	44,23 aA	40,83 abB
100	44,58 aA	42,30 aB
120	44,03 aA	42,73 aA

MG = 41,52%; CV = 2,68%; DMS para colunas = 2,80; DMS para linhas = 1,87.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O teor de amido da farinha de amêndoas de jaca no início do armazenamento (40,49%) é inferior ao da farinha de batata inglesa (65,15%) e ao da farinha de mandioca (70,49%) determinados por CABELLO & SCHMIDT (2005), respectivamente.

Na embalagem Laminada 1 observa-se que não houve alterações significativas no teor de amido do início (0 dia) até os 40 dias, ocorrendo um aumento significativo entre 40 e 80 dias, permanecendo no mesmo nível de umidade entre 80 e 120 dias. Constata-se que o teor de amido nos tempos de 80 a 120 dias resultaram em valores estatisticamente superiores em relação aos tempos anteriores. Este resultado pode ter ocorrido em razão das diferenças naturais encontradas entre as amêndoas de jaca e/ou pode ter sido devido a um fenômeno relatado por COELHO et al. (1999) de que a conversão do amido em açúcares parece ser reversível, apesar das causas e dos mecanismos pelos quais ocorre, ainda não estar bem estabelecido. Desta forma o aumento do amido nesta embalagem coincide com a diminuição dos açúcares redutores podendo ser uma confirmação desta hipótese. Comportamento semelhante também foi encontrado por CHAPPER et al. (2004) ao avaliarem o armazenamento de tubérculos de batata das cultivares Eliza e Atlantic a 2 °C durante 10 dias e, posteriormente, recondicionados a 15 °C por 20 dias. Estes pesquisadores verificaram que apesar de não ter sido observada alterações significativas nos teores de amido nos tubérculos, houve uma tendência de aumento do amido após 20 dias de recondicionamento; paralelamente, houve uma redução significativa, mas transiente, na atividade amidolítica total (cultivar Atlantic).

Na embalagem Laminada 2 pode-se interpretar que houve uma manutenção estatística do amido entre todos os tempos de armazenamento, em razão de só existir diferenças significativas entre a média no tempo 20 dias e as médias nos tempos 100 e 120 dias. Comportamento semelhante foi verificado por PIMENTEL et al. (1988) ao armazenarem sementes de milho em latas (tipo galão) com aproximadamente 3,8 L de capacidade, tendo sido constatado que durante os 6 meses de armazenamento a temperatura ambiente não houve alteração do teor de amido.

Tem-se nas Tabelas C.3 e C.4 (Apêndice C) as análises de variância das regressões do teor de amido em função do tempo de armazenamento para a farinha de amêndoas de jaca acondicionadas em dois tipos de embalagem. Para a embalagem Laminada 1 (Tabela C.3) o teste F para a equação de regressão linear ( $F = 48,6423$  \*\*) e para a equação de polinomial de 3º grau ( $F = 17,9398$  \*\*) foi significativo a 1% de probabilidade. Para a embalagem Laminada 2 (Tabelas C.4) apenas a equação linear foi significativa ( $F=18,1871$  \*\*) a 1% de probabilidade.

As equações de regressão propostas para o cálculo do amido da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento, para os dois tipos de embalagens encontram-se na Tabela 4.8. Verifica-se para a embalagem Laminada 1 que a equação com o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi o polinômio de 3º grau; a equação linear apesar de apresentar o menor  $R^2$  (0,7871) indica que a inclinação da reta é estatisticamente diferente de zero, significando que o teor de amido aumenta com o tempo de armazenamento.

**Tabela 4.8** – Equações de regressão propostas para o cálculo do amido da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento

<b>Embalagem</b>	<b>Equação</b>	<b><math>R^2</math></b>
Laminada 1	$A = 39,3209 + 0,0463t$ **	0,7871
	$A = 40,32801 - 0,12087t + 0,00375t^2 - 2 \times 10^{-4}t^3$ **	0,9838
Laminada 2	$A = 39,4316 + 0,0251t$ **	0,7067

A – amido (%); t – tempo (dia); (\*\*) significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

Para a embalagem Laminada 2 apenas a equação de regressão linear foi significativa, indicando que também existe uma tendência de aumento do teor de amido com o tempo de armazenamento, embora esta equação só explique 70% da variação

observada para o teor de amido da farinha de amêndoas de jaca com o aumento do tempo de armazenamento. Contrariamente a análise estatística do tipo fatorial (Tabela 4.5) que demonstrou tendência de estabilidade do amido com o aumento do tempo de armazenamento, talvez esta hipótese seja mais razoável e os contrastes entre as médias sejam devido as diferenças naturais encontradas entre as amêndoas proporcionando valores diferentes entre as médias.

#### **4.4.3 - Acidez total titulável**

Encontra-se exposta, na Tabela B.3 (Apêndice B) a análise de variância dos valores da acidez total titulável da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem. Verifica-se que para as fontes de variação tempo de armazenamento e tipo de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2) houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, assim como também para interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem.

Na Tabela 4.9 são apresentados os valores médios de acidez total titulável das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas sob condições ambientais do laboratório durante 120 dias em dois tipos de embalagens laminadas. Verificam-se variações nos valores de acidez total titulável durante o armazenamento nas duas embalagens, mas apenas na embalagem Laminada 1 se mostra influência do tempo, enquanto na embalagem Laminada 2 os valores finais são estatisticamente iguais aos iniciais. A tendência de aumento da acidez total titulável com o tempo de armazenamento da farinha de amêndoas de jaca na embalagem Laminada 1, resultou no final do armazenamento em um acréscimo de 16,5% em relação ao valor inicial.

Comparando-se as duas embalagens, observa-se que dos seis tempos avaliados, a acidez total titulável das amostras acondicionadas na embalagem Laminada 1 se manteve superior ao das amostras na embalagem Laminada 2 em cinco tempos, com exceção apenas aos sessenta dias.

**Tabela 4.9** – Valores médios da acidez total titulável (% ácido oléico) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	3,33 cA	3,33 bcda
20	4,07 bA	3,34 bcdB
40	4,54 aA	3,96 aB
60	3,01 cB	3,59 abA
80	3,88 bA	3,02 dB
100	3,84 bA	3,10 cdB
120	3,88 bA	3,46 bcB

MG = 3,60% ácido oléico; CV= 4,21%; DMS para colunas = 0,39; DMS para linhas = 0,25.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tem-se nas Tabelas C.5 e C.6 (Apêndice C) as análises de variância das regressões dos valores da acidez total titulável (% ácido oléico) em função do tempo de armazenamento para a farinha de amêndoas de jaca acondicionadas em dois tipos de embalagem. Observa-se que para a embalagem Laminada 1 (Tabelas C.5) o teste F para as equações de regressão cúbica ( $F = 36,8824^{**}$ ) e de 4º grau ( $F = 36,5271^{**}$ ) foi significativo a 1% de probabilidade. Já para a embalagem Laminada 2 (Tabelas C.6), a equação linear ( $F = 6,3739^*$ ) foi significativa a 5% de probabilidade e as equações cúbica ( $F = 48,1150^{**}$ ), de 4º grau ( $F = 16,0238^{**}$ ) e a de 5º grau ( $F = 26,0990^{**}$ ) foram significativas a 1% de probabilidade.

As equações de regressão propostas para o cálculo da acidez total titulável da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento, para os dois tipos de embalagens encontram-se na Tabela 4.10. Verifica-se para a embalagem Laminada 1 que a equação polinomial com o maior coeficiente de determinação foi a de 4º grau ( $R^2 = 0,4813$ ) e a equação cúbica com menor  $R^2$  (0,2517), em razão dos baixos valores de  $R^2$  obtidos não se recomenda o uso destas equações para a estimativa da acidez total titulável da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento. Fica demonstrado que apesar da análise de variância ter registrado diferença significativa para o tempo de armazenamento, às equações de regressão não se ajustaram bem aos dados experimentais.

**Tabela 4.10** – Equações de regressão propostas para o cálculo da acidez total titulável da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento

Embalagem	Equação	R <sup>2</sup>
Laminada 1	$ATT = 3,4209524 + 0,0453717t - 0,0009352t^2 + 50 \times 10^{-5}t^3$ **	0,2517
	$ATT = 3,2798485 + 0,1147478t - 0,0039827t^2 + 4,61 \times 10^{-5}t^3 - 2 \times 10^{-6}t^4$ **	0,4813
Laminada 2	$ATT = 3,510833333 - 0,001839286t$ *	0,0634
	$ATT = 3,211349206 + 0,039418651t - 8,5932 \times 10^{-4}t^2 + 4,5490 \times 10^{-6}t^3$ **	0,5792
	$ATT = 3,285959596 + 3,002735209t + 0,000752052t^2 - 0,000017213t^3 + 9 \times 10^{-8}t^4$ **	0,7386
	$ATT = 3,328935786 - 0,083718560t + 0,006956739t^2 - 0,000164496t^3 + 0,000001501t^4 - 5 \times 10^{-9}t^5$ **	0,9982

ATT – Acidez total titulável (% ácido oléico); t – tempo (dia); (\*\*\*) significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

No caso das amostras na embalagem Laminada 2, tem-se que apesar da significância estatística, as equações de predição linear e cúbica não devem ser utilizadas na estimativa deste parâmetro físico-químico ( $R^2 < 0,7$ ). As equações de 4º e 5º graus para a embalagem Laminada 2 apresentaram  $R^2 > 0,7$ , demonstrando apenas através destas equações as oscilações nos valores da acidez total titulável durante o armazenamento, sem no entanto, indicar uma tendência de comportamento.

Com base nas equações e nos R<sup>2</sup>, confirma-se a discussão feita anteriormente para a análise fatorial de que apesar da significância estatística dos dados a tendência geral é da não influencia do tempo de armazenamento nos valores da acidez total titulável.

#### 4.4.4 - Açúcares redutores

Na Tabela B.4 (Apêndice B) tem-se a análise de variância dos açúcares redutores da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem.

Observa-se que para as fontes de variação tempo de armazenamento, tipo de embalagem e para a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem, houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.11 são apresentados os teores médios dos açúcares redutores das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias nos dois tipos de embalagens laminadas. Observam-se diminuições estatisticamente significativas, em relação ao tempo de armazenamento, nos açúcares redutores em ambas as embalagens e nos dois casos as reduções mais pronunciadas ocorrem entre os tempos zero e 120 dias. No final do armazenamento (120 dias) a diminuição do teor de açúcares redutores foi de 33,7 e 40,2% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Esta redução dos açúcares redutores pode estar relacionada com uma possível conversão em amido, hipótese deste fenômeno levantada por COELHO et al. (1999). Parte deste decréscimo dos açúcares redutores pode também ter sido ocasionada pelo aumento da umidade das amostras com o tempo de armazenamento, que proporciona uma diluição dos açúcares presentes na amostra.

