



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB**  
**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**ALIMENTOS**

**FARINHA DA SEMENTE DE JACA:**  
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E**  
**PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

**CALILA TEIXEIRA SANTOS**

**ITAPETINGA**  
**BAHIA – BRASIL**  
**2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**CALILA TEIXEIRA SANTOS**

**FARINHA DA SEMENTE DE JACA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA  
E PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, como parte integrante das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração em Engenharia de processos de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.**

**Orientador:**

**Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo**

**Co-orientadores:**

**Prof<sup>º</sup>. D.Sc. Luis Antonio Minim**

**Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Jane Sélia dos Reis Coimbra**

**ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL**

**2009**

664.804 Santos, Calila Teixeira.

S234f Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais./Calila Teixeira Santos. – Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2009.  
73p. Il.

Dissertação do Programa de Pós-Graduação “*Strictu Senso*” do Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo e Co-orientadores, Prof<sup>o</sup>. D.Sc. Luis Antonio Minim e Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Jane Sélia dos Reis Coimbra.

Dissertação revisada e normalizada por Rogério Pinto de Paula – CRB 1746-6 Reg.

1. Engenharia de Processos de Alimentos – Farinha de Jaca. 2. Semente de jaca – Proteína - Solubilidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos de Alimentos. II. Bonomo, Renata Cristina Ferreira (Orientadora). III. Minim, Luís Antônio (Co-orientador). IV. Coimbra, Jane Sélia dos Reis (Co-orientador). V. Título.

CDD(21): 664.804

#### **Catálogo na Fonte:**

Rogério Pinto de Paula – CRB 1746-6 Reg.

Diretor da Biblioteca Regina Célia Ferreira Silva – BIRCEFS

Presidente do Conselho de Bibliotecas da UESB

UESB – Campus de Itapetinga-BA

#### **Índice Sistemático Para Desdobramentos Por Assunto:**

1. Engenharia de Processos de Alimentos – Farinha de Jaca
2. Semente de jaca – Proteína - Solubilidade

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**Área de Concentração Engenharia de Processos de Alimentos**

*Campus de Itapetinga-BA*

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título:** “Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais”.

**Autora:** Calila Teixeira Santos

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Alimentos**, área de concentração em **Engenharia de Processos de Alimentos**, pela banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo - UESB  
Presidente

---

Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Alexilda Oliveira de Souza - UESB

---

Prof<sup>o</sup>. D.Sc. Baraquízio Braga do Nascimento Júnior - UESB

Data da defesa: 20/07/2009.

*Agradeço a Deus pela benção da vida e por me ampara em todos os momentos principalmente nos mais difíceis não deixando que desanimasse.*

*Aos Bons Amigos Espirituais que sempre estiveram ao meu lado, nos momentos de alegrias e aprendizagem.*

*Agradeço à minha mãe, Ivonete, pela oportunidade da vida e de poder estar aqui hoje.*

*Aos meus irmãos, Fabrine, Vincci, Emmanuel, Edmilson, a minha sobrinha Fabiane pelo apoio carinho e torcida, e muitas pelas boas recordações que aliviam a distância e que me motiva a continuar.*

*À Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia (UESB) e o Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos (PPG-EAL), pela oportunidade concedida.*

*À FAPESB pelo auxílio financeiro.*

*Aos amigos da época do colegial, que se tornaram irmãos do meu coração (Carol Maximo, Pat, Adriano, Tiana, Balbi, Mateus, Rapha e Franklin) que hoje se encontram distantes, mas que nem por isso deixaram de me dá apoio, carinho e afeto.*

*As amigas-irmãs Intrometidas (Dinha, Cheu, Tamy e Day) pelo apoio, pela cumplicidade e momentos de muita alegria e a certeza que a amizade é para todo sempre.*

*Aos companheiros do CESS e JEAL por partilharem comigo durante todo esse tempo de muito carinho e amizade. Se fosse nomear um a uma faltaria papel, mas saibam que cada um tem um lugar reservado em meu coração.*

*Aos meus professores, a todos, pois cada um na sua maneira contribuiu e muito para minha formação acadêmica transmitindo o que tinham de melhor.*

*À minha orientadora professora Renata Bonomo, pelo apoio, incentivo, auxílio, pela amizade e confiança.*

*Aos professores e amigos, Paulo Bonomo, Rafael Fontan, Luciano Brito e Cristiane Veloso, pela confiança, apoio, incentivo, orientação, motivação e amizade.*

*Aos coordenadores do Laboratório de Engenharia de Processo, do Laboratório de Forragencultura, ao pessoal da UECO, assim como a todos os outros Laboratórios por facilitarem a realização das análises aqui apresentadas.*

*Aos colegas de curso, Gutto, Alexsandra, Jaime, Rosáli, Normane, Jaime, Ítalo, Josué, Luciana, Márcia, Silvânia, pelo respeito e companheirismo.*

*Aos amigos do Laboratório de Engenharia de Processos (LEP), Milene, Maryana, Rúbner, Vanessa, Evaldo, Márcio, pelos momentos agradáveis e auxílio.*

*Aos amigos Manú (Rita), Magda Vieira, Ray (Edu Caldas), Dalvinha, Cleá por todo apoio, generosidade e amizade.*

*Ao meu amigo de todas às horas, Adair Nolasco. Pela presença constante, generosidade, exemplo de fé, tranqüilidade, por todos os conselhos e incentivo.*

*À Família Porto Sales pelo cuidado, carinho, atenção, generosidade e amizade.*

*À Edelzuita, Luciene pela torcida constante e amizade.*

*Às minhas primas Carolina Teixeira e Andresa Teixeira que embora não estejam tão próximas, estão sempre presentes. Obrigada pela amizade.*

*Aos funcionários UESB- IT pela paciência, dedicação e lealdade.*

*À Bárbara (MEALI-IT) pela paciência, compreensão e fidelidade.*

*A todos que contribuíram de alguma forma para realização desse trabalho e não foram aqui citados, meus sinceros agradecimentos.*

**AGRADEÇO!**

*A minha mãe, Sr<sup>a</sup> Ivonete, guerreira e vitoriosa.  
Aos meus irmãos Fabrine, Vincci, Emmanuel e o mais novo mascote  
dos Teixeira's Edmilson.  
E a todos que como eles acreditaram e ajudaram-me na conquista de  
mais um sonho.*

***DEDICO!***

*O início da sabedoria é a admissão da própria ignorância.  
Todo o meu saber consiste em saber que nada sei... e o fato de  
saber isso, me coloca em vantagem sobre aqueles que acham  
que sabem alguma coisa.*

*(Sócrates)*

## RESUMO

SANTOS, Calila Teixeira. Farinha da Semente de Jaca. Caracterização físico-química e propriedades funcionais. Itapetinga-BA: UESB, 2009, 73p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos).\*

O aproveitamento das sementes na alimentação humana é feito há bastante tempo. Dos subprodutos existentes da jaca, as sementes da jaqueira (15 a 25% do fruto), são muito usadas na alimentação humana, podendo ser cozidas ou torradas em forno ou assadas à brasa e além de serem nutritivas, são saborosas. As propriedades funcionais são as várias características que a proteína hidratada propicia ou com a qual contribui em um produto alimentício possibilitando variação na: solubilidade, capacidade de absorção e retenção de água e óleo, viscosidade, capacidade emulsificante, e formação de géis e espumas. No presente trabalho realizou-se a caracterização físico-química, e determinaram-se algumas propriedades funcionais das proteínas da farinha da semente de jaca. O estudo das propriedades funcionais foi conduzido em sistemas de diversas composições, a temperatura ambiente, e o comportamento da proteína nesses sistemas foi avaliado, em função do tipo de sal e concentração dos mesmos. O conteúdo protéico na solubilidade foi quantificado pelo método de Bradford. De acordo com os resultados encontrados pode-se concluir que todas as propriedades funcionais estudadas no presente trabalho sofreram influência quanto ao tipo de sal, sua concentração e pH. Os resultados mostraram que para a solubilidade das proteínas da farinha de semente de jaca o melhor sistema foi o que utilizou o citrato de sódio na concentração de 0,25 mol/L. Para as propriedades emulsificantes os melhores resultados foram na presença do sal citrato ( $1186 \leq CE \leq 3739$ ) e para a estabilidade na presença do sal cloreto de sódio ( $2,61 \leq EE \leq 100$ ). As propriedades espumantes foram favorecidas na presença de sal em relação à formação de espumas, mas o mesmo não ocorreu para a estabilidade que em alguns pHs e concentrações foi nula. Conforme os resultados obtidos podemos inferir que a farinha da semente de jaca pode ser utilizada como fonte de proteína e que as suas propriedades tecnológicas são influenciadas pela variação do pH e da concentração e do tipo de sal.

**Palavras-chave:** Proteína; Solubilidade; Jaca.

---

\*Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo, UESB e Co-orientadores: Prof<sup>o</sup>. D.Sc. Luís Antônio Minim, UFV e Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Jane Sélia dos Reis Coimbra, UFV.



## ABSTRACT

SANTOS, C.T. Flour of the pit of jack fruit: physiochemical characterization and functional properties. Itapetinga-BA: UESB, 2009, 73p. (Dissertation - Master's degree in Engineering of Processes of Foods).<sup>(1)</sup>

The use of seeds as food has been done for a long time. Among the jackfruit byproducts, the seeds (15 to 25% of fruit) can be baked or roasted and then consumed as food, being nutritious and are tasty. The functional properties are the various characteristics provided by the hydrated protein which allow the variation of solubility, absorption capacity and retention of water and oil, viscosity, emulsifying capacity, and formation of gels and foams of food products. In the present work, the physical-chemical and some functional properties of the jackfruit seed flour and proteins were determined. The study of functional properties was carried out in systems of several compositions at room temperature, and the behavior of the protein in these systems was evaluated according to the type of salt and their concentration. The protein concentration in the solubility experiments was determined by Bradford method. According to the results we can conclude that all the functional properties studied in this work were influenced by the type and the concentration of salt and pH. From the results, it can be verified that the best system in terms of proteins solubility was the one using sodium citrate at a concentration of 0.25 mol / L. The best results for emulsifying properties were those obtained in presence of salt citrate ( $EC \geq 1186 \leq 3739$ ) and for stability, in presence of salt sodium chloride ( $2.61 \leq EE \leq 100$ ). The foaming properties were enhanced by the presence of salt in terms of foaming, although it did not occur for stability, since this property assumed zero values for some pHs and concentrations. According to the obtained results, it can be inferred that the flour of jackfruit seeds may be used as a source of protein and that its technological properties are influenced by pH and the concentration and type of salt.

Keywords: Protein; Solubility; Jack fruit

---

<sup>1</sup> Advisor: Prof<sup>ª</sup>. Renata Cristina Ferreira Bonomo, D.Sc., UESB e Co-advisors: Prof<sup>º</sup>. Luís Antônio Minim, D.Sc., UESB end Prof<sup>ª</sup>. Jane Sélia dos Reis Coimbra, D.Sc., UESB.

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b>	Propriedades funcionais das proteínas que influem em diferentes sistemas alimentícios.....	22
<b>Tabela 2-</b>	Composição química da farinha da semente de jaca ( <i>Artocarpus integrifolia</i> L.).....	42
<b>Tabela 3-</b>	Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade (g de proteína/100g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca ( <i>Artocarpus intergrifolia</i> L.), Citrato de Sódio.....	44
<b>Tabela 4-</b>	Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade (g de proteína/100g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca ( <i>Artocarpus intergrifolia</i> L.), Cloreto de Sódio.....	46
<b>Tabela 5-</b>	Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade(g de proteína/100g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca ( <i>Artocarpus intergrifolia</i> L.), Sulfato de Sódio.....	47
<b>Tabela 6-</b>	Efeito do pH e da adição de sal na Capacidade de Absorção de Água(%)......	49
<b>Tabela 7-</b>	Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Ácidos graxos.....	51
<b>Tabela 8-</b>	Medias da Capacidade de Absorção de Óleo.....	52
<b>Tabela 9-</b>	Efeito do pH e da concentração salina na capacidade emulsificante (mL de óleo/ g de proteína).....	53
<b>Tabela 10-</b>	Efeito do pH e da Concentração Salina na Estabilidade Emulsificante.....	55
<b>Tabela 11-</b>	Efeito do pH e concentração salina na formação de espuma das proteínas da semente da semente de jaca.....	57
<b>Tabela 12-</b>	Estabilidade espumante após 20 minutos.....	59

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b>	a) Jaca fechada; b) Jaca aberta; c) Semente de jaca; d) Farinha da semente de jaca.....	18
<b>Figura 2-</b>	Fluxograma de obtenção da farinha da semente de jaca.....	33
<b>Figura 3-</b>	Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH(2,0 a 10,0) e concentração de Citrato de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L <sup>-1</sup> . T= 25°C.....	45
<b>Figura 4-</b>	Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH(2,0 a 10,0) e concentração de Cloreto de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L <sup>-1</sup> . T= 25°C.....	46
<b>Figura 5-</b>	Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH(2,0 a 10,0) e concentração de Sulfato de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L <sup>-1</sup> . T= 25°C.....	48
<b>Figura 6-</b>	Efeito do pH e da concentração de sal na Capacidade de Absorção de Água(%CAA): A- Citrato de Sódio; B- Cloreto de Sódio; C- Sulfato de Sódio.....	50
<b>Figura 7-</b>	Efeito do pH e da adição de sal na capacidade emulsificante: A- Citrato de Sódio; B-Cloreto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.....	54
<b>Figura 8-</b>	Efeito do pH e da adição de sal na Estabilidade Emulsificante: A- Citrato de Sódio; B-Cloreto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.....	56
<b>Figura 9-</b>	Efeito do pH e da concentração salina no aumento do volume. A- Citrato de Sódio; B-Cloreto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%CAA-	Porcentagem da Capacidade de Absorção de Água
%CAO-	Porcentagem da Capacidade de Absorção de Óleo
%S-	Porcentagem de Solubilidade
ACEA-	Altura da camada emulsificada antes do aquecimento
ACEP-	Altura da camada emulsificada após aquecimento
CAA-	Capacidade de Absorção de Água
CAO-	Capacidade de Absorção de Óleo
CE-	Capacidade Emulsificante
EE-	Estabilidade da Emulsão
FAO -	Food and Agriculture Organization
KCl-	Cloreto de Potássio
M.P.-	Massa de proteína no sobrenadante
M.S.-	Massa do sobrenadante.
NaCl-	Cloreto de Sódio
NaHCO <sub>3</sub> -	Bicarbonato de Sódio
PAS-	Massa da amostra em gramas
PS-	Massa do sedimento em gramas
S-	Solubilidade, g de proteína/100g de solução
VANH-	Volume antes da homogeneização
VAPH-	Volume após homogeneização

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
<b>2.1 Jaca</b> .....	17
<b>2.2 Isolados Protéicos de Semente Vegetais</b> .....	19
<b>2.3 Propriedades Funcionais</b> .....	20
<b>2.3.1 Solubilidade</b> .....	22
<b>2.3.2 Capacidade de Absorção de Água e Óleo</b> .....	24
<b>2.3.3 Propriedades de Emulsão</b> .....	26
<b>2.3.4 Propriedades Espumantes</b> .....	29
<b>2.4 Fatores que Influenciam na Funcionalidade da Proteína</b> .....	30
<b>2.4.1 Efeito do pH</b> .....	30
<b>2.4.2 Efeito do Sal</b> .....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
<b>3.1 Materiais</b> .....	33
<b>3.2 Métodos</b> .....	33
<b>3.2.1 Caracterização Físico-Química</b> .....	33
<b>3.2.1.1 Umidade</b> .....	33
<b>3.2.1.2 Cinzas</b> .....	34
<b>3.2.1.3 Fibras</b> .....	34
<b>3.2.1.4 Proteína</b> .....	35
<b>3.2.1.2.5 Lipídeos Totais (Extrato Etéreo)</b> .....	36
<b>3.2.1.2.6 Carboidratos</b> .....	36
<b>3.2.2 Propriedades Funcionais</b> .....	37
<b>3.2.2.1 Efeito do pH e Concentração Salina na Solubilidade da Farinha do Caroço de Jaca</b> .....	37
<b>3.2.2.2 Capacidade de Absorção de Água e Óleo</b> .....	37
<b>3.2.2.2.1 Capacidade de Absorção de Água (CAA)</b> .....	38
<b>3.2.2.2.2 Capacidade de Absorção de Óleo (CAO)</b> .....	38
<b>3.2.2.3 Propriedades Emulsificantes</b> .....	39
<b>3.2.2.3.1 Capacidade de Emulsificação (CE)</b> .....	39

3.2.2.3.2 <i>Estabilidade de Emulsão (EE)</i> .....	39
3.2.2.4 <i>Capacidade e Estabilidade de Formação de Espuma</i> .....	40
3.2.2.5 <i>Delineamento Experimental e Análise Estatística</i> .....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>4.1 Caracterização Físico-química</b> .....	41
<b>4.2 Propriedades Funcionais</b> .....	43
4.2.1 <i>Solubilidade</i> .....	43
4.2.1.1 <i>Efeito do pH e da Concentração de Sal na Solubilidade</i> .....	43
4.2.2 <i>Capacidade de Absorção de Água e Óleo</i> .....	49
4.2.2.1 <i>Capacidade de Absorção de Água (CAA)</i> .....	49
4.2.2.2 <i>Capacidade de Absorção de Óleo (CAO)</i> .....	51
4.2.3 <i>Propriedades Emulsificantes</i> .....	52
4.2.3.1 <i>Capacidade Emulsificante (CE)</i> .....	52
4.2.3.2 <i>Estabilidade Emulsificante (EE)</i> .....	54
4.2.4 <i>Propriedades Espumantes</i> .....	57
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	61
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

As proteínas são comumente usadas como ingredientes alimentares que são de fundamental importância na dieta humana, elas também conferem propriedades sensoriais aos alimentos e proporciona condições adequadas de funcionalidade (DAMANDORAN, 1997).

Estudos realizados com alimentos de origem vegetal vêm enfocando a caracterização e perfil dos nutrientes presentes nas sementes dos vegetais como fonte de proteína alternativa na dieta humana. De acordo com POLLONIO (1998), o estudo de novas fontes protéicas com o objetivo de utilizar suas propriedades tecnológicas no processamento de alimentos pode ser justificado por razões de ordem econômica e tecnológica,

A utilização de fontes alternativas, de custos menores, que possam substituir ou simular alimentos protéicos tradicionais depende do conhecimento das propriedades funcionais das suas proteínas e do seu comportamento em determinado sistema alimentar.