**Tabela 4.11** – Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dias)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	0,92 aA	0,92 aA
20	0,71 bA	0,69 bB
40	0,64 cA	0,57 eB
80	0,63 dA	0,58 dB
100	0,63 eA	0,58 cB
120	0,61 fA	0,55 fB

MG = 0,67%; CV = 0,08%; DMS para colunas = 0,0013; DMS para linhas = 0,0009.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ao se comparar os valores dos açúcares redutores entre as embalagens especificamente em cada tempo de armazenamento, verifica-se que o tipo de embalagem influenciou no percentual de redução, com a embalagem Laminada 1 mantendo valores maiores que a embalagem Laminada 2. Provavelmente este comportamento se deve a

maior absorção de umidade das amostras na embalagem Laminada 2, contribuindo para uma maior redução.

Nas Tabelas C.7 e C.8 (Apêndice C) são apresentadas as análises de variância das regressões polinomiais dos açúcares redutores da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagem. Observa-se que tanto para a embalagem Laminada 1 como para a Laminada 2, todas equações de regressão foram significativas a 1% de probabilidade de acordo com o teste F.

Na Tabcla 4.12 têm-se as equações de regressão polinomiais para estimativa dos açúcares redutores da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento, para dois tipos de embalagens. Observa-se em ambas as embalagens que os maiores coeficientes de determinação ( $R^2 > 0,99$ ) foram encontrados para as equações de 3º, 4º e 5º graus e os menores para as equações lineares e de 2º grau. Observando-se as equações lineares confirma-se o comportamento de redução dos açúcares redutores com o tempo de armazenamento, fato também verificado na análise fatorial (Tabela 4.9). Deve-se evitar o uso das equações lineares para estimar os açúcares redutores da farinha de amêndoas de jaca nas duas embalagens, em razão destas equações terem resultado em  $R^2 < 0,8$ , e pode-se utilizar qualquer uma das demais equações ( $R^2 > 0,8$ ) na predição deste parâmetro.

**Tabela 4.12** – Equações de regressão propostas para o cálculo dos açúcares redutores da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento

Embalagem	Equação**	R <sup>2</sup>
	$AR = 0,80693492063 - 0,00196845238t$	0,6086
	$AR = 0,87963469388 - 0,00700151360t + 0,00004194218t^2$	0,8665
	$AR = 0,91884024943 - 0,01353577286t + 0,00018896301t^2$	0,9958
<b>Laminada</b>	$-0,00000081678t^3$	
<b>1</b>	$AR = 0,92246269841 - 0,01581187831t + 0,00029668055t^2$ $- 0,00000229595t^3 + 0,00000000616t^4$	0,9999
	$AR = 0,92280000000 - 0,01649041667t + 0,00034537847t^2$ $- 0,00000345191t^3 + 0,00000001723t^4 - 4 \times 10^{-11}t^5$	0,9999
	$AR = 0,7905158730 - 0,0023670238t$	0,6099
	$AR = 0,8806462585 - 0,0086068197t + 0,0000519983t^2$	0,8847
	$AR = 0,9247295918 - 0,0159540419t + 0,0002173108t^2$	0,9990
<b>Laminada</b>	$-0,0000009184t^3$	
<b>2</b>	$AR = 0,9243214285 - 0,0156975794t + 0,0002051736t^2$ $- 0,0000007517t^3 - 7 \times 10^{-9}t^4$	0,9981
	$AR = 0,92280000000 - 0,0126369722t - 0,0000144826t^2$ $+ 0,0000044623t^3 - 0,0000000506t^4 + 2 \times 10^{-10}t^5$	0,9999

AR – açúcares redutores (%); t – tempo (dia); (\*\*) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

#### 4.4.5 - pH

Na Tabela B.5 (Apêndice B) tem-se a análise de variância do pH da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem. Para a fonte de variação tempo de armazenamento e para interação entre o tempo de armazenamento e tipo de embalagem, verifica-se que houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; já para fonte variação tipo de embalagem observa-se que não houve efeito significativo.

Na Tabela 4.13 são apresentados os valores médios de pH da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias em dois tipos de embalagens laminadas. Verificam-se reduções estatísticas entre os valores iniciais e finais das amostras nas duas embalagens. Na embalagem Laminada 1 os valores a partir de 80 dias de armazenamento se mantêm estatisticamente constantes até o final do armazenamento, com pH inferiores aos das amostras armazenadas até 40 dias. Resultado semelhante foi obtido com a embalagem Laminada 2, exceto que o pH aos 120 dias foi estatisticamente igual ao de 40 dias. Estas reduções no final (120 dias) do armazenamento em relação ao tempo inicial (0 dia) foram muito pequenas de aproximadamente 1,1 e 0,8%, significando que provavelmente se devem ao aumento da umidade.

**Tabela 4.13** – Valores médios de pH da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	5,32 cA	5,32 bA
20	5,67 aB	5,71 aA
40	5,37 bA	5,31 bcB
60	5,17 eB	5,19 eA
80	5,28 dA	5,27 dA
100	5,26 dA	5,27 dA
120	5,26 dA	5,28 cdA

MG = 5,33; CV = 0,25%; DMS para colunas = 0,04; DMS para linhas = 0,02.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A análise de variância da regressão dos valores do pH da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagem encontram-se nas Tabelas C.9 e C.10 (Apêndice C). Constata-se que todas as equações polinomiais testadas (1º ao 5º grau) foram significativas pelo teste F a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.14 são apresentadas as equações de regressão proposta para o cálculo do pH da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento, para os dois tipos de embalagens.

**Tabela 4.14** – Equações de regressão propostas para o cálculo de pH da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Laminada 1</b>	$\text{pH} = 5,44821428 - 0,001922619t^{**}$	0,2708
	$\text{pH} = 5,467063492 - 0,003053571t + 0,000009425t^{2**}$	0,2786
	$\text{pH} = 5,395396825 + 0,008890873t - 0,000359325t^{2**}$ $+ 0,000001493t^3$	0,4802
	$\text{pH} = 5,335461760 + 0,038358947t - 0,001553756t^{2**}$ $+ 0,000018974t^3 - 0,000000073t^4$	0,8823
	$\text{pH} = 5,3217771284 + 0,065899621t - 0,003530319t^{2**}$ $+ 0,000065892t^3 - 0,000000522t^4 + 0,000000001t^5$	0,9852
<b>Laminada 2</b>	$\text{pH} = 5,447976190 - 0,001863095t^{**}$	0,2245
	$\text{pH} = 5,479523809 - 0,003755952t + 0,00015774t^{2**}$	0,2438
	$\text{pH} = 5,406190476 + 0,0084662699t - 0,000259226t^{2**}$ $+ 0,0000015278t^3$	0,4301
	$\text{pH} = 5,342294372 + 0,039881854t - 0,001639204t^{2**}$ $+ 0,000020164t^3 - 0,000000777t^4$	0,8335
	$\text{pH} = 5,323841991 + 0,077001894t - 0,04303267t^{2**}$ $+ 0,000083402t^3 - 0,000000683t^4 + 0,000000002t^5$	0,9986

t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

Observa-se para os dois tipos de embalagem que apesar de todas as equações serem significativas, apenas as equações de quarto e quinto graus podem ser utilizadas para a estimativa do pH da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento em razão dos coeficientes de determinação terem dado valores acima de 0,8. Porém, as equações de 5º grau apresentaram os maiores R<sup>2</sup> devendo-se dar preferência por estas equações para a predição do pH.

#### 4.4.6 - Proteína bruta

Para saber se existe diferença significativa ou não entre as médias dos tratamentos os dados de proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca foram submetidos a uma análise de variância (Tabela B.6 - Apêndice B). Para a fonte de variação tempo de armazenamento verifica-se que houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; já para o tratamento tipo de embalagem não houve efeito significativo; e para a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem houve significância a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.15 são apresentados os teores médios de proteína bruta das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagens laminadas. De maneira geral, apesar de se ter algumas diferenças estatísticas entre as médias com o tempo de armazenamento, constata-se estabilidade nos teores de proteína bruta ao longo do armazenamento, inclusive na condição de maior permeabilidade propiciada pela embalagem Laminada 2.

**Tabela 4.15** – Valores médios da proteína bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	4,80 bcA	4,80 bA
20	4,91 abA	4,83 bA
40	4,69 cB	4,89 abA
60	4,86 bcA	4,94 abA
80	4,95 abA	5,06 aA
100	5,12 aA	5,01 abA
120	4,93 abA	4,84 bA

MG = 4,90%; CV= 1,72%; DMS para colunas = 0,22; DMS para linhas = 0,14.

MG - Média geral; DMS - Desvio mínimo significativo; CV: Coeficiente de variação

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores encontrados para os teores de proteína bruta foram inferiores ao determinado por MORAES et al, (2004), no estudo de utilização da farinha de amêndoas

de jaca como fonte alternativa de carboidratos na elaboração de pães, que foi de 16,58% em cada 100% de farinha e próximo ao encontrado por LIMA (2002) que foi de 3,5% para amêndoas de jaca. Este teor de proteína confere as sementes de jaca um grande potencial para a produção da farinha em relação a outras frutas.

Comparando-se os valores médios encontrados de proteína bruta com os determinados por TEDRUS et al. (2001) para as farinhas de trigo (11,21%), arroz (6,83%) e aveia (12,14%), observa-se que a farinha de amêndoas de jaca tem valores inferiores.

Nas Tabelas C.11 e C.12 (Apêndice C) tem-se as análises de variância das regressões polinomiais da proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Observa-se para a embalagem Laminada 1 (Tabela C.11) que as equações linear, cúbica e de 4º grau foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F e as demais equações polinomiais (2º e 5º grau) não foram significativas. Para a embalagem Laminada 2 (Tabela C.12) nenhuma equação de regressão polinomial testada foi significativa pelo teste F, confirmando-se que não houve alteração estatística da proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca com o tempo de armazenamento.

Tem-se na Tabela 4.16 as equações de regressão polinomiais significativas propostas para o cálculo da proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para a embalagem Laminada 1. Sabe-se que estas equações só são válidas dentro do intervalo em que ocorre a variável independente (tempo de armazenamento), que é entre 0 e 120 dias. Verifica-se que o maior coeficiente de determinação foi da equação de 4º grau ( $R^2 = 0,8666$ ), com um nível de significância de 1% de probabilidade. Já as equações linear e cúbica os  $R^2$  foram inferiores a 0,8, não sendo recomendado o uso destas equações para a estimativa da proteína bruta em função do tempo de armazenamento.