Recentes estudos voltados à nutrição humana tratam das preocupações com fontes de proteínas alimentares baratas, isso se torna necessário porque as proteínas animais são caras e estão cada vez mais fora do alcance de muitas pessoas nos países em desenvolvimento. Abundante, as leguminosas são fontes de proteínas mais baratas que servem como fonte de proteína alimentar (LAWAL et al, 2007). Novos compostos ou fontes de proteínas como, concentrados e isolados protéicos, requerem estudos para obter melhor entendimento quanto ao seu comportamento em diversos tipos de sistemas alimentares. Algumas sementes, contendo alto teor de proteínas, têm sido alvo de pesquisas, como é o caso da lentilha (NEVES e LOURENÇO, 1995); do tremoço (LQARI et al., 2002); amaranto (ABUGOCH et al., 2003); tomate (LIADAKIS et al., 1995), entre outros.

A jaca (*Artocarpus integrifolia L*) é originária da Ásia, tendo se aclimatado muito bem no Brasil. É muito rica em carboidratos, vitaminas do complexo B, e em sais minerais. Os bagos são consumidos frescos, e quando processados apresentam-se na forma de doces, compotas, polpas congeladas, refrescos, sucos e outros. Já a semente pode ser consumida assada ou utilizada na culinária para a elaboração de diversos pratos. Atualmente estuda-se a adição da farinha da semente de jaca no preparo de biscoitos, doces e pães, como fonte alternativa de carboidratos (RODRIGUES et al, 2004.).

A escassez de produtos de baixo custo e alto valor nutritivo tem levado pesquisadores a buscar fontes alternativas de proteínas que atendam às questões de baixo custo de produção (*op. cit.*).

Observa-se na literatura ausência de dados a respeito do estudo das propriedades das proteínas presentes na semente de jaca visando aplicações tecnológicas, o que impossibilita a sua utilização como fonte protéica na produção de alimentos em geral. A caracterização de propriedades das proteínas é necessária para fundamentar os estudos básicos e aplicados sobre proteínas de sementes (NEVES, 1998). Tais estudos visam à aplicabilidade do material em novos produtos para a indústria de alimentos ou até mesmo seu uso como um suplemento protéico de sistemas alimentares (FURTADO *et al.*, 2001).

Considerando a importância do desenvolvimento de novos produtos e o a procura por fontes protéicas alternativas com aplicação em alimentos e bebidas e a pouca utilização da semente de jaca que pode ser considerada um resíduo da indústria de processamento desta fruta, objetivou-se no presente trabalho caracterizar físico-quimicamente a farinha da semente de jaca (*Artocarpus integrifolia L.*), bem como as propriedades funcionais tecnológicas da mesma estudo o efeito da variação do pH e da adição e concentração de sais.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

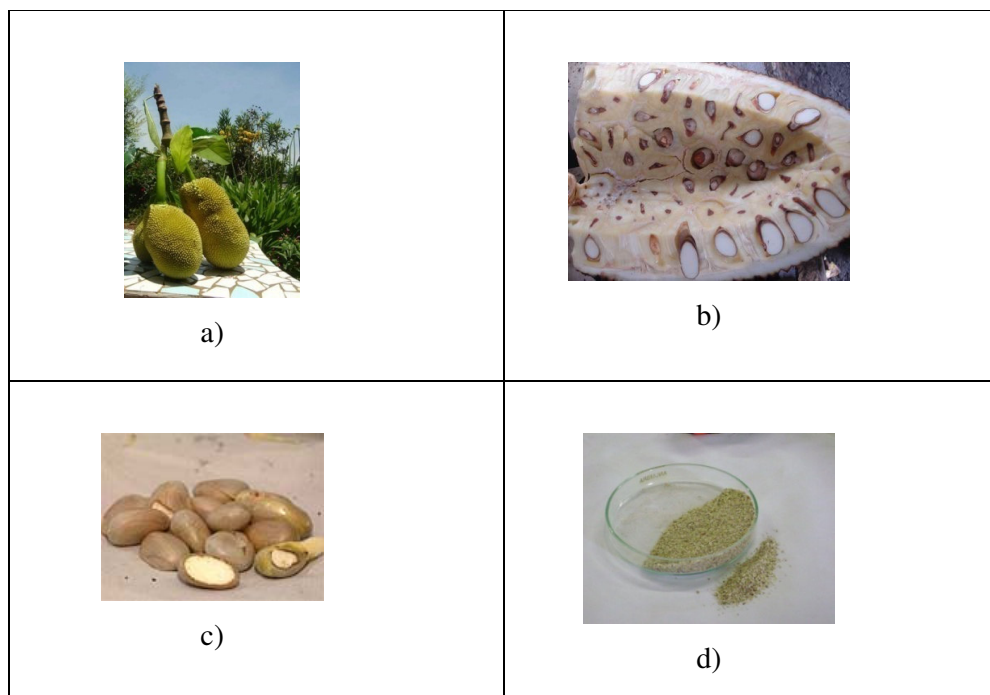
### 2.1 Jaca (*Artocarpus integrifolia* L.)

A jaca (*Artocarpus integrifolia* L) pertence à família *Moraceae* e encontra-se largamente distribuída em países como a Tailândia, Indonésia, Índia, Filipinas e Malásia (CHOWDHURY *et. al.*, 1997). Pela facilidade com que se dissemina, prolifera espontaneamente nas regiões mais quentes do Brasil. Atualmente, é cultivada em toda a região Amazônica e toda a costa tropical brasileira, do Estado do Pará ao Rio de Janeiro (SOUZA *et. al.*, 2009).

A jaca apresenta característica de sazonalidade bem específica, marcada pela concentração da oferta no período de dezembro/abril. Os bagos podem ser de consistência um pouco endurecida ou totalmente mole, daí a distinção de duas variedades muito conhecidas e denominadas popularmente de 'jaca-mole' e 'jaca-dura' (SOUZA *et. al.*, 2009). A jaqueira produz frutos de pesos variados, existem autores na literatura que relatam o peso da fruta individual variando de 2,1 a 20 Kg (JAGADEESH *et. al.*, 2007).

Quando madura, tem cor amarelada e superfície áspera com pequenas saliências. Seu interior é formado por vários gomos, sendo que cada gomo contém um grande caroço recoberto por uma polpa cremosa, doce, viscosa e muito aromática (Figura 1).

O aproveitamento das sementes na alimentação humana é feito há bastante tempo, porém a jaca possui baixa comercialização, mais pode ser encontrada em feiras, mercados, ou no CEASA com facilidade nas épocas chuvosas, de Dezembro a Março, pois é nesta época que os frutos estão prontos para serem consumidos. Dos subprodutos existentes, as sementes da jaqueira (15 a 25% do fruto), são muito usadas na alimentação humana, podendo ser cozidas ou torradas em forno ou assadas à brasa e além de serem nutritivas, são saborosas (SILVA, 2007).



**Figura 1-**a) Jaca fechada; b) Jaca aberta; c) Semente de jaca; d) Farinha da semente de jaca.

Segundo MORTON (1987), as sementes frescas de jaqueira contêm 52 a 58% de umidade; 6,6% de proteína; 0,4% de gordura; 38,4% de carboidratos; 1,5% de fibra; 1,2 a 1,5% de cinzas. De acordo com os mesmos autores, 100 g de sementes frescas contém 0,25 mg de cálcio; 0,18 mg de fósforo total; 2 mg de sódio; 407 mg de potássio; 540 UI de vitamina A; 0,03 mg de tiamina; 4 mg de niacina e 9 mg de ácido ascórbico. Em geral, as sementes frescas são consideradas ricas em amido, pobres em cálcio e ferro, além de boas fontes de vitaminas B1 e B2.

RAHMAN et. al. (1999) estudaram a composição centesimal e a variedade de carboidratos nas jacas mole e dura, de acordo com o grau de maturação e condições climáticas. Estes autores reportaram que o conteúdo de açúcares livre e amido aumentaram com a maturação em ambas as frutas, e que os açúcares que variaram em maiores proporções foram glicose, frutose e sacarose.

## 2.2 Isolados Protéicos de Semente Vegetais

Isolados e concentrados protéicos de origem vegetal são ingredientes de grande importância para a indústria de alimentos. Esses produtos são utilizados como ingredientes nas formulações de diversos alimentos processados, tais como produtos de panificação, laticínios e carnes, para modificar sua qualidade funcional e diminuir custos (MONDOR et al., 2004; L'HOCINE et al., 2006). As proteínas de soja são as mais amplamente utilizadas na indústria de alimentos, não só por seu valor nutricional, mas também devido às suas excelentes propriedades funcionais. No entanto, no Brasil, outras proteínas vegetais têm recebido pouca atenção, entre elas estão as proteínas do amaranto (COSTA & BORGES, 2005).

Grãos de leguminosas ocupam um lugar importante na nutrição do ser humano, especialmente na dieta alimentar dos grupos de pessoas de baixa renda. Eles são fonte importante e barata de proteína, fibra dietética e amido para uma grande parte da população do mundo, principalmente nos países em desenvolvimento (THARANATHAN & MAHADEVAMMA, 2003).

Nas leguminosas as proteínas de reservas são depósitos de nitrogênio e de aminoácidos que sustentam a planta enquanto ela transfere material genético de geração a geração. Essas proteínas têm suprido a maior parte dos aminoácidos essenciais e do nitrogênio amino em nossas dietas desde o aparecimento da agricultura ou da fixação do homem no campo (PHILLIPS, 1997). Os grãos de leguminosas e seus derivados protéicos são a fonte mais rica de proteínas alimentícias de origem vegetal (DESHPANDE, 1992).

Experimentos visando à utilização de resíduos das indústrias de alimentos como fonte alternativa de proteína, vem sendo conduzidos com frequência na tentativa de suprir as necessidades nutricionais diárias com fontes de proteínas eficientes e economicamente viáveis à população em geral. A substituição de alimentos protéicos de origem animal por alimentos protéicos de origem vegetal vem sendo realizada na tentativa de utilização de novas fontes alimentares com boas propriedades tecnológicas e nutritivas (NUNES et al., 2003).