**Tabela 4.16** – Equações de regressão propostas para o cálculo de proteína bruta da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação	R <sup>2</sup>
	$P = 4,78273809 + 0,00185119t$ **	0,3642
<b>Laminada 1</b>	$P = 4,85746032 - 0,00867659 t + 0,00022153 t^2 - 0,00000118 t^3$ **	0,5574
	$P = 4,81382395 + 0,01277796t - 0,00072090t^2 + 0,00001155t^3 - 0,00000005t^4$ **	0,8666

P – proteína bruta (%); t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

#### 4.4.7 - Fibra bruta

Na Tabela B.7 (Apêndice B) tem-se a análise de variância da fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca, em função das fontes de variação tempo de armazenamento e embalagem. Observa-se para as duas fontes de variação e para a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem, que houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.17 são apresentados, para a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem, os teores médios de fibra bruta das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem laminada. O valor de fibra bruta no tempo zero para a farinha de amêndoas de jaca foi inferior ao determinado por BORGES et al. (2006) para a farinha de semente de jaca seca a 70 °C, que foi de 23,08%. Com relação ao efeito do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1, observa-se que o teor de fibra bruta se manteve estatisticamente estável nos primeiros 40 dias; entre o tempo zero e o tempo de 60 dias também não existe diferença significativa; contudo as médias de fibra bruta aos 80, 100 e 120 dias são estatisticamente diferentes do tempo inicial (zero dia), denotando aumento deste teor. Este aumento foi da ordem de 10% no final do armazenamento com relação ao início do armazenamento.

Na embalagem Laminada 2, observa-se que não existe diferença estatística entre o teor de fibra bruta no tempo 0 (zero) dia e aos 40 dias; entre o tempo 0 (zero) dia e o

valor aos 60 dias; e entre os quatro últimos tempos de armazenamento. Já em relação à média no início do armazenamento e os três últimos tempos constata-se também um aumento significativo no teor de fibra bruta. Este acréscimo no teor de fibra bruta aos 120 dias de armazenamento foi de 7,6% em relação ao tempo inicial. Contrariamente, BELMIRO et al. (2010) verificaram que não houve alteração nos valores de fibra bruta dos grãos de abobora durante o armazenamento sob condições ambientais e acondicionados em embalagens de polipropileno.

**Tabela 4.17** – Valores médios de fibra bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	4,21 bcA	4,21 bcA
20	4,42 abA	3,93 dB
40	4,44 abA	4,13 cdB
60	4,10 cB	4,44 abA
80	4,52 aA	4,51 aA
100	4,62 aA	4,51 aA
120	4,64 aA	4,53 aA

MG = 4,37%; CV = 2,20%; DMS para colunas = 0,25; DMS para linhas = 0,16.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O teor de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca foi inferior ao encontrado por SOUZA (2006) para farinha de mandioca que foi de 5,28%. A farinha de amêndoas de jaca é rica em fibra em relação a farinha de trigo que é tem um teor 2,3% (TACO, 2006).

Tem-se nas Tabelas C.13 e C.14 (Apêndice C) as análises de variância das regressões polinomiais dos valores de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagens. Constata-se para a embalagem Laminada 1 (Tabela C.13) que apenas as equações linear e de 4º grau foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste de F. Para as amostras na embalagem Laminada 2 as equações linear, cúbica e de 4º grau apresentam efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na Tabela 4.18 apresentam-se as equações de regressão propostas para o cálculo de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagens.

**Tabela 4.18** – Equações de regressão propostas para o cálculo de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação**	R <sup>2</sup>
	$FB = 4,22993214 + 0,00317946t$	0,4526
<b>Laminada 1</b>	$FB = 4,19819401 + 0,03449314t - 0,00140161t^2 + 0,00001852t^3 - 0,00000007t^4$	0,7713
	$FB = 4,05168571 + 0,00452667t$	0,6850
<b>Laminada 2</b>	$FB = 4,15869365 - 0,01313529t + 0,00039602t^2 - 0,00000219t^3$	0,8839
	$FB = 4,20531703 - 0,03605845t + 0,00140295t^2 - 0,00001579t^3 + 0,00000006t^4$	0,9949

FB – fibra bruta (%); t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

Constata-se nas duas embalagens que as equações lineares confirmam a tendência de aumento do teor de fibra bruta com o tempo de armazenamento. Para estimativa do teor de fibra bruta da farinha de amêndoas de jaca acondicionada na embalagem Laminada 1 deve ser usada a equação polinomial de 4º grau em razão de ter apresentado o maior R<sup>2</sup>, e deve-se evitar o uso da equação linear por causa do seu baixo R<sup>2</sup>. Para as amostras na embalagem Laminada 2 recomenda-se apenas o uso das equações polinomiais de 3º e 4º graus, com R<sup>2</sup> > 0,88.

#### 4.4.8 - Lipídios

Na Tabela B.8 (Apêndice B) tem-se a análise de variância dos lipídios da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem. Verifica-se que as fontes de variação de tempo de armazenamento, tipo de embalagem, como também a

interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.19 são apresentados os teores médios dos lipídios das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem laminada.

Considerando lipídios como um dos tipos de gordura e comparando aos teores de gordura encontrado por TEDRUS et al. (2001) para as farinhas de trigo (1,33%), arroz (0,86%) e aveia (7,61%), verifica-se que a média inicial (tempo zero dia) encontrada para farinha de amêndoas de jaca é igual (0,86%) ao da farinha de arroz e inferior ao das farinhas de trigo e de aveia.

**Tabela 4.19** – Valores médios de lipídios da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	0,86 aA	0,86 aA
20	0,83 aA	0,76 bB
40	0,65 bB	0,73 bA
60	0,65 bB	0,74 bA
80	0,62 bcB	0,71 bcA
100	0,60 bcB	0,66 cA
120	0,59 cB	0,66 cA

MG = 0,71%; CV = 3,12%; DMS para colunas = 0,06; DMS para linhas = 0,04.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verifica-se que o teor de lipídios diminuiu com o tempo de armazenamento nas duas embalagens. Até os 20 dias de armazenamento a embalagem Laminada 1 preservou o teor de lipídios, tendo em seguida uma redução até o final do armazenamento. Na embalagem Laminada 2 todas as médias dos 20 aos 120 dias foram estatisticamente menores do que o valor no início do armazenamento. As reduções do teor de lipídios no final do armazenamento (120 dias) em relação ao início (0 dia) foram de 31,4 e 23,3% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente.

Observou-se que, com o tempo de armazenamento, houve uma diminuição nos valores de lipídios da farinha de amêndoas de jaca, provavelmente, provocado pelo aumento da umidade. Semelhantemente, ELIAS et al. (2009), verificou também que os lipídios da farinha de trigo, diminuíram com o tempo de armazenamento em sistema convencional no período de 12 meses.

Com relação ao comportamento dos lipídios entre as embalagens, verifica-se que dos 40 aos 120 dias a embalagem Laminada 2 apresentou os maiores valores de lipídios.

Nas Tabelas C.15 e C.16 (Apêndice C) são apresentadas as análises de variância das regressões polinomiais dos valores dos lipídios da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem. Observa-se para a embalagem Laminada 1 (Tabela C.15), que as equações de regressão de 1°, 2°, 4° e 5° graus foram significativas a 1% de probabilidade de acordo com o teste F; para a equação de regressão do 3° grau o valor do teste F não foi significativo ( $F = 0,1567$  ns). Para a embalagem Laminada 2 a equação de regressão linear foi significativa a 1% de probabilidade ( $F = 110,6187^{**}$ ); as equações polinomiais de 2°, 3° e 4° graus foram significativas a 5% de probabilidade; e a de 5° grau não foi significativa de acordo com o teste F.

Na Tabela 4.20 têm-se as equações de regressões polinomiais propostas para o cálculo dos lipídios da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagens.

Para a embalagem Laminada 1 todas as equações podem ser usadas para a estimativa dos valores dos lipídios da farinha de amêndoas de jaca, em razão dos coeficientes de determinação terem dado valores acima de 0,8. A equação com o maior  $R^2$  foi a polinomial de 5° grau, mas sem nenhum significado físico. Já a equação de regressão linear, com o menor  $R^2$ , mostra a indicação de que a inclinação da reta é significativamente diferente de zero, com o teor de lipídios diminuindo linearmente com o aumento do tempo de armazenamento.

Para a embalagem Laminada 2, todas as equações apresentaram  $R^2 > 0,85$ , podendo qualquer uma ser usada para a estimativa dos lipídios da farinha de amêndoas de jaca válidas para tempos de armazenamento entre 0 (zero) e 120 dias. A equação com maior  $R^2$  foi a de 4° grau, mas com uma significância de apenas 5% de probabilidade; enquanto a linear apresentou o menor  $R^2$ , com uma significância de 1% de probabilidade, devendo-se optar pela linear que também representa a redução do teor de lipídios com o tempo de armazenamento.

**Tabela 4.20** – Equações de regressão propostas para o cálculo de lipídios da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Laminada 1</b>	$LP = 0,8257142857 - 0,0023095238t^{**}$	0,8118
	$LP = 0,8769047619 - 0,0053809523t + 0,0000255952t^2^{**}$	0,9315
	$LP = 0,8698051948 - 0,0013486652t - 0,0001574810t^2^{**}$ $+ 0,0000025220t^3 - 0,0000000106t^4$	0,9496
	$LP = 0,8645670995 + 0,0091886363t - 0,0009137310t^2^{**}$ $+ 0,0000204734t^3 - 0,0000001825t^4 + 0,0000000005t^5$	0,9809
<b>Laminada 2</b>	$LP = 0,8209523809 - 0,0014761904t^{**}$	0,8582
	$LP = 0,8411904761 - 0,0026904761t + 0,0000101190t^2^*$	0,9066
	$LP = 0,8550793650 - 0,0050052910t + 0,0000622023t^2^*$ $- 0,0000002893t^3$	0,9473
	$LP = 0,8642352092 - 0,0095069143t + 0,0002599431t^2^*$ $- 0,0000029598t^3 + 0,0000000111t^4$	0,9977

LP – lipídios (%); t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p$  – valor < 0,01); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

#### 4.4.9 - Análise de cor

Na Tabela B.9 (Apêndice B) tem-se a análise de variância para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagem. Observa-se que as fontes de variação tempo de armazenamento, tipo de embalagem e a interação tempo de armazenamento versus tipo de embalagem foram significativas a 1% de probabilidade de acordo com o teste F.

Na Tabela 4.21 são apresentados os valores médios de luminosidade das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem. Verifica-se nas duas embalagens que todos os valores médios da luminosidade

da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento são estatisticamente superiores ao do tempo zero dia, exceto o valor aos 100 dias na embalagem Laminada 1. Apesar disto, a variação ocorre entre o tempo zero e os demais, não se configurando uma tendência progressiva da luminosidade com o tempo de armazenamento, mas ocorrendo um clareamento das amostras durante o armazenamento em relação ao tempo inicial. MALHEIROS (2007) também verificou clareamento durante o armazenamento da erva-mate tipo chimarrão acondicionada em embalagem laminada durante 12 semanas de estocagem em câmara a 25 °C e umidade relativa de 75%.

Entre as embalagens, nota-se que os valores da luminosidade da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento foram maiores na embalagem Laminada 1, exceto no tempo de 100 dias.

**Tabela 4.21** – Valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	30,96 fA	30,96 gA
20	40,87 cA	39,59 cB
40	37,53 eA	36,87 fB
60	38,99 dA	38,64 eB
80	41,42 aA	40,91 aB
100	27,48 gB	38,85 dA
120	41,07 bA	40,27 bB

MG = 37,46; CV = 0,08%; DMS para colunas = 0,08; DMS para linhas = 0,05.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nas Tabelas C.17 e C.18 (Apêndice C) são apresentadas as análises de variância das regressões polinomiais dos valores de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagem. Verifica-se que, para as embalagens Laminada 1 e Laminada 2, as equações polinomiais de 1°, 2°, 3°, 4° e 5° graus foram significativas a 1% de probabilidade de acordo com o teste de F.

Na Tabela 4.22 são apresentadas as equações de regressão propostas para o cálculo de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de

armazenamento para dois tipos de embalagem. Para a embalagem Laminada 1, apesar de terem apresentado significância, as equações linear, quadrática, cúbica e de 4º grau explicam muito pouco da variação observada da luminosidade com o tempo de armazenamento ( $R^2 < 0,6$ ). Desta forma, apenas a equação polinomial de 5º grau,  $R^2 > 0,9$ , deve ser utilizada para estimar a luminosidade da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento.

**Tabela 4.22** – Equações de regressão propostas para o cálculo de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação**	$R^2$
<b>Laminada 1</b>	$L = 36,2477381 + 0,0090059t$	0,0052
	$L = 34,0622222 + 0,1401369t - 0,0010927t^2$	0,0962
	$L = 30,9272222 + 0,6626369t - 0,0128490t^2 + 0,0000653t^3$	0,4308
	$L = 31,8653391 + 0,2013961t + 0,0074117t^2 - 0,0002083t^3 + 1 \times 10^{-6}t^4$	0,5162
	$L = 30,8856962 + 2,1721109t - 0,13402422t^2 + 0,0031490t^3 - 0,0000310t^4 + 1 \times 10^{-7}t^5$	0,9736
	<b>Laminada 2</b>	$L = 34,7445238 + 0,05446428t$
	$L = 32,85206349 + 0,16801190t - 0,00094623t^2$	0,6642
	$L = 31,85095238 + 0,33486375t - 0,00470039t^2 + 0,00002085t^3$	0,7524
	$L = 31,34861471 + 0,58184644t - 0,01554949t^2 + 0,00016737t^3 - 6 \times 10^{-7}t^4$	0,8158
	$L = 30,96258297 + 1,35841363t - 0,07128282t^2 + 0,00149033t^3 - 0,00001327t^4 + 4 \times 10^{-8}t^5$	0,9995

L – luminosidade; t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

Observando-se os valores dos  $R^2$  das equações de regressão para a embalagem Laminada 2, verifica-se que apenas as equações de quarto e quinto grau ( $R^2 > 0,8$ ) devem ser utilizadas para prever os valores da luminosidade da farinha de amêndoas de jaca. Neste caso, estas equações explicam acima de 80% da variação observada para luminosidade.

Na Tabela B.10 tem-se a análise de variância para o parâmetro de cor intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagens laminadas. Constata-se que as fontes de variação avaliadas tempo de armazenamento, tipo de embalagem, e para a interação entre os tempos de armazenamento e os tipos de embalagem houve efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.23 têm-se os valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem laminada. A intensidade de vermelho foi reduzida entre o tempo zero e os demais tempos, em ambas as embalagens; entre 20 e 120 dias as variações não demonstram relação progressiva decrescente com o tempo. Desta maneira, a cor da farinha tornou-se, com o tempo de armazenamento nas duas embalagens, menos intensa com relação ao vermelho. Contrariamente, LIMA (2006) verificou para a farinha de facheiro, acondicionada em embalagem de polietileno, que a intensidade de vermelho aumentou com o tempo de armazenamento sob condições ambientais.

**Tabela 4.23** – Valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	14,71 aA	14,71 aA
20	11,25 eB	11,48 dA
40	12,91 cB	13,78 bA
60	12,12 dB	12,59 cA
80	12,05 dB	12,29 cA
100	10,25 fB	13,58 bA
120	13,30 bA	12,62 cB

MG = + 12,69; CV = 1,03%; DMS para colunas = 0,34; DMS para linhas = 0,22.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Comparando-se os valores entre as embalagens nos diferentes tempos, constata-se que a embalagem Laminada 2 resultou nos maiores valores de intensidade de vermelho em relação à embalagem Laminada 1, exceto em 120 dias.

Nas Tabelas C.19 e C.20 (Apêndice C) são apresentadas as análises de variância das regressões polinomiais dos valores de intensidade de vermelho da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagens laminadas. Verifica-se nestas tabelas que todas as equações polinomiais (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> graus) testadas apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F em ambas as embalagens.

Na Tabela 4.24 são apresentadas as equações de regressão propostas para o cálculo de intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagens laminadas.

**Tabela 4.24** – Equações de regressão propostas para o cálculo de intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação**	R <sup>2</sup>
<b>Laminada 1</b>	$a = 13,128333333 - 0,0126547619t$	0,1431
	$a = 14,121587301 - 0,072249999t + 0,000496626t^2$	0,4074
	$a = 14,044920634 - 0,059472222t + 0,000209126t^2 + 0,000001597t^3$	0,4102
	$a = 14,65232323 - 0,358111832t + 0,013327335t^2 - 0,000175561t^3 + 0,000000738t^4$	0,9138
	$a = 14,673037518 - 0,399782070t + 0,016317960t^2 - 0,000246551t^3 + 0,000001417t^4 - 0,000000002t^5$	0,9166
<b>Laminada 2</b>	$a = 13,38585714 - 0,00634523t$	0,0645
	$a = 13,86722222 - 0,03510714t + 0,00023968t^2$	0,1750
	$a = 14,31611111 - 0,10992195t + 0,00192301t^2 - 0,00000935t^3$	0,3480
	$a = 14,47533189 - 0,18820550t + 0,00536174t^2 - 0,00005579t^3 + 0,00000019t^4$	0,4100
	$a = 14,68906204 - 0,61815934t + 0,03621903t^2 - 0,00078826t^3 + 0,00000720t^4 - 2 \times 10^{-8}t^5$	0,9590

a – intensidade de vermelho; t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

Para a embalagem Laminada 1, apesar de todas as equações terem sido significativas, deve-se utilizar apenas as equações de 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> graus para estimar os valores da intensidade de vermelho da farinha de amêndoas de jaca, por apresentarem R<sup>2</sup> > 0,8. Ainda nesta embalagem, constata-se pela equação linear a tendência de redução da intensidade de vermelho com o tempo de armazenamento.

Para a embalagem Laminada 2, apenas a equação polinomial pode ser utilizada para predizer a intensidade de vermelho da farinha de amêndoas de jaca, sendo a única

com  $R^2 > 0,8$ . Da mesma forma que na embalagem Laminada 1 verifica-se também pela equação linear a tendência de redução da intensidade de vermelho com o tempo.

Na Tabela B.11 (Apêndice B) tem-se a análise de variância para o parâmetro de cor intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento e dois tipos de embalagens laminadas. Verifica-se para as fontes de variação tempo de armazenamento e tipo de embalagem e para a interação de ambas as fontes de variação, que o teste F foi significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.25 são apresentados os valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) das amostras de farinha de amêndoas de jaca, armazenadas durante 120 dias em dois tipos de embalagem laminada. Da mesma forma que a intensidade de vermelho, os valores da intensidade de amarelo da farinha de amêndoas de jaca nos tempos de 20 a 120 dias nas duas embalagens foram inferiores ao do tempo zero dia, exceto para o tempo 60 dias na embalagem Laminada 1 e para o tempo 100 dias na embalagem Laminada 2. Ao longo do armazenamento, as variações nos valores não apresentaram relação progressiva decrescente com o tempo. Entretanto, constata-se que as amostras tornaram-se menos amarelas com o tempo de armazenamento.

**Tabela 4.25** – Valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Tempo (dias)	Embalagens	
	Laminada 1	Laminada 2
0	15,25 aA	15,25 bA
20	12,98 eA	12,28 fB
40	13,52 dA	12,62 eB
60	15,18 aA	13,76 cB
80	13,96 cA	13,62 cB
100	11,46 fB	15,61 aA
120	14,89 bA	13,17 dB

MG = +13,82; CV = 0,44%; DMS para colunas = 0,16; DMS para linhas = 0,10.

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nas Tabelas C.21 e C.22 (Apêndice C) são apresentadas as análises de variância das regressões polinomiais para os valores de intensidade de amarelo (+b\*) para farinha de

amêndoas de jaca em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagens laminadas. Constata-se na Tabela C.21 que os valores do teste F foram significativos a 1% de probabilidade para todas as equações de regressões testadas para a embalagem Laminada 1. De acordo com a análise de variância para a embalagem Laminada 2 (Tabela C.22) as equações polinomiais de 1º, 2º, 3º e 5º graus foram significativas a 1% de probabilidade e a equação de 4º grau foi significativa a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4.26 são apresentadas as equações de regressão propostas para o cálculo de intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para os dois tipos de embalagem. Para a embalagem Laminada 1 apenas as equações de 4º e 5º grau devem ser utilizadas para estimar a intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, em razão dos valores de  $R^2 > 0,8$ .

Para a embalagem Laminada 2 a equação linear e a quadrática apresentaram os menores valores de  $R^2$  com baixa precisão, não sendo recomendado o uso destas equações. Já as equações de 3º, 4º e 5º graus podem ser utilizadas para estimar com precisão superior a 80% a intensidade de amarelo da farinha de amêndoas de jaca, destacando-se principalmente a de 5º grau ( $R^2 > 0,9$ ).