NICANOR et al. (2001), obtiveram isolados protéicos a partir de semente de goiaba com boas propriedades de digestibilidade, sendo mais hidrolisável que o da soja, demonstrando ser boa fonte de proteína, apresentando valores desejáveis de referência diário pela FAO, deficiência em lisina, porém boa fonte de triptofano e metionina, classificada como proteína de boa qualidade nutricional, podendo ser utilizada como ingrediente alimentício.

Estudos com as proteínas da farinha desengordurada, concentrado e isolado protéico de semente de cupuaçu, demonstraram que as proteínas da semente de cupuaçu possuem menor solubilidade que outras proteínas vegetais, nas faixas de pH de obtenção de isolado protéico e uma concentração protéica no concentrado e no isolado protéico de 31,18 e 64,33%, respectivamente (CARVALHO, 2004).

BAGNIS (1984) estudou as propriedades físico-químicas e funcionais tecnológicas de isolados protéicos de oito variedades de semente de girassol, de importância no Brasil, e observou que a concentração protéica nas sementes das diversas variedades variou entre 15,38 e 25,28%.

Estudos realizados com a proteína da semente de gergelim demonstraram que esta proteína é solúvel em pH básico e ácido, apresentando adequadas propriedades emulsificantes, e capacidade de reter óleo e água, com potencial de utilização como ingrediente funcional para alimentos industrializados (KHALID et. al.,2003)

TÉO (2007) estudando as propriedades funcionais de dois concentrados protéicos de farinha de folha de mandioca, um obtido por termo-coagulação ácida e o outro por etanol, observou que os mesmos apresentaram elevadas capacidades de absorção de água e de óleo, boas propriedades emulsificantes, adequada propriedade de formação de gel, e razoáveis propriedades espumantes.

### **2.3 Propriedades Funcionais**

Segundo CÂNDIDO (1998) propriedade funcional é uma propriedade físico-química que pode ser afetada pelo processamento e o comportamento de proteínas em um sistema alimentar, julgada pelos atributos de qualidade do produto final. As propriedades funcionais são as várias características que a proteína hidratada propicia ou com a qual contribui em um produto alimentício possibilitando: solubilidade, hidrofobicidade, capacidade de absorção e retenção de água e óleo, viscosidade, capacidade emulsificante, e formação de géis e espumas.

A funcionalidade de uma proteína reflete as complexas interações entre a composição de aminoácidos, a conformação estrutural e propriedades da proteína em si, bem como sua interação com outros compostos alimentares e com a natureza do meio no qual ela está inserida (KILARA & SHARKASI, 1986).

As várias propriedades funcionais exibidas pelas proteínas podem ser classificadas em: a) propriedades hidrodinâmicas, tais como viscosidade e formação de gel, e; b) propriedades de superfície, como solubilidade, propriedades espumantes e emulsificantes. As primeiras dependem principalmente do tamanho, forma e flexibilidade molecular, enquanto as de superfícies estão mais estritamente relacionadas às características topográficas e químicas da superfície da molécula protéica (DAMODARAM & PARAF, 1997).

A funcionalidade está estritamente relacionada com a estrutura da proteína, e o conhecimento da relação estrutura/funcionalidade permite a modificação de proteínas de modo a torná-las funcionais. As propriedades funcionais das proteínas são influenciadas por diversos parâmetros intrínsecos, além de fatores relacionados às metodologias utilizadas em seu estudo (DUARTE et al., 1998a; DUARTE et al., 1998b; KABIRULLAH e WILLS, 1982).

SGABIERI (1996) afirma que as propriedades funcionais dos alimentos não dependem somente das proteínas, mas também de outros componentes que entrem em sua composição. Daí a dificuldade em se medir a contribuição exata das proteínas de um alimento em relação a determinadas propriedades funcionais. Normalmente a medida de uma propriedade funcional em uma proteína purificada ou isolado protéico não representa a mesma contribuição desta proteína para a propriedade funcional em questão, quando medida no próprio alimento.

O emprego de proteínas vegetais na indústria de alimento depende da versatilidade de suas propriedades funcionais, as quais são influenciadas por fatores intrínsecos, além das condições e método de concentração, sendo a precipitação isoelétrica o procedimento mais amplamente utilizado para concentrar as proteínas (RODRÍGUEZ-AMBRIZ et. al., 2005).

Os diferentes processos a que são submetidos os alimentos durante sua elaboração podem modificar a funcionalidade das proteínas. As mudanças produzidas estão diretamente relacionadas com o tipo e a intensidade do tratamento aplicado. Como se observa na Tabela 1, as propriedades funcionais das proteínas que intervêm em um alimento são muito variadas e poderiam ser classificadas como propriedades hidrodinâmicas, que dependem das interações das proteínas com a água e propriedades ligadas a características de superfície, como a capacidade de formação de espuma e emulsões (ORDONEZ et al., 2005).

O conhecimento das propriedades intrínsecas das proteínas, como seqüência de aminoácidos, conformação, tamanho molecular, ligação intra e intermoleculares e o modo como são afetados pelo meio, aliados a métodos padronizados de medidas de propriedades

funcionais, irá resultar em um grande avanço na área de desenvolvimento de novas fontes protéicas (CANELLA, 1978; KINSELLA, 1982; KITABATAKE et al., 1988).

### 2.3.1 Solubilidade

De acordo com ALOBO, 2003 a solubilidade é um indicador importante da funcionalidade de proteínas em sistemas alimentares e também da extensão da desnaturação decorrente de tratamento térmico ou químico.

A solubilidade é uma propriedade físico-química fundamental das proteínas pela importância que exerce sobre as demais propriedades das proteínas nos alimentos. Em geral, a solubilidade da proteína é influenciada pela maior, ou melhor, afinidade das moléculas de proteínas pelo solvente, que no caso dos alimentos é a água, sendo este o motivo da solubilidade ser classificada como propriedade hidrofílica (SGARBIERI, 1996).

**Tabela 1-** Propriedades funcionais das proteínas que influem em diferentes sistemas alimentícios.

PROPRIEDADE FUNCIONAL	ALIMENTO
Solubilidade, Viscosidade	Bebidas
Viscosidade, Capacidade de absorção de água, Emulsificação	Cremses, sopas, molhos
Formação de massa	Massas alimentícias, pães
Formação de espuma, Emulsificação, Capacidade de absorção de água	Pães, bolos, biscoitos
Geleificação, Formação de espumas	Sobremesas lácteas, merengue
Emulsificação, Viscosidade, Geleificação	Queijos
Geleificação, Capacidade de absorção de água, Emulsificação	Produtos cárneos cozidos
Texturização, Fixação de aromas, Absorção e retenção de água	Similares de carne
Emulsificação	Maionese, manteiga
Geleificação, Formação de espumas	Produtos de ovos
Absorção de gordura	Salsicha, mortadela, lingüiça, patê de carne

**Fonte:** ORDONEZ et al. (2005); CHEFTEL, CUQ e LORIENT (1989).

Esta propriedade depende da composição e seqüência de aminoácidos, massa molecular, conformação da molécula e conteúdo de grupos de aminoácidos polares e apolares, o que determina a densidade e a distribuição de carga. Entretanto a solubilidade também é afetada pelas condições do meio que interfiram em suas características físico-químicas, tais como o pH, a natureza e concentração de íons e força iônica, temperatura e presença de solvente orgânicos (ZAYAS, 1997), os quais reduzem a constante dielétrica do meio e a hidratação das moléculas protéicas, provocam desnaturação e, conseqüentemente, reduzem a solubilidade protéica (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

A solubilidade tende, em geral, ser maior em pH alcalino na faixa de pH 8,0 a 12,0 e em valores de pH ácido, pH 1,0 a 4,0, excesso de cargas de mesmo sinal produz repulsão das moléculas, que contribui para sua maior solubilidade (SGARBIERI, 1996).

De acordo com DAMODARAN & PARAF (1997) a solubilidade protéica está diretamente relacionada com o balanço de hidrofiliicidade/hidrofobicidade, determinado pelas cargas de resíduos laterais de aminoácidos, deste modo á composição de aminoácidos da proteína, afeta suas características de solubilidade.

O pH de menor solubilidade é denominado pI (ponto isoelétrico), no qual o número de cargas positivas e negativas nas moléculas são iguais. Por se compensarem intrinsecamente quanto às cargas de suas cadeias laterais, no pI as moléculas não se repelem, devido à falta das repulsões eletrostáticas, e com isso ocorre a formação de agregados havendo uma precipitação, acarretando a redução da solubilidade (LOURENÇO, 2000). Em valores de pH inferiores e superiores do ponto isoelétrico, as proteínas têm uma carga positiva ou negativa, a qual contribui para um aumento da solubilidade protéica pela hidratação dos resíduos carregados e pelas forças repulsivas eletrostáticas (BADIFU & AKUBOR, 2001).

RODRÍGUEZ-AMBRIZ *et. al.* (2005) observaram mínima solubilidade de isolado protéico de tremço no intervalo de pH 4,0 a 6,0, intervalo em que se situa, normalmente, o ponto isoelétrico das proteínas vegetais. Em pH 2,0, a solubilidade do isolado protéico foi de 91% e em pH 10,0 foi de 99%.