**Tabela 4.26** – Equações de regressão propostas para o cálculo da intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, em função do tempo de armazenamento para dois tipos de embalagem

Embalagem	Equação	R <sup>2</sup>
	$b = 14,2848809 - 0,0065654t^{**}$	0,0424
	$b = 14,7326984 - 0,0334345t + 0,0002239t^2^{**}$	0,1017
	$b = 14,6110317 - 0,0131567t - 0,0002323t^2 + 2,5 \times 10^{-6}t^3^{**}$	0,1095
<b>Laminada 1</b>	$b = 15,3491486 - 0,3760642t + 0,0157089t^2 - 0,0002127t^3^{**}$ $+ 8 \times 10^{-7}t^4$	0,9289
	$b = 15,2552200 - 0,1871112t + 0,0021479t^2^{**}$ $+ 0,0001091t^3 - 0,0000021t^4 + 1 \times 10^{-8}t^5$	0,9940
	$b = 13,60357142 + 0,00265476t^{**}$	0,0082
	$b = 14,09841269 - 0,02703571t + 0,00024742t^2^{**}$	0,0940
	$b = 15,17063492 - 0,20573941t + 0,00426825t^2^{**}$ $- 0,00002233t^3$	0,8129
<b>Laminada 2</b>	$b = 15,14362193 - 0,19245803t + 0,00368484t^2^{*}$ $- 0,00001445t^3 - 3 \times 10^{-8}t^4$	0,8142
	$b = 15,26901875 - 0,44471464t + 0,02178901t^2^{**}$ $- 0,00044420t^3 + 0,00000408t^4 - 1 \times 10^{-8}t^5$	0,9519

b – intensidade de amarelo; t – tempo (dia); \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p$  – valor < 0,01); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

#### 4.4.11 - Análise microbiológica

Encontram na Tabela 4.27 os resultados da análise microbiológica da farinha de amêndoas de jaca referentes aos coliformes fecais, bactérias mesófilas e bolores e leveduras, avaliadas no início (0 dia) e ao final do armazenamento (120 dias).

Os valores médios das contagens microbiológicas para bactérias do grupo coliformes fecais, expressos como Número Mais Provável por grama (NMP g<sup>-1</sup>), no tempo

inicial (0 dia) e ao final do armazenamento (120 dias) resultaram em NMP g<sup>-1</sup> igual a zero para as duas embalagens estudadas.

Observa-se que houve presença de bactérias mesófilas, nas duas embalagens no início e ao final do armazenamento, com valor superior ao final do armazenamento (120 dias) na embalagem Laminada 1. Uma causa deste fato pode ter sido a manipulação do material quando coletado para análise. Mas, segundo BRASIL (1978) a legislação brasileira estabelece limite máximo para bactérias mesófilas de 100.000 Unidades Formadoras de Colônia (UFC), para cada grama de farinha, valor este ainda superior ao encontrado nas amostras em estudo.

De acordo com os dados obtidos para bolores e leveduras observou-se que os valores, para a embalagem Laminada 1, estão dentro do permitido já que BRASIL (2005) estabelece o limite de 1.000 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) tanto para o *Bacillus cereus* quanto para bolores e leveduras, para cada grama de farinha. Mas para a embalagem Laminada 2 houve contaminação deste, provavelmente pelo aumento de atividade de água, ou absorção de umidade durante o armazenamento, condição ótima para o desenvolvimento desses microrganismos.

**Tabela 4.27** – Análise microbiológica da farinha de amêndoas de jaca armazenada em dois tipos de embalagens

Parâmetro microbiológico	Embalagem	Tempo de armazenamento (dia)	
		0	120
Coliformes fecais (NMP/g)	Laminada 1	0,0	0,0
	Laminada 2	0,0	0,0
Bactérias mesófilas (UFC/g)	Laminada 1	1,2 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>
	Laminada 2	1,2 x 10 <sup>2</sup>	8 x 10 <sup>2</sup>
Bolores e leveduras (UFC/g)	Laminada 1	8,7 x 10	1 x 10 <sup>2</sup>
	Laminada 2	8,7 x 10	3 x 10 <sup>4</sup>

NMP/g - Número Mais Provável por grama; UFC/g - Unidades Formadoras de Colônia por grama

#### 4.5 - Análise sensorial

Foram feitos testes pré-eliminatórios elaborando-se pães de forma com adição de diferentes concentrações de farinha de amêndoas de jaca variando entre 30 e 50%.

Entretanto verificou-se que não ocorreu panificação, em razão da quantidade de farinha de trigo não ter proporcionado o teor de glúten necessário para panificação.

Na Tabela 4.28 apresentam-se os valores médios do teste afetivo de aceitação, obtidos com a aplicação da escala hedônica numérica de 9 pontos (Figura 3.5), onde se avaliou o grau de gostar ou desgostar dos pães de forma fabricados com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca. Observa-se que não houve diferenças significativas entre as notas médias dos atributos aroma, aparência e textura nas três amostras avaliadas. Já para o atributo cor nota-se uma pequena diferença significativa da amostra com 10% de farinha de amêndoas de jaca em relação à amostra com 20% da farinha. Para o atributo sabor observa-se que houve diferença significativa entre a amostra com 10% de farinha de amêndoas de jaca e as demais amostras, porém não se verificou diferença significativa entre as amostras com 15 e 20% de farinha de amêndoas de jaca.

Observa-se que todas as notas médias ficaram entre 6 e 7 que corresponde a “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente”, respectivamente. BEZERRA (2006), ao avaliar sensorialmente o pão elaborado com adição de diferentes concentrações de farinha de pinhão (5, 10 e 25%) verificaram também notas médias para o aroma e sabor variando entre 6 e 7.

**Tabela 4.28** – Valores médios da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações de farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se o grau de gostar ou desgostar

Concentração da farinha de amêndoas de jaca (%)	Nota				
	Aroma	Aparência	Cor	Sabor	Textura
10	7,46 a	7,68 a	7,57 a	7,23 a	7,56 a
15	6,93 a	7,45 a	7,13 ab	6,00 b	7,07 a
20	7,16 a	7,25 a	6,94 b	6,26 b	6,81 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.29 encontram-se os valores percentuais da análise sensorial do pão de forma fabricado com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de amêndoas de jaca em diferentes concentrações, segundo a ordenação de preferência. Os dados foram obtidos através da aplicação da ficha (Figura 3.6) onde o indivíduo manifestou sua

preferência em relação aos produtos que lhe foram oferecidos. Segundo os percentuais obtidos, observa-se que a amostra “mais preferida” foi a com adição de 10% da farinha de amêndoas de jaca de acordo com a preferência de 69,12% dos provadores; a amostra considerada como “intermediária” foi a com 15% de adição de farinha de amêndoas de jaca para 57,35% da preferência dos provadores; e por fim os pães com adição de 20% de farinha de amêndoas de jaca foram considerados por 42,65% dos provadores como a amostra “menos preferida”.

**Tabela 4.29** – Valores percentuais da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, segundo a ordenação de preferência.

Concentração da farinha de amêndoas de jaca (%)	Menos preferida (%)	Intermediária (%)	Mais preferida (%)
10	20,59	10,29	69,12
15	36,76	57,35	25,00
20	42,65	32,35	5,88

Na Tabela 4.30 encontram-se os valores médios da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações da farinha de amêndoas de jaca, onde se avaliou a textura numa de escala variável de 1 (muito duro) à 7 (muito mole). Observa-se que não houve diferença significativa entre as amostras analisadas, onde a nota média de 4 corresponde ao atributo “nem mole nem duro”.

**Tabela 4.30** – Valores médios da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações de farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se a textura

Concentração da farinha de amêndoas de jaca (%)	Avaliação da textura (nota média)
10	4,66 a
15	4,69 a
20	4,66 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.31 encontram-se os valores médios do teste de intenção de consumo do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações de farinha de amêndoas de jaca. Verifica-se que houve diferenças significativas entre as notas médias dadas à amostra com adição de 10% de farinha de amêndoas de jaca em relação às com adição de 15 e 20% de farinha de amêndoas de jaca. Apesar da nota média atribuída a amostra com 10% (nota 5) corresponder a “comeria freqüentemente”, 42,65% dos provadores atribuíram nota 7 (comeria sempre) ao produto.

**Tabela 4.32** – Valores médios das notas da análise sensorial do pão de forma fabricado com adição de diferentes concentrações de farinha de amêndoas de jaca, avaliando-se a intenção de consumo.

<b>Concentração da farinha de amêndoas de jaca (%)</b>	<b>Aceitação (nota média)</b>
10	5,28 a
15	3,47 b
20	3,44 b

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com os valores da Tabela 4.28 também se pode observar que não houve diferença significatva entre as notas médias da intenção de consumo em relação às amostras com 15 e 20% de farinha de amêndoas de jaca.

Os valores percentuais para cada atributo na amostra com 15% de farinha de amêndoas de jaca foram: 4,41% dos provadores atribuíram nota 7 (comeria sempre), 14,71% dos provadores atribuíram nota 6 (comeria muito freqüentemente), 7,35% dos provadores atribuíram nota 5 (comeria freqüentemente), 16,18% dos provadores atribuíram nota 4 (comeria ocasionalmente), 20,59% atribuíram nota 3 (comeria raramente), 27,94% atribuíram nota 2 (comeria muito raramente) e 8,82% atribuíram nota 1 (nunca comeria).

Os valores percentuais para cada atributo na amostra com 20% de farinha de amêndoas de jaca foram: 13,23% dos provadores atribuíram nota 7 (comeria sempre), 8,82% dos provadores atribuíram nota 6 (comeria muito freqüentemente), 7,35% dos provadores atribuíram nota 5 (comeria freqüentemente), 16,18% dos provadores atribuíram nota 4 (comeria ocasionalmente), 8,82% atribuíram nota 3 (comeria raramente), 25% atribuíram nota 2 (comeria muito raramente) e 20,59% atribuíram nota 1 (nunca comeria).

## **5 - CONCLUSÕES**

A secagem das amêndoas de jaca é bem interpretado pelos modelos de Page, Henderson & Pabis, Lewis e Cavalcanti Mata;

As farinhas de amêndoas de jaca mantiveram-se bem conservadas durante o armazenamento por 120 dias em embalagens laminadas metalizadas e transparentes, do tipo PET metalizada e do tipo BOPP transparente;

Durante o armazenamento as farinhas apresentaram aumento de umidade, no teor de fibra bruta e no parâmetro de cor luminosidade; Tiveram reduzidos os teores de açúcares redutores, pH e parâmetros de cor intensidade de vermelho e intensidade de amarelo; O teor de proteína bruta manteve-se sem alterações;

O tipo de embalagem não fez diferença, ao longo do armazenamento, sobre a manutenção do teor de amido, pH, proteína bruta e fibra bruta; A opacidade e a maior espessura da embalagem de PET proporcionou menor ganho de umidade em 120 dias, mas não aumentou a estabilidade da composição inicial das amostras em relação à embalagem BOPP;

A substituição de 10% da farinha de trigo por farinha de amêndoas de jaca, na produção de pães, foi mais aceita que percentuais maiores;

Dentre os modelos avaliados o de GAB foi que melhor se ajustou aos dados experimentais das isotermas e adsorção de umidade da farinha de amêndoas de jaca.

## **6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; Comparação de Modelos Matemáticos para Descrição da Cinética de Secagem de Camada Fina de Sementes de Feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n.3, p. 349-353, 1999.

ALVES, R. M. V. **Embalagens para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas**. Campinas: CETEAL/ITAL, 2001. 12p.

AOAC - **Official of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14. ed. Washington: Williams Horwitz, 1997. 1141p.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 2, p. 111–118, 2007.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; BRUNO, L. M.; PINTO, G. A. S. Métodos de conservação de alimentos In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2004. p.97-133.

AZZOUZ, S.; JOMAA, W.; BELGHITH, A. Drying kinect equation of single layer of grapes. In: **Internacional Drying Symposium**, 11, 1998, Halkidiki, Greece. **Proceedings...Greece**: A. S. Mujumdar, 1998. v.B., p.988-997.

BALBACH, A. **As frutas na medicina doméstica**. 18. ed. São Paulo: EDEL, 1990. 370p.

BARBOSA, M. C. A. **Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases**. 2002. 100f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BELMIRO, T. M. C.; QUEROIZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA, M. C. T. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóboras durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 1000-1007, 2010.

BEZERRA, J. R. M. V. B.; GONZÁLES, S. L.; KOPF, C. RIGO, M.; BASTOS, R. G. B. Elaboração de pães com farinha de pinhão. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 8, n. 1, p. 70-81, 2006.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v. 65, p. 489 – 495, 2004.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 223p.

BOQUET, R.; CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. Equations of fitting water sorption isoters of foods II.Evaluation of varius two parameters models. **Journal of Food Tecnology**, v. 13, p. 327-329, 1978.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; DELLA LUCIA, S. M.; MORAES, P. C.; PEREIRA, A. R. F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B.CEPPA**, v.24, n.1, p.145-162, jan./jun. 2006.

BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C., Sementes de jaca (*Artocapus integrifólia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas em ingredientes tipo cookie. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 317 – 321, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.º 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo, 2005. 1000p.

BRASIL. Resolução - CNNPA n.º 12 de 24 de julho de 1978.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Theory and simulation of grain drying: drying and storage of grains and oilseeds.** Westport: AVI Publishing Company, 1992. 214p.

CABELLO, C.; SCHMIDT, M. C. Características de expansibilidade, densidade e amidos resistentes em biscoitos extrudidos a partir de misturas de farinha e fécula de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 1, n. 1, p. 19-29, 2005.

CESTARI, A. R.; VIEIRA, E. F. S., NASCIMENTO, A. J. P.; SANTOS FILHA, M. M.; AIROLDI, C. Factorial design evaluation of some experimental factors for phenols oxidation using crude extracts from jackfruit (*Artocarpus integrifolia*). **J. Braz. Chem. Soc.**, v.13, n.2, p.260-265, 2002.

CHAPPER, M.; LOUREIRO, M. E.; MOSQUIM, P. R.; ARAÚJO, W. L.; PEREIRA, A.; FINGER, F. L.; SIMÕES, A. N. Mudanças metabólicas após acondicionamento a 15 °C de tubérculos de batata armazenados a baixa temperatura. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 700-705, 2004.

CHAVES, J. B. P. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, 1999. 81 p.

CHAVES, M. G; SGROPPO, S. C.; AVANZA, J. R. Isotermas de adsorción de berenjenas deshidratadas. **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas**, Resumen E-081, 2004b.

CHEN, C.; WU, P. Thin layer drying model for rough rice with high moisture content, **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 80, n. 1, p. 45-52, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, p. 899-910, 1999.

CORRÊA, P. C.; ALMEIDA, F. A. C. Comparação de modelos matemáticos de equilíbrio higroscópico para semente e fibra de algodão herbáceo, cultivar redenção. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 1999.

COSTA, T. L.; MARQUES, L. F.; PAIXÃO, F. J. R.; PEREIRA, I. E.; PEREIRA, T. D. Ciência de secagem da semente da jaca. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005. **Anais...** UFPB: João Pessoa, 2005. CD.

DANTAS, A. C. V. L.; SANTOS, K. V.; LÔRDELO, L. S.; SANTOS, R. O. S. Germinação e vigor de plântulas de jaqueira em função do tamanho da semente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/ SBF, 2000. CD-ROM.

DATAMARK Ltda **Dados de embalagens.** Disponível em: [http://www.datamark.com.br/newdatamark/ASP/FS/FS\\_PK\\_P.ASP](http://www.datamark.com.br/newdatamark/ASP/FS/FS_PK_P.ASP). Acesso em: 31 mar. 2004.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frntas exóticas.** Jaboticabal: Funep, 1998. 279p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Champagnat, 1996, 123p.

EL-DASH, A.A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinha mistas:** uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (EMBRAPA – SPI), 1994. v. 6.

ELIAS, M. C.; LOPES, V.; GUTKOSKI, L. C.; OLIVEIRA, M.; MAZZUTTI, S.; DIAS, A. R. G. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. Embrapa 16). **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 25-30, 2009.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos alimentos.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 270 p.

FEITOSA, R.M. **Processamento e armazenamento das amêndoas de jaca**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande.

FERNANDES, Z. F.; MARTINS, G. C.; PIRES E. M. F.; GUERRA N. B. Estudo da estabilidade de farelos utilizados na alimentação humana. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 186-193, 1992.

FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciências Agrotécnicas**, v.29, n.4, p.795-802, 2005.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 251 – 255, 2003

FERREIRA, J. C.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; BRAGA, M. E. D. Cinética de congelamento de polpa de umbu a duas temperaturas criogênicas In: CONGRESO LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2000, Irapuato. **Anais...** 2000.

FRANCO, B.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1997. 307p.

GÁLVEZ, A. V.; ARAVENA, E. L.; MONDACA, R. L. Isotermas de adsorción em farinha de maíz (*Zea mays* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 821 – 827, 2006.

GAMA, T. M. M. T. B. **Estudo comparativo dos aspectos físico-químicos do pinhão nativo e do pinhão proveniente de processos de polinização controlada de *Araucária angustifolia* e da influência do tratamento térmico**. 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M., SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44p.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1998. 284p.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isoterma de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **J. Res. Nat. Bur. of standards**, v.81A, n.1, p.89-96, 1977.

GUEDES, A. M. M.; FARIAS, L. J. G. Determinação da constante de secagem de urucum (*Bixa orellana* L.) em secador convectivo de leito fixo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 1, p. 73-86, 2000.

GUES, J. A. M.; LIMA, I. A. Análise de coliformes totais e fecais: um comparativo entre técnicas oficiais VRBA e Petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 2., 2006. **Anais...** n. 1. p. 1-6, 2006.

HANLON, J. F. **Handbook of package engineering**. New York: McGraw Hill, 1971. 345p.

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory: I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agr. Eng. Res.**, v. 33, p. 169-174, 1961.

HOSENEY, R.C. Principles of Cereal Science and Technology. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, AACC, 1990, p.76-87.

ICMSF - COMISSÃO INTERNACIONAL PARA ESPECIFICAÇÕES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS. São Paulo: Varela, 1997. 377p.

- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.
- KRAMER, V.; GINKEL, L. V. Rapid determination of crude fibre in cereal. **Cereal Chemistry**, v. 29. n. 4, p. 239-251, 1952.
- LANARA - Laboratório Nacional de Referencia Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - métodos físicos e químicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. v. 2.
- LAWLESS, H.; HEYMAN, G.V. **Sensory evaluation of foods**. 1999. 827 p.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n.1, p. 65-69, 2002.
- LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A.; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. **Revista Rafzes e Amidos Tropicais**, v. I, n. 1, p. 49-68, 2005.
- LEWIS, W. K. The rate of drying of solid materials. **Journal of Ind. Engineering. Chem.**, v. 5, p. 427-432, 1921.
- LIMA, A. S.; MARCELLINI, P. S.; RAMOS, A. L. D.; MENEZES, A. L. M.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. A. Produção de pães de forma com incorporação de farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM.
- LIMA, E. E. **Produção e armazenamento da farinha de facheiro**. 2006. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- LIMA, J. R. **Vida de prateleira de amêndoas de castanha de caju em embalagens comerciais**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropic, 2002. 3p. (Comunicado Técnico), LOFRANO, C. S. **Jaqueira**. 2005. disponível em: [www.saojoseonline.com.br/fotos/jaca.htm](http://www.saojoseonline.com.br/fotos/jaca.htm).

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 320p.

MALHEIROS, G. C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas: 2. Técnicas de produção e mercado. feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2002. 327 p.

MENDEZ, M.H.M.; DERIVI, S.C.N.; RODRIGUES, M.C.R.; FERNANDES, M.L. **Tabela de composição de alimentos**. Niterói: EDUFF, 1995.

MORAES, G. M. D.; MESQUITA, P. C.; VASCONCELOS, P. M.; CAVALCANTE, D. D.; TEXEIRA, J. M. D. Utilização tecnológica da farinha das sementes de jaca, como fonte alternativa de carboidratos na elaboração de pães. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROM.

MOREIRA, M. F. P. **Secagem de gel agar**. 2000. Dissertação (Mestrado em engenharia química), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

MOTTA, J. D. **Construção e avaliação do colorímetro para produtos agrícolas**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PACHECO, S. G. A. **Estabilidade oxidativa de óleo de peixe encapsulado em acondicionado em diferentes tipos de embalagens em condições ambiente**. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.73–77, 2001.

PENA, R. S.; RIBEIRO, C. C.; GRANDI, J. G. Influência da temperatura nos parâmetros de modelos bi-paramétricos que predizem isotermas de adsorção de amido do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 229-232. 1997.

PEREIRA, I. E. **Secagem e armazenamento do tomate em pó**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PIMENTEL, M. L.; ARAÚJO, M. R. A.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N. Armazenamento do milho a nível de fazenda. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 10, n. 3, p. 45-58, 1988.

REIS, K. C.; PEREIRA, J.; LIMA, L. C. O.; PINHO, R. G. V.; MORAIS, A. R. A aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 338-345, 2005.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher/ Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p.

RIBEIRO, V. F.; SOUZA, A. D. L.; GUIMARÃES, A. C.; SILVEIRA, F. P. C. N.; BENVIDES, C.; Produção de pão caseiro com substituição parcial da farinha de trigo por caroço de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.) cozido. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 6., 2005, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA, 2005b. CD-ROM.