CHEL-GUERREIRO *et. al.* (2002) encontraram a menor solubilidade, em torno de 5%, do isolado protéico de feijão-de-lima próximo ao pH 5,0, sendo que em

pH 7,0 obteve-se valores mais elevados de solubilidade, 37%, e os valores máximos foram encontrados nos extremos de pH, 50% em pH 2,0 e 70% em pH 10,0.

BAFIDU & AKUBOR (2001), avaliando a solubilidade de uma farinha de *Treculia africana* Decne (izaquite), um fruto indicado como potencial suplemento protéico na Nigéria, encontraram solubilidade de 50% em pH 2,0 e 52% em pH 10. Em pH igual a 4,0 o valor de solubilidade encontrado foi de 12%. Os autores observaram, também, que baixas concentrações de cloreto de sódio (0,2 a 1,0 mol/dm<sup>3</sup>) aumentaram a solubilidade na faixa de pH 4,0 a 6,0 (onde as proteínas foram menos solúveis em água), este fenômeno ocorreu, provavelmente, devido ao efeito *salting-in*; as mesmas concentrações de sal reduziram a solubilidade em pH 2,0 e na faixa de pH de 8,0 a 12,0, possivelmente pelo efeito *salting-out*.

As características de solubilidade em água determinam condições apropriadas de extração e fracionamento de proteínas nos alimentos. Através do estudo de solubilidade verifica-se também o efeito do processamento de extração da proteína no perfil de solubilidade apresentado pela mesma (LOURENÇO, 2000; MORR *et al.*, 1985).

### ***2.3.2 Capacidade de Absorção de Água e Óleo***

A capacidade de absorção de água é uma propriedade que pode indicar o potencial de aplicabilidade de um concentrado protéico em sistemas alimentares aquosos, especialmente naqueles que envolvem a elaboração de massas (SILVA-SANCHEZ, *et al.*, 2004), e está relacionada à capacidade de hidratação de uma proteína e da capacidade de reter a água absorvida contra a força da gravidade dentro de uma matriz protéica, o que depende, em parte, da sua composição em aminoácidos: quanto maior o número de resíduos carregados, maior a capacidade de hidratação da proteína (DAMODARAM, 1996).

A capacidade de intumescimento ou absorção e de retenção de água dependem de fatores extrínsecos como tipo e composição do material protéico, tempo em contato com água, pH e força iônica do meio e temperatura do processamento, e de propriedades intrínsecas das proteínas como estrutura e organização espacial.



A presença de sais, levando à alteração da força iônica e propriedades do solvente, afeta a capacidade de absorção de água. Mudanças nas interações proteína-água, devido à presença de sais, podem ser causadas pela competição entre grupos laterais de aminoácidos e sais pela água (CHOU & MORR, 1979).

De acordo com NACZK *et al.* (1986), a propriedade de absorção de água de uma proteína determina seu grau de interação com a água; SATHE *et al.* (1982b) e SOSULSKI & McCURDY (1987), sugerem que a composição das frações protéicas e a seqüência de aminoácidos polares e apolares são determinantes na resposta ao teste de capacidade de absorção de água e óleo.

Os resultados de capacidade de absorção de água e óleo são normalmente expressos em gramas de água e ou óleo absorvido por grama de proteína. Alguns trabalhos apresentam resultados expressos em mL de água e ou óleo por grama de proteína, para esses casos, SATHE *et al.* (1982a), consideram a densidade da água igual a 1 g/mL e o valor de densidade do óleo determinado como 0,93 g/mL, dessa forma pode-se transformar os resultados de capacidade de absorção de água e óleo por g água e ou óleo / g de amostra.

CHANDI & SOGI (2006) relataram capacidade de absorção de água de 3,8 a 5,6 g de água/g de proteína em concentrado protéico de farelo de arroz contendo 55,2% b.s. de proteína, e concluíram que estes materiais apresentaram afinidade pela água suficiente para indicar sua aplicação em produtos que requeiram elevada absorção de água.

EL-ADAWY *et al.* (2001) encontraram capacidade de absorção de água variando entre 209,6% e 225,7% para isolados protéicos de tremoço contendo em média, 91% b.s. de proteína, e concluíram que a exposição de sítios hidrofílicos decorrentes da desnaturação parcial promovida pelos procedimentos de obtenção foi a causa dos bons resultados observados.

GLÓRIA & REGITANO d'ARCE (2000) avaliaram as propriedades funcionais de um concentrado protéico com 59% b.s. de proteína obtida da torta de castanha-do-pará por meio de precipitação isoelétrica e observaram uma capacidade de absorção de água de 338%, o que levou a destacar a adequação desta propriedade à aplicação em produtos cárneos, de confeitarias, pastelaria e massas em geral.

Os produtos protéicos de soja possuem boas propriedades de retenção de água: farinhas, concentrados protéicos e isolados protéicos de soja retêm 2,6; 2,75 e

6,25 g de água/ g de produto, respectivamente; a retenção de água do isolado protéico é máxima na faixa de pH 5,0 a 7,0 (HERMANSSON, 1973; LOURENÇO, 2000).

A propriedade de absorção de óleo pode determinar se o material protéico desempenhará satisfatoriamente em produtos cárneos, sendo que o mecanismo de absorção de óleo é principalmente atribuído à hidrofobicidade das moléculas protéicas (SILVA-SANCHEZ *et. al.* 2004)

Uma elevada capacidade de absorção de óleo é essencial para a formulação de produtos emulsionados, massas de bolos, maionese e outros molhos para salada (CHANDI & SOGI, 2006), contribuindo para a palatabilidade e retenção de sabor destes produtos (RODRIGUEZ-AMBRIZ *et al.*, 2005)

SÁNCHEZ-VIOQUE *et. al.* (1999) indicam materiais com elevada capacidade de absorção de óleo para aplicação, especialmente, em alimentos nos quais a retenção de sabor seja desejável, tais como produtos cárneos e derivados de leite. Observaram 135,8% de capacidade de absorção de óleo em uma farinha de grão-de-bico, 409,4% em um concentrado protéico obtido desta farinha em pH 12,0 e de 125,7% para o concentrado obtido em pH 10,5, atribuindo maior resultado citado as condições de extração em pH 12,0, as quais provavelmente acarretaram menor perda de proteínas solúveis.

GLÓRIA & REGITANO d'ARCE (2000) encontraram uma capacidade de absorção de óleo de 145% para o concentrado protéico de torta de castanha-do-pará e EL-ADAWY *et. al.* (2001) observaram resultados superiores, 271,6% a 281,5%, em concentrados de tremoço.

FONTANARI (2006) verificou absorção de 1,7 a 2,3 mL de óleo / g de proteína para concentrados protéicos de farinha de semente de goiaba e CHANDI & SOGI (2006) observaram capacidade de absorção de óleo variando entre 3,7 e 9,2 g de óleo/g de proteína para concentrado protéico de farelo de arroz, concluindo que estes valores caracterizam elevada habilidade de interação proteína-óleo.

### **2.3.3 Propriedades Emulsificantes**

As proteínas despertam grande interesse na indústria de alimentos, especialmente para os produtos emulsionados. Isto ocorre devido a suas propriedades

funcionais e nutricionais, que contribuem para a firmeza das emulsões, aumentam sua estabilidade e conferem aos produtos maior valor nutritivo, por serem fontes de aminoácidos. Exemplo disso são as Caseínas que têm muitas propriedades funcionais desejáveis e é amplamente utilizado na indústria de alimentos. Por exemplo, devido à sua natureza anfifílica e estrutura flexível, as caseínas tem excelente solubilidade e capacidade de formar filmes, a proteína interage com outros componentes da solução, quer para permanecer solúveis ou para formar filmes na fase interfacial para criar uma emulsão ou espuma. (HEKKEN & STRANGE, 1993; KINSELLA, 1984).

Uma emulsão é um sistema constituído de dois líquidos imiscíveis, sendo uma fase o óleo e a outra a água, separados por um agente emulsificante o qual pode ser sólido, líquido ou um líquido cristalino. A principal característica de um agente emulsificante é a de possuir na mesma molécula partes hidrofílicas e hidrofóbicas, o que permite a formação de uma camada entre as duas fases, separando-as e impedindo que os glóbulos da fase interna coalesçam, o que resultaria na quebra da emulsão (HAQUE & KINSELLA, 1989).

As propriedades emulsificantes são importantes em termos de funcionalidade das proteínas. A capacidade de emulsão (EC) e a estabilidade de emulsão (ES) foram largamente utilizadas para determinar as propriedades de emulsão. A capacidade de emulsificação, introduzida primeiramente por SWIFT (1961), é definida como o ponto do colapso de uma emulsão e a estabilidade da emulsão é a habilidade do emulsificador de estabilizar uma emulsão seguindo sua formação e às vezes determinadas condições de stress, incubação, mistura, centrifugação e alta temperatura. A natureza anfipática da proteína, por causa da mistura de resíduos aminoácidos polares e não-polares, induz sua adsorção na superfície de partículas de óleo para reduzir a tensão interfacial. Em consequência, a energia mecânica requerida para formar uma emulsão pode ser reduzida significativamente. Conseqüentemente, a estabilidade das emulsões versus a coalescência é melhorada (HUNG e ZAYAS, 1991).

As proteínas adsorvem na interface entre as gotículas de óleo dispersas e a fase aquosa contínua, desempenhando propriedades de espessamento, viscosidade, elasticidade e rigidez, que determinam a resistência das gotículas à coalescência, tendo, portanto funções de facilitar a formação da emulsão, diminuindo a tensão

interfacial e contribuindo para a estabilidade da emulsão, formando uma barreira física na interfase (CHEFTEL, CUQ & LORIENT, 1989).

As proteínas são capazes de difundir na interface e funcionar como emulsificante. Uma barreira energética para a associação e separação de fase de ambas as partículas faz com que se forme uma camada de proteína na interfase água/lipídio. A proteína estabiliza a emulsão através da estruturação ordenada de moléculas de água num contato mínimo de grupos hidrofóbicos com a água. A adsorção das proteínas na interface ocorre em três estágios: a proteína nativa se difunde as regiões de contato onde penetra sofrendo desnaturação de superfície. A proteína adsorvida se rearranja para originar um estágio de mínima energia livre por inserir seus resíduos hidrofóbicos na fase oleosa. A formação de um gel pseudoplástico composto de proteína ou de proteína com carboidrato estabiliza a emulsão. Emulsões estudadas com proteínas alimentares são geralmente de óleo em água. (KINSELLA, 1976; BORDERÍAS & MONTERO, 1988; CHEFTEL, CUQ & LORIENT, 1989).

Segundo CHEFTEL *et al.* (1985), a formação de gotículas emulsificadas ocorre com a criação de superfície interfacial entre as duas fases líquidas imiscíveis, esta superfície interfacial aumenta na forma não exponencial, enquanto o diâmetro das gotículas diminui atingindo então a forma de emulsão.

Dentre os fatores que influenciam as características das emulsões estão a temperatura, pH, força iônica, presença de açúcares, presença de surfactantes de baixo peso molecular, tipo de óleo, exposição ao oxigênio, concentração de proteínas, propriedades emulsificantes da proteína e condições de formação da emulsão (tipo e desenho do equipamento, intensidade do aporte energético, velocidade de adição de óleo, etc.). O pH uma vez que altera a solubilidade das proteínas, é um fator primário no desempenho das mesmas quanto às propriedades de emulsificação, já que estas devem se dissolver e migrar à interface a fim de alterar as propriedades de superfície para diminuir seu favorecimento na formação de emulsões (KINSELLA, 1976; CHEFTEL, CUQ & LORIENT, 1989).

FONTANARI (2006) encontrou capacidade emulsificante de 37 a 140 g de óleo/g de proteína para isolados protéicos de farinha de goiaba.

A propriedade emulsificante da proteína é importante para vários produtos alimentares, tais como creme de leite, glacês, manteiga, queijo fundido, maionese, carne finamente moída do tipo utilizada em salsichas e outros embutidos, além de que

os constituintes protéicos exercem função importante na estabilização do sistema coloidal (CHEFTEL *et al.*, 1985).

#### **2.3.4 Propriedades Espumantes**

Espumas são sistemas dispersos de duas fases distintas, onde uma delas líquida, circunda uma fase dispersa constituída de bolhas de ar. As proteínas podem agir como estabilizantes desse sistema, acumulando-se na interface ar-água, alterando as propriedades de superfície. As bolhas são separadas por uma camada de líquido, denominada de lamela, formando uma interface gás-líquido de elevada proporção, resultando num filme adsorvido nesta região que previne a coalescência das bolhas de ar (HALLING, 1981).

Durante a formação da espuma à base de proteína ocorre uma seqüência de reações. Elas precisam de uma aplicação de energia para começar o processo, com isso as proteínas solúveis chegam à interface ar-água pela difusão, adsorção, concentração e tensão superficial crítica (GERMAN & PHILLIPS, 1989; PHILLIPS, 1981). O arranjo dos polipeptídios ocorre na interface pela orientação da mobilidade polar, a qual é direcionada para água, e os segmentos apolares preferem se direcionar para as partículas de ar. Esse processo ocorre através das interações não covalentes dos polipeptídios, formando as bases de um filme coeso e contínuo (PHILLIPS, 1981). Os componentes estruturais e as forças que favorecem as associações intermoleculares melhoram as propriedades espumantes (interações eletrostáticas atrativas), ou excessivamente repulsivas podem diminuir a capacidade espumante. A expansão das interações moleculares das proteínas na interface ar-água e as propriedades do filme interfacial dependem do tipo de proteína e das condições dominantes da solução as quais determinam grandemente a formação e estabilização da espuma (PHILLIPS *et al.*, 1994).

A capacidade de formar espuma estável em presença de ar é uma propriedade funcional importante das proteínas em muitos produtos alimentícios do tipo bolos, suspiros, suflês, vários tipos de cobertura de bolos e sobremesas, além de bebidas como as cervejas. Varias substâncias tensoativas como detergentes e saponinas são

formadoras de espuma, mas em alimentos as proteínas são as mais importantes (SATHE & SALUNKHE, 1981).

As propriedades espumantes das proteínas dependem de vários fatores, tais como a concentração e a solubilidade protéica, a presença de lipídeos e o grau de desnaturação protéica. Além disso, algumas propriedades moleculares interferem com a habilidade das proteínas formarem espumas estáveis, entre elas a flexibilidade molecular, a hidrofobicidade e a densidade e distribuição de carga. (DAMODARAN, 1996).

O que se procura medir, normalmente, é a expansão de volume da suspensão de proteína, imediatamente após batimento ou aeração, representada pelo volume de espuma formada (SGARBIERI, 1996).

A estabilidade de espuma diz respeito à retenção do volume máximo de espuma formada em função do tempo de repouso, sendo geralmente medida pela liberação de fluido da espuma (SGARBIERI, 1996).

## **2.4 Fatores que Influenciam na Funcionalidade da Proteína**

### ***2.4.1 Efeito do pH***

Na produção de isolados protéicos, o ajuste de pH é requerido para a extração e precipitação isoeletrica das proteínas. Valores extremos de pH geralmente diminuem a temperatura e entalpia de desnaturação, daí a importância de controlar cuidadosamente o pH durante a extração e processamento das proteínas (MA e HARWALKAR, 1991). Os valores de pH próximos da região isoeletrica provocam desnaturação e desdobramento das proteínas, com exposição de grupos sulfidril e hidrofóbicos (MAURI e AÑÓN, 2006).

Geralmente, as proteínas são mais solúveis em valores de pH baixos (ácidos) e altos (básicos) porque o excesso de cargas do mesmo sinal produz repulsão entre as moléculas aumentando a interação água-proteína, porém aumenta a solubilidade (FENNEMA, 1993).

A mudança na adsorção das proteínas em função do pH pode ser atribuída a uma mudança nas ligações de hidrogênio que são mínimas em soluções com pH

próximo do seu ponto isoelétrico, pois um aumento na força iônica da solução bloqueia, mais eficientemente, as cargas das proteínas e da superfície e, conseqüentemente, reduz a adsorção (XU *et.al.*,2005; NATH *et. al*,2004).

#### **2.4.2 Efeito do Sal**

Os sais podem também afetar as interações eletrostáticas entre as macromoléculas, contribuindo pela força iônica (FENNEMA, 1993). No entanto, isto vai depender da concentração e tipo de sal presente no meio. KINSELLA (1982) mostrou que uma concentração de 0,15 mol/L é suficiente para causar mudanças na estrutura da água e na conformação das proteínas.

A adição de sal na solução comprime a camada de solvatação das proteínas e aumenta a interação entre as mesmas. Conforme a concentração de sal na solução vai aumentando, mais moléculas do solvente ficam associadas com os íons da solução. Como resultado, menos solvente fica disponível para participar da camada de solvatação das proteínas e estas, conseqüentemente, expõem as ramificações hidrofóbicas na superfície. Assim, as proteínas podem interagir hidrofobicamente, agregarem-se e precipitarem (FERREIRA, 2008).

Os sais são comumente usados nas formulações, concentrações de 0,2 a 0,3 M são empregadas na maioria de produtos alimentares e o pH do alimento se altera na presença de sais durante o processamento térmico (MAHAJAN & DUA, 2002). O grau que a estrutura da água é atingida depende da natureza dos cátions ou ânions, seguindo a série Hofmeister ou série liotrópica (BEJARNO LUJÁN, 2008). Para ânions esta série é:  $\text{SO}_2^{-4} > \text{HPO}_2^{-4} > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^- > \text{SCN}^-$  e para cátions é dada por  $\text{NH}^{+4} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+ > \text{Mg}^{+2} > \text{Ca}^{+2} > \text{Ba}^{+2}$  (VOJDANI,1996).

Em concentrações maiores que 1 mol/L, os íons à esquerda da série diminuem a solubilidade das proteínas (*salting-out*) aumentando as interações hidrofóbicas e agregação e competindo com a proteína pela água. Em altas concentrações de íons salinos, a maior parte das moléculas de água está fortemente ligada aos íons salinos, enquanto há alguma reorganização das moléculas de água ao redor da molécula de proteína. Isto poderia resultar em uma interação proteína-proteína (principalmente via

interação por superfície hidrofóbica) mais forte que a interação proteína-água, resultando em associação seguida de precipitação (VOJDANI, 1996).

MAHAJAN e DUA (2002) estudaram a influência de sais (0,2 a 1,0 mol/L) e do pH (2 a 12) na funcionalidade das proteínas do amaranto. Observaram que a capacidade de absorção da água e a solubilidade das proteínas foi melhorada na presença de NaCl. Tal fato foi atribuído ao efeito *salting in* do NaCl sobre as interações hidrofóbicas, diminuindo a agregação e aumentando a solubilidade protéica. Na presença de NaHCO<sub>3</sub>, a solubilidade foi menor nas concentrações 0,4 e 0,6 mol/L, devido à proteção eletrostática dos grupos carregados pelos sais, os quais diminuíram a repulsão eletrostática e aumentaram as interações hidrofóbicas.

Na obtenção de produtos protéicos, vários constituintes alimentares (carboidratos, lipídios, fibra e compostos antinutricionais) interferem com a extração da proteína e podem ter influência nas propriedades funcionais das proteínas (BEJARNO LUJÁN,2008).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia de processo da UESB, Campus de Itapetinga-Ba. As jacas foram obtidas na feira livre de Itapetinga e região, sendo abertas, retirados os bagos e separados das sementes. As sementes foram lavadas com água, para a remoção de fibras, trituradas previamente depois secas a 50°C (em secador tipo bandeja) durante 24h e depois trituradas para obter uma granulometria típica de farinha. Após esta fase o produto foi armazenado em frascos plásticos a temperatura ambiente. Como destacado na Figura 2.

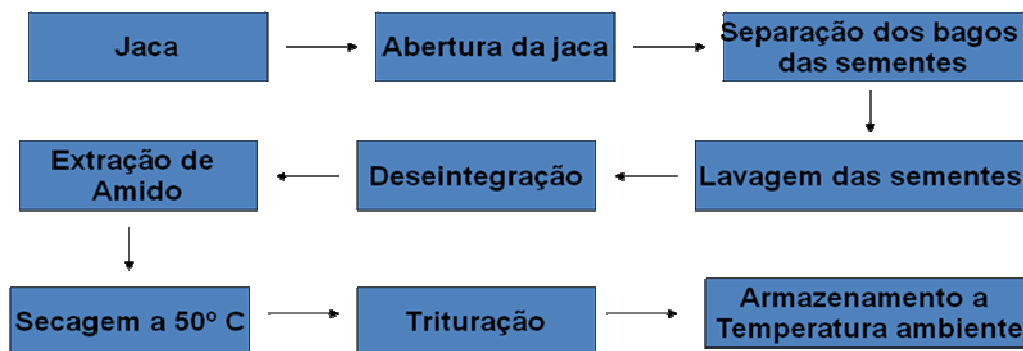


Figura 2- Fluxograma de obtenção da farinha da semente de jaca.

#### 3.2 Métodos

##### 3.2.1 Caracterização Físico-química

###### 3.2.1.1 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por método gravimétrico em estufa regulada a 105°C, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Pesou-se cerca de 3,0 g de amostra em cadinho previamente tarado. Colocou-se na estufa a 105°C por 24 h. após este período, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador e pesadas até peso constante.

O teor de umidade foi calculado pela equação 1:

$$\% \text{ Umidade} = \left( \frac{\text{g de amostra seca}}{\text{g de amostra úmida}} \right) \times 100 \quad (1)$$

### 3.2.1.2 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada por método gravimétrico em forno tipo mufla, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Pesou-se cerca de 3,0 g de amostra em cadinho previamente tarado. Colocou-se na mufla a 525°C até completa incineração. Deixou esfriar em dessecador e pesou-se.

O teor de cinzas foi calculado pela equação 2:

$$\% \text{ Cinzas} = \left( \frac{\text{g de cinzas}}{\text{g de amostras}} \right) \times 100 \quad (2)$$

### 3.2.1.3 Fibras

A determinação de fibras foi realizada pelo método de fibra bruta, conforme com o método descrito por SILVA (2002).

Os cadinhos filtrantes foram colocados em estufa da Marca Fanem à 105°C por 1 hora. Em seguida, transferiu-se para dessecador onde permaneceu por mais uma hora. Pesaram-se os cadinhos em Balança Analítica. Posteriormente, pesou-se cerca de 0,5 grama das amostras. Procedeu-se à digestão ácida adicionando-se 50 mL do ácido sulfúrico a 1,25%. O material foi submetido à autoclave vertical Marca Phoenix por um período de 30 minutos à temperatura de 111°C. Fizeram-se três lavagens com água fervente. Para a digestão básica, acrescentou-se 50 mL de NaOH à 1,25% e 3 gotas do anti-espumante (álcool iso-amílico PA). O material foi para a autoclave por mais 30 minutos e novamente, fez-se três lavagens com água fervente, uma lavagem com 20 mL de acetona PA e a última lavagem com 20 mL de

etanol PA. O material foi para estufa à 105°C em overnight. Posteriormente, as amostras foram incineradas em Mufla da Marca Marconi à temperatura de 500°C por duas horas. Retirou-se da mufla com temperatura por volta de 250°C, deixando se resfriar em dessecador por 1,5 hora e as amostras foram submetidas a uma nova pesagem. A perda de peso foi igual à quantidade de fibra bruta.

O teor de fibra foi calculado pela equação 3:

$$\% \text{ Fibras} = \frac{N}{P} \times 100 \quad (3)$$

Onde,

N = n° de g de fibra

P = n° de g da amostra

#### 3.2.1.4 *Proteína*

O teor de proteína total foi determinado pelo método de Semi-micro Kjeldahl, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Pesou-se cerca de 0,2 grama da amostra seca e transferiu-se para um tubo de digestão, onde se adicionou 2 gramas da mistura catalítica e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PA. Em seguida, iniciou-se a digestão em temperatura moderada para evitar a formação de espuma até atingir 400°C por um período de 3 horas. Deixou-se esfriar por 10 minutos e adicionou-se 10 mL de água destilada. Adicionou-se à amostra 20 mL de NaOH 50% e 10 mL de ácido bórico à 4% (onde foi adicionado a solução indicadora de vermelho de metila a 0,1%). A destilação se deu por arraste, mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada. O volume final do destilado foi de aproximadamente 75 mL. O fator de conversão nitrogênio/ proteína foi de 6,25.

O teor de proteína foi calculado pela equação 4:

$$\% \text{ de proteína} = \left( \frac{V \times N \times 1,40}{P} \right) \times 6,25 \quad (4)$$

Onde,

V = volume de HCl gasto na titulação

N = normalidade do HCl usado

1,40 = equivalente miligrama do N (14)

P = peso da amostra

### 3.2.1.5 *Lipídeos Totais (Extrato Etéreo)*

O teor de lipídeos totais foi determinado pelo método de extrato etéreo, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Pesou-se cerca de 3 g de amostra, transferiu-se para um cartucho preparado com papel de filtro. Secou-se a 105°C, em estufa, durante 2 horas. Secou-se o balão em estufa a 105°C por uma hora, esfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. Introduziu-se o cartucho no extrator Soxhlet. Adicionando quantidade suficiente de solvente ao balão, conectando-o ao extrator. A extração foi realizada por um período de no mínimo 6 (seis) horas. Secou-se do balão em estufa a 105°C por 30 minutos. Esperou esfriar em dessecador até temperatura ambiente para realizar a pesagem.

O teor de lipídeos foi calculado pela equação 5:

$$\text{Extrato Etéreo (\%)} = \left( \frac{A - B}{C} \right) \times 100 \quad (5)$$

Onde,

A = peso do balão ou copo + resíduo

B = Peso do balão ou copo

C = peso da amostra em grama

### 3.2.1.6 *Carboidratos*

Para a determinação dos teores de carboidratos o método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação 6:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (U + EE + P + F + C) \quad (6)$$

Onde:

U = umidade, EE = extrato etéreo (%); P = proteína (%), F = fibra bruta e C = cinzas (%), conforme a AOAC (1990).

### **3.2.2 Propriedades Funcionais**

#### **3.2.2.1 Efeito do pH e Concentração Salina na Solubilidade da Farinha do Caroço de Jaca**

A solubilidade da farinha do Caroço de jaca foi determinada utilizando a metodologia de MACHADO *et. al.* (2006), com modificações nos valores de pH.

Foram pesados 0,5 g das amostras da farinha do caroço de jaca com teor de proteína conhecido e adicionados 100 ml de solução tampão. Os tampões com pH 4,0; 6,0 ; 8,0 foram ajustados com fosfato de sódio bibásico (0,05 M) e ácido cítrico (0,05 M), ácido clorídrico (0,05 M) e fosfato de sódio bibásico (0,05 M) no pH 2,0 e com fosfato de sódio bibásico (0,05 M) e carbonato de sódio (0,05 M) no pH 10,0. O material foi agitado magneticamente por 30 minutos a velocidade constante e temperatura ambiente ( $25 \pm 3$  °C). Após esse tempo o material foi centrifugado a 5.000 rpm / 30min; e recolhidas alíquotas do sobrenadante para análise de proteína pelo método de BRADFORD (1976).

Foram utilizados os sais Cloreto de Sódio, Sulfato de Sódio e Citrato de Sódio nas concentrações de 0,25 mol / L, 0,50 mol / L, 0,75 mol / L e 1,0 mol / L.

A solubilidade (S, g de proteína / 100 g de solução) foi definida como quantidade de proteína no sobrenadante, conforme a equação 7:

$$\%S = \frac{M.P}{M.S.} \times 100 \quad (7)$$

Onde: M.P. massa da proteína no sobrenadante (g) e M.S. é a massa do sobrenadante, calculada a partir da densidade encontrada pelo método do picnomêtro.

#### **3.2.2.2 Capacidade de Absorção de Água e Óleo**

A metodologia utilizada foi a de GLÓRIA e REGITANDO D'ARC (1998) com modificação da variação do pH (CAA) e do tipo de óleo (CAO);

### 3.2.2.2.1 Capacidade de Absorção de Água (CAA)

Uma amostra de 0,5 g da farinha foi homogeneizada em 5 mL de água destilada, em tubo de centrífuga graduado por 1 minuto e foi deixada em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (22 - 25°C) e, em seguida, foi centrifugada por 30 minutos a 2600 rpm (1200 x G). A água retida após a centrifugação foi considerada como água absorvida.

O sedimento no tubo da centrífuga, após separação do sobrenadante foi pesado e a capacidade de absorção de água (CAA) calculada pela expressão 8:

$$\%CAA = \frac{PS}{PAS} \times 100 \quad (8)$$

Em que: CAA é a capacidade de absorção de água, PS é a massa do sedimento em gramas e PAS é a massa de amostra seca em gramas.

O mesmo foi realizado com ajustes em pH 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e utilizando os sais Cloreto de Sódio, Sulfato de Sódio e Citrato de Sódio nas concentrações de 0,25 mol/L, 0,50 mol/L, 0,75 mol/L e 1,0 mol/L.

### 3.2.2.2.2 Capacidade de Absorção de Óleo (CAO)

Uma amostra de 0,5 g da farinha foi homogeneizada com 3 g de óleo de soja refinado em tubo de centrífuga graduado por 1 minuto e deixado em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (22° - 25° C) e, em seguida, foi centrifugada durante 30 minutos a 2.600 rpm.

O sedimento no tubo da centrífuga, após separação do sobrenadante foi pesado e a capacidade de absorção de óleo (CAO), calculado pela expressão 9.

$$\%CAO = \frac{PS}{PAS} \times 100 \quad (9)$$

Em que: CAO é a capacidade de absorção de óleo, PS é a massa do sedimento em gramas; PAS é a massa de amostra seca em gramas.

O mesmo foi realizado para o óleo de milho e óleo de girassol.

### 3.2.2.3 *Propriedades Emulsificantes*

#### 3.2.2.3.1 *Capacidade de Emulsificação (CE)*

A capacidade emulsificante foi medida segundo o método de BEUCHARD (1977), com algumas modificações. Sendo homogeneizados 2 g de amostra em 100 mL de tampão (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0) em um agitador mecânico. Após 5 minutos de agitação, iniciou-se a adição de óleo à mistura utilizando-se uma bureta com vazão de 30 mL / minuto e aumentou-se a velocidade de agitação. O ponto de inversão de fase foi registrado através da súbita queda da corrente elétrica, empregando-se uma lâmpada de 60 V. Os resultados foram expressos em mL de óleo emulsionado por grama de proteína.

O mesmo procedimento foi realizado utilizando-se os sais Cloreto de Sódio, Sulfato de Sódio e Citrato de Sódio nas concentrações de 0,25 mol / L, 0,50 mol / L, 0,75 mol / L e 1,0 mol / L.

#### 3.2.2.3.2 *Estabilidade Emulsificante (EE)*

A propriedade emulsificante de estabilidade de emulsão (EE) foi determinada segundo o método de WANG *et al* (2000). 2,5 g da amostra foram suspensos em soluções tampões (40 mL) e ajustado o pH da suspensão. Logo após, a suspensão foi agitada por 15 min. O pH da suspensão foi verificado e ajustado novamente, quando necessário, e o volume final foi completado para 50 mL (quando ocorreu excesso retirou-se uma alíquota de 50 mL). 50 mL do óleo de soja foram adicionados a esta suspensão e misturado à máxima velocidade por 3 min. As determinações foram realizadas com ajustes em pH 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0. As emulsões formadas foram aquecidas a 80 °C por 30 min., e depois esfriadas sob água corrente por 15 min., antes de serem centrifugadas.

A estabilidade de emulsão foi calculada pela equação 10:

$$\%EE = \frac{ACEP}{ACEA} \times 100 \quad (10)$$

Em que: EE é a estabilidade emulsificante, ACEP é a altura da camada emulsificada após o aquecimento e ACEA é a altura da camada emulsificada antes do aquecimento.

O mesmo procedimento foi realizado utilizando-se os sais Cloreto de Sódio, Sulfato de Sódio e Citrato de Sódio nas concentrações de 0,25 mol / L, 0,50 mol / L, 0,75 mol / L e 1,0 mol / L.

#### ***3.2.2.4 Capacidade e Estabilidade de Formação de Espuma***

A capacidade e estabilidade de formação de espuma foram determinadas utilizando 1 g da farinha do caroço de jaca dispersas em 100 mL de água destilada homogeneizadas em um agitador mecânico á 5000 rpm durante 5 minutos. A mistura foi transferida para uma proveta graduada de 250 mL e o volume anotado. O volume de espuma formado no final do período de (1 minuto) de homogeneização, representou a capacidade de formação de espuma, e foi expressa como sendo a percentagem do aumento do volume inicial da dispersão, calculada de acordo com a equação 11:

$$\text{Volume (\%)} = \frac{\text{VAPH} - \text{VANH}}{\text{VANH}} \times 100 \quad (11)$$

Onde:

VAPH= Volume após homogeneização

VANH= Volume antes da homogeneização

A estabilidade da espuma foi avaliada como sendo a diminuição do volume no intervalo de tempo de 20 minutos. As determinações foram realizadas com ajustes em pH 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e nas concentrações e nos tipos de sais estudados para as demais propriedades.

#### ***3.2.2.5 Delineamento Experimental e Análise Estatística***

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com duas repetições e as análises realizadas em triplicatas. A primeira repetição foi realizada no período de janeiro a maio e a segunda repetição do período de junho a dezembro. Os resultados foram testados por análise de variância e, quando conveniente, foi utilizado o teste de Tukey para comparação de médias. O nível de significância foi igual ou menor que 5 %.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização Físico-Química

Os valores encontrados para a composição centesimal da farinha do caroço de jaca são apresentados na Tabela 1.

O teor de umidade encontrado na farinha da semente de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.) foi de 9,24 ( $\pm 2,14$ ), inferior aos 15% estabelecido pela legislação em vigor (Brasil, 1978) para farinhas vegetais. Cruz *et. al.* (2007) estudando a obtenção da farinha da semente de jaca por diferentes métodos encontraram um teor de umidade de 13,16% e Silveira (2000), que analisando farinhas de caroço de jaca das variedades dura e mole, obteve como resultados, 12,67% e 9,76% respectivamente. A diferença de umidade entre a farinha do presente estudo e as obtidas por estes autores pode ter ocorrido devido à variação nos processos, já que no estudo atual, as sementes de jaca foram trituradas e secas. Nos outros estudos, eles foram assados antes da secagem e trituração (CRUZ *et. al.*, 2007), enquanto que no processo realizado por SILVEIRA (2000), as farinhas foram obtidas através da secagem e trituração dos caroços “in natura”. Como também, a variação no tempo de secagem de cada processo. O que se faz necessário comparar os efeitos causados por cada processamento nas características físico-químicas de cada variedade, a fim de obter resultados mais esclarecedores.

Para as cinzas, a farinha apresentou um teor de 1,53% ( $\pm 0,25$ ), bem abaixo do teor máximo de 4% permitido para a farinha de vegetais pela legislação brasileira. E também menor que CRUZ *et. al.* (2007) que encontraram um teor de cinzas de 2,37% e SILVEIRA (2000) que obteve teores de cinzas nas farinhas de caroço de jaca das variedades dura e mole foram 4,80% e 3,57% respectivamente.

Em relação à quantidade de extrato etéreo (lipídeos), o valor encontrado foi de 8,98% ( $\pm 0,29$ ). Para proteína, o teor encontrado na farinha foi de 12% ( $\pm 0,01$ ). Verificou-se que o teor de carboidratos, 39,2% ( $\pm 2,1$ ) (calculado por diferença) foi alto devido às outras frações centesimais não expressivas.

O teor de proteína da farinha da semente de jaca (12,00 %) foi superior ao encontrado por CRUZ *et. al.*, 2007, que obtiveram um percentual de 10,78% e do encontrado por SILVEIRA (2000), que avaliando os teores de proteína contidos nas farinhas de caroço de jaca das variedades duros e moles, observou que as mesmas continham 5,05 % e 5,14 %

respectivamente. Variação essa que em parte pode ser explicada pelas diferenças tecnológicas no preparo das amostras.

Considerando que a farinha da semente de jaca é obtida de um resíduo da jaca, podemos considerá-la rica em proteína em comparação com a farinha da polpa da jaca que possui um teor de proteína de 5,58 %, encontrado por LIMA et. al.(2004).

**Tabela 2-** Composição química da farinha da semente de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.).

<b>ANÁLISES</b>	<b>VALORES (%)</b>	<b>DESVIO</b>
<b>Umidade</b>	9,24	± 2,14
<b>Proteínas</b>	12,00	± 0,01
<b>Cinzas</b>	1,53	± 0,25
<b>Fibras</b>	29,10	± 0,53
<b>Lipídeos</b>	8,98	±0,29
<b>Carboidratos</b>	39,20	±2,1

O valor encontrado para fibra bruta foi de 29,09 % ( $\pm 0,53$ ), o que demonstra que a farinha da semente de jaca é rica em fibras que podem ser solúveis ou insolúveis. O método de fibra bruta (método químico) é menos sensível uma vez que subestima seu valor, pelo fato que toda a fração solúvel de fibras é destruída e quantidades de celulose, hemicelulose e ligninas podem ser degradadas sob as condições extremas do método (HERNÁNDEZ; HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ, 1995). Um alimento com 2 a 3% de fibras pode ser considerado uma boa fonte de fibra alimentar (DHEHER, M. L., 1995).

No Brasil, de acordo com a resolução nº 27 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (1998), estabelece-se, no regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, que um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando no produto acabado existir 3 g / 100 g de fibras para alimentos sólidos e 1,5 g /100 mL de fibras para líquidos, já com o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado conteúdo de fibra alimentar.

Assim sendo, pode-se considera a farinha da semente de jaca como fonte de fibra