SANTOS, C. T. **Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais**. 2009. 73 f. (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

SILVA, A. L.; OLIVEIRA, B. S.; CARNESSOLI, M. A. G.; LIRA, M. L.; SILVA, G. F. Otimização da relação água/massa utilizada para produção de amido de semente de jaca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA. CD-ROM.

SILVA, E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos**. Quarta edição. Varela editora e Livraria. São Paulo, 2001.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, L. M. S. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros/Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe, 2002. 216p.

SILVA, M.R. **Caracterização química e nutricional da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.): desenvolvimento e otimização de produtos através de testes sensoriais afetivos**. Campinas, 1997. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

SILVA, R. N. G.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1179-1184, 2005.

SILVEIRA, P. L. **Estudo da elaboração de passas da polpa, aproveitamento dos caroços e resíduos da jaca (*Artocarpus heterophyllus*)**. 2000. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SILVEIRA, P. L.; FIOREZE, R. Avaliação físico-química da farinha dos caroços de jaca (*artocarpus integrifolia*) variedade dura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, p. 5.9.

SOUZA, J. F.; SANTOS, R. M.; CARNELOSSI, M. A. G.; NARAIN, N.; SILVA, G. F. Avaliação de aceitabilidade de biscoitos produzidos com farinha de semente de jaca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA. CD-ROM.

SOUZA, M. P.; MORTOLA, V. B.; SILVA, R. R.; PORTO, P. S. S.; PINTO, L. A. A. Isotermas de sorção para cebola (*Allium cepa L.*) utilizando soluções ácidas e soluções salinas saturadas In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 17., 2000, Rio Grande. **Anais...** Rio grande: FURG. 2000.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993, 338 p.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

TEDRUS, G. A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; SPERANZA, S. M.; CHANG, Y. K.; BUSTOS, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.I, p.20-25, 2001.

TEXEIRA NETO, R. O.; QUAST, D. G. Isotermas de adsorção de umidade em alimentos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.8, n.1, p.141-197, 1977.

TIBURCIO, D. T. S. **Enriquecimento protéico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto**. 2000. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TULYATHAN V.; TANANUWONG K.; SONGJINDA P.; JAIBOON N. Some physicochemical properties of jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus Lam.*) Seed Flour and Starch. **ScienceAsia**, v. 28. p. 37 – 41, 2002.

VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. Curvas de secagem de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 145-153, 1992.

**APÊNDICE A**

**Tabela A.1** - Valores médios experimentais da razão de umidade (RU) das amêndoas de jaca secas (cv. mole) a 160 °C em função do tempo de secagem

<b>Tempo (min)</b>	<b>RU (adimensional)</b>
0	0,9952
5	0,9341
10	0,8582
15	0,7902
20	0,7291
25	0,6641
30	0,6178
35	0,5734
40	0,5054
45	0,4700
50	0,4345
55	0,3941
60	0,3695
65	0,3399
70	0,3123
75	0,2857
80	0,2630
85	0,2394
90	0,2069
95	0,1862
100	0,1674
105	0,1467
110	0,1300
115	0,1152
120	0,1034
130	0,0846
140	0,0689
150	0,0580
160	0,0511
180	0,0433

---

---

200	0,0393
240	0,0314
280	0,0255
340	0,0226
400	0,0167
460	0,0098
520	0,0000

---

**Tabela A.2** - Valores médios experimentais da razão de umidade (RU) das amêndoas de jaca secas (cv. mole) a 180 °C em função do tempo de secagem

---

<b>Tempo (min)</b>	<b>RU (adimensional)</b>
0	0,9999
5	0,8877
10	0,7954
15	0,7240
20	0,6605
25	0,5930
30	0,5413
35	0,4907
40	0,4420
45	0,3785
50	0,3358
55	0,3001
60	0,2663
65	0,2345
70	0,2047
75	0,1819
80	0,1570
85	0,1372
90	0,1232
95	0,1103
100	0,1003

---

110	0,0805
120	0,0685
130	0,0585
140	0,0535
160	0,0426
180	0,0386
220	0,0287
260	0,0248
320	0,0179
380	0,0099
500	0,0030
640	0,0000

**Tabela A.3** - Valores médios experimentais da razão de umidade (RU) das amêndoas de jaca secas (cv. mole) a 200 °C em função do tempo de secagem

<b>Tempo (min)</b>	<b>RU (adimensional)</b>
0	1,0000
5	0,9048
10	0,8107
15	0,7185
20	0,5649
25	0,4727
30	0,3954
35	0,3145
40	0,2411
45	0,1707
50	0,1211
55	0,0834
60	0,0586
65	0,0437
70	0,0347
75	0,0288
85	0,0228

---

95	0,0169
115	0,0099
135	0,0050
175	0,0020
215	0,0000

---

**APÊNDICE B**

**Tabela B.1 - Análise de variância da umidade (%) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem**

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	31,22839	5,20473	34,9887 **
Embalagem	1	6,57543	6,57543	44,2032 **
Tempo x Embalagem	6	1,60422	0,26737	1,7974 ns
Tratamentos	13	39,40803	3,03139	20,3784 **
Resíduo	28	4,16513	0,14875	
Total	41	43,57316		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela B.2 - Análise de variância de amido (%) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem**

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	105,97217	21,19443	17,1732 **
Embalagem	1	12,16893	12,16893	9,8601 **
Tempo x Embalagem	5	15,55855	3,11171	2,5213 ns
Tratamentos	11	133,69966	12,15451	9,8484 **
Resíduo	24	29,61978	1,23416	
Total	35	163,31943		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela B.3** - Análise de variância de acidez total titulável (% ácido oléico) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	3,84486	0,64081	27,9743 **
Embalagem	1	1,62840	1,62840	71,0871 **
Tempo x Embalagem	6	2,40015	0,40002	17,4629 **
Tratamentos	13	7,87341	0,60565	26,4392 **
Resíduo	28	0,64140	0,02291	
Total	41	8,51481		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela B.4** - Análise de variância de açúcares redutores (% glicose) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	0,51710	0,10342	376072,24 **
Embalagem	1	0,01464	0,01464	53240,0000 **
Tempo x Embalagem	5	0,00543	0,00109	3952,4582 **
Tratamentos	11	0,53717	0,04883	177578,50 **
Resíduo	24	0,00001	0,00000	
Total	35	0,53718		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p\text{-valor} < 0,01$ )

**Tabela B.5** - Análise de variância de pH farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	0,96809	0,16135	880,0823 **
Embalagem	1	0,00012	0,00012	0,6364 ns
Tempo x Embalagem	6	0,01010	0,00168	9,1818 **
Tratamentos	13	0,97831	0,07525	410,4785 **
Resíduo	28	0,00513	0,00018	
Total	41	0,98344		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela B.6** - Análise de variância de proteína bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	0,36265	0,06044	8,5157 **
Embalagem	1	0,00275	0,00275	0,3878 ns
Tempo x Embalagem	6	0,12651	0,02109	2,9708 *
Tratamentos	13	0,49191	0,03784	5,3313 **
Resíduo	28	0,19873	0,00710	
Total	41	0,69065		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela B.7** - Análise de variância de fibra bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	1,13688	0,18948	20,3855 **
Embalagem	1	0,09964	0,09964	10,7200 **
Tempo x Embalagem	6	0,61876	0,10313	11,0950 **
Tratamentos	13	1,85527	0,14271	15,3541 **
Resíduo	28	0,26026	0,00929	
Total	41	2,11553		

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios dos desvios; F - Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

**Tabela B.8** - Análise de variância de lipídios (%) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	0,27575	0,04596	93,7006 **
Embalagem	1	0,02149	0,02149	43,8107 **
Tempo x Embalagem	6	0,03033	0,00505	10,3058 **
Tratamentos	13	0,32756	0,02520	51,3730 **
Resíduo	28	0,01373	0,00049	
Total	41	0,34130		

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios dos desvios; F - Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

**Tabela B.9** - Análise de variância da luminosidade (L\*) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	565,84386	94,30731	98530,0258 **
Embalagem	1	12,92595	12,92595	13504,7264 **
Tempo x Embalagem	6	185,75955	30,95992	32346,1899 **
Tratamentos	13	764,52936	58,80995	61443,2323 **
Resíduo	28	0,02680	0,00096	
Total	41	764,55616		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

**Tabela B.10** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	6	43,88971	7,31495	428,1327 **
Embalagem	1	4,27524	4,27524	250,2230 **
Tempo x Embalagem	6	14,69130	2,44855	143,3097 **
Tratamentos	13	62,85625	4,83510	282,9906 **
Resíduo	28	0,47840	0,01709	
Total	41	63,33465		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

**Tabela B.11** - Análise de variância do amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, durante o armazenamento em dois tipos de embalagem

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tempo	6	27,35176	4,55863	1206,4417 **
Embalagem	1	0,18534	0,18534	49,0491 **
Tempo x Embalagem	6	35,18915	5,86486	1552,1363 **
Tratamentos	13	62,72624	4,82510	1276,9629 **
Resíduo	28	0,10580	0,00378	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>62,83204</b>		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

**APÊNDICE C**

**Tabela C.1** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de umidade (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	8,47802	8,47802	59,3818 **
Regressão quadrática	1	0,34184	0,34184	2,3943 ns
Regressão cúbica	1	0,83437	0,83437	5,8441 *
Regressão 4º grau	1	0,09901	0,09901	0,6935 ns
Regressão 5º grau	1	0,01099	0,01099	0,0770 ns
Desvios	1	0,25207	1,7655 ns	
Tratamento	6	10,01630	1,66938	11,6927 **
Resíduo	14	1,99880	0,14277	
Total	20			

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.2** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de umidade (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	20,18506	20,18506	130,4466 **
Regressão quadra	1	1,71706	1,71706	11,0965 **
Regressão cúbica	1	0,34892	0,34892	2,2549 ns
Regressão 4º grau	1	0,32594	0,32594	2,1064 ns
Regressão 5º grau	1	0,04003	0,04003	0,2587 ns
Desvios	1	0,19929	0,19929	1,2879 ns
Tratamento	6	22,81630	3,80272	24,5752 **
Resíduo	14	2,16633	0,15474	
Total	20	24,98264		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.3** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de amido (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L	S.Q	Q.M	F
Regressão linear	1	64,49669	64,49669	48,6423 **
Regressão quadrática	1	0,00613	0,00613	0,0046 ns
Regressão cúbica	1	23,78713	23,78713	17,9398 **
Regressão 4º grau	1	1,46092	1,46092	1,1018 ns
Regressão 5º grau	1	1,83658	1,83658	1,3851 ns
Tratamento	5	91,58745	18,31749	13,8147 **
Resíduo	12	15,91126	1,32594	
Total	17			

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.4** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de amido (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	20,77656	20,77656	18,1871 **
Regressão quadrática	1	3,43595	3,43595	3,0077 ns
Regressão cúbica	1	3,54098	3,54098	3,0997 ns
Regressão 4º grau	1	0,63839	0,63839	0,5588 ns
Regressão 5º grau	1	1,55139	1,55139	1,3580 ns
Tratamento	5	29,94328	5,98866	5,2423 **
Resíduo	12	13,70851	1,14238	
Total	17	43,65179		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.5** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de acidez total titulável (% ácido oléico) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,03280	0,03280	1,1724 ns
Regressão quadrática	1	0,05610	0,05610	2,0050 ns
Regressão cúbica	1	1,03201	1,03201	36,8824 **
Regressão 4º grau	1	1,02206	1,02206	36,5271 **
Regressão 5º grau	1	0,12267	0,12267	4,3842 ns
Desvios	1	2,18693	2,18693	78,1579 **
Tratamento	6	4,45258	0,74210	26,5215 **
Resíduo	14	0,39173	0,02798	
Total	20	4,84431		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.6** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de acidez total titulável (% ácido oléico) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,11367	0,11367	6,3739 *
Regressão quadrática	1	0,06638	0,06638	3,7223 ns
Regressão cúbica	1	0,85805	0,85805	48,1150 **
Regressão 4º grau	1	0,28576	0,28576	16,0238 **
Regressão 5º grau	1	0,46543	0,46543	26,0990 **
Desvios	1	0,00314	0,00314	0,1760 ns
Tratamento	6	1,79243	0,29874	16,7517 **
Resíduo	14	0,24967	0,01783	
Total	20	2,04210		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.7** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de açúcares redutores (% glicose) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,14030	0,14030	404051,64 **
Regressão quadrática	1	0,05569	0,05569	160388,74 **
Regressão cúbica	1	0,01758	0,01758	50640,1385 **
Regressão 4º grau	1	0,00033	0,00033	960,7803 **
Regressão 5º grau	1	0,00001	0,00001	29,9046 **
Tratamento	5	0,21391	0,04278	123214,24 **
Resíduo	12	0,00000	0,00000	
Total	17	0,21392		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.8** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de açúcares redutores (% glicose) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,20316	0,20316	1001873,30 **
Regressão quadrática	1	0,08452	0,08452	416795,01 **
Regressão cúbica	1	0,01970	0,01970	97127,1730 **
Regressão 4º grau	1	0,00029	0,00029	1410,4697 **
Regressão 5º grau	1	0,00096	0,00096	4757,4429 **
Tratamento	5	0,30862	0,06172	304392,68 **
Resíduo	12	0,00000	0,00000	
Total	17	0,30862		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.9** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de pH da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,12420	0,12420	579,6056 **
Regressão quadrática	1	0,00358	0,00358	16,7130 **
Regressão cúbica	1	0,09245	0,09245	431,4333 **
Regressão 4º grau	1	0,18440	0,18440	860,5343 **
Regressão 5º grau	1	0,04723	0,04723	220,4167 **
Desvios	1	0,00676	0,00676	31,5638 **
Tratamento	6	0,45863	0,07644	356,7111 **
Resíduo	14	0,00300	0,00021	
Total	20	0,46163		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.10** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de pH da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,11663	0,11663	765,3828 **
Regressão quadrática	1	0,01003	0,01003	65,8359 **
Regressão cúbica	1	0,09680	0,09680	635,2500 **
Regressão 4º grau	1	0,20958	0,20958	1375,3636 **
Regressão 5º grau	1	0,08580	0,08580	563,0859 **
Desvios	1	0,00072	0,00072	4,7067 *
Tratamento	6	0,51956	0,08659	568,2708 **
Resíduo	14	0,00213	0,00015	
Total	20	0,52170		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

**Tabela C.11** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de proteína bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,11514	0,11514	33,9134 **
Regressão quadrática	1	0,00329	0,00329	0,9679 ns
Regressão cúbica	1	0,05780	0,05780	17,0238 **
Regressão 4º grau	1	0,09775	0,09775	28,7890 **
Regressão 5º grau	1	0,01329	0,01329	3,9141 ns
Desvios	1	0,02890	0,02890	8,5110 *
Tratamento	6	0,31616	0,05269	15,5199 **
Resíduo	14	0,04753	0,00340	
Total	20	0,36370		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.12** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de proteína bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,04253	0,04253	1,2287 ns
Regressão quadrática	1	0,00029	0,00029	0,0084 ns
Regressão cúbica	1	0,05120	0,05120	1,4794 ns
Regressão 4º grau	1	0,10546	0,10546	3,0470 ns
Regressão 5º grau	1	0,00158	0,00158	0,0455 ns
Desvios	1	0,19100	0,19100	5,5188 *
Tratamento	6	0,39205	0,06534	1,8880 **
Resíduo	14	0,48453	0,03461	
Total	20	0,87658		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.13** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de fibra bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,33966	0,33966	31,9899 **
Regressão quadrática	1	0,03182	0,03182	2,9968 ns
Regressão cúbica	1	0,01244	0,01244	1,1716 ns
Regressão 4º grau	1	0,19500	0,19500	18,3655 **
Regressão 5º grau	1	0,00006	0,00006	0,0058 ns
Desvios	1	0,17151	0,17151	16,1532 **
Tratamento	6	0,75049	0,12508	11,7805 **
Resíduo	14	0,14865	0,01062	
Total	20	0,89914		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.14** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de fibra bruta (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,68849	0,68849	86,3646 **
Regressão quadrática	1	0,00003	0,00003	0,0033 ns
Regressão cúbica	1	0,19992	0,19992	25,0785 **
Regressão 4º grau	1	0,11159	0,11159	13,9974 **
Regressão 5º grau	1	0,00059	0,00059	0,0738 ns
Desvios	1	0,00453	0,00453	0,5681 ns
Tratamento	6	1,00514	0,16752	21,0143 **
Resíduo	14	0,11161	0,00797	
Total	20	1,11675		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.15** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de lipídios (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,17922	0,17922	561,7313 **
Regressão quadrática	1	0,02641	0,02641	82,7910 **
Regressão cúbica	1	0,00005	0,00005	0,1567 ns
Regressão 4º grau	1	0,00394	0,00394	12,3643 **
Regressão 5º grau	1	0,00691	0,00691	21,6716 **
Desvios	1	0,00422	0,00422	13,2252 **
Tratamento	6	0,22076	0,03679	115,3234 **
Resíduo	14	0,00447	0,00032	
Total	20	0,22523		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.16** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de lipídios (%) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,07322	0,07322	110,6187 **
Regressão quadrática	1	0,00413	0,00413	6,2374 *
Regressão cúbica	1	0,00347	0,00347	5,2458 *
Regressão 4º grau	1	0,00430	0,00430	6,5013 *
Regressão 5º grau	1	0,00016	0,00016	0,2398 ns
Desvios	1	0,00003	0,00003	0,0491 ns
Tratamento	6	0,08531	0,01422	21,4820 **
Resíduo	14	0,00927	0,00066	
Total	20	0,09458		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 < p < 0,05$ ); ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ )

**Tabela C.17** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	2,72520	2,72520	3840,8876 **
Regressão quadrática	1	48,14691	48,14691	67858,0677 **
Regressão cúbica	1	176,90805	176,90805	249333,49 **
Regressão 4º grau	1	45,17658	45,17658	63671,6928 **
Regressão 5º grau	1	241,84443	241,84443	340854,57 **
Desvios	1	13,96201	13,96201	19678,0013 **
Tratamento	6	528,76319	88,12720	124206,12 **
Resíduo	14	0,00993	0,00071	
Total	20	528,77312		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.18** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores de luminosidade ( $L^*$ ) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	99,66964	99,66964	69306,7053 **
Regressão quadrática	1	36,10057	36,10057	25103,0475 **
Regressão cúbica	1	18,04002	18,04002	12544,3863 **
Regressão 4º grau	1	12,95361	12,95361	9007,4798 **
Regressão 5º grau	1	37,55317	37,55317	26113,1302 **
Desvios	1	0,09703	0,09703	67,4694 **
Tratamento	6	204,41405	34,06901	23690,3698 **
Resíduo	14	0,02013	0,00144	
Total	20	204,43418		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.19** – Análise de variância da regressão polinomial para os valores da intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	5,38080	5,38080	1154,2074 **
Regressão quadrática	1	9,94446	9,94446	2133,1321 **
Regressão cúbica	1	0,10580	0,10580	22,6946 **
Regressão 4º grau	1	18,93881	18,93881	4062,4624 **
Regressão 5º grau	1	0,10813	0,10813	23,1941 **
Desvios	1	3,13491	3,13491	672,4524 **
Tratamento	6	37,61291	6,26882	1344,6905 **
Resíduo	14	0,06527	0,00466	
Total	20	37,67818		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela B.20** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores da intensidade de vermelho (+a\*) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	1,35280	1,35280	45,8430 **
Regressão quadrática	1	2,31629	2,31629	78,4930 **
Regressão cúbica	1	3,62702	3,62702	122,9102 **
Regressão 4º grau	1	1,30136	1,30136	44,0998 **
Regressão 5º grau	1	11,51151	11,51151	390,0946 **
Desvios	1	0,85911	0,85911	29,1128 **
Tratamento	6	20,96810	3,49468	118,4256 **
Resíduo	14	0,41313	0,02951	
Total	20	21,38123		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.21** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores da intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	1,44834	1,44834	974,8470 **
Regressão quadrática	1	2,02145	2,02145	1360,5900 **
Regressão cúbica	1	0,26645	0,26645	179,3413 **
Regressão 4º grau	1	27,96725	27,96725	18824,1097 **
Regressão 5º grau	1	2,22329	2,22329	1496,4447 **
Desvios	1	0,20280	0,20280	136,5006 **
Tratamento	6	34,12958	5,68826	3828,6389 **
Resíduo	14	0,02080	0,00149	
Total	20	34,15038		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

**Tabela C.22** - Análise de variância da regressão polinomial para os valores da intensidade de amarelo (+b\*) da farinha de amêndoas de jaca, armazenada durante 120 dias na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	0,23680	0,23680	42,3226 **
Regressão quadrática	1	2,46827	2,46827	441,1373 **
Regressão cúbica	1	20,69389	20,69389	3698,4823 **
Regressão 4º grau	1	0,03746	0,03746	6,6946 *
Regressão 5º grau	1	3,96254	3,96254	708,1986 **
Desvios	1	1,38494	1,38494	247,5204 **
Tratamento	6	28,78390	4,79732	857,3926 **
Resíduo	14	0,07833	0,00560	
Total	20	28,86223		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* - significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* - significativo a 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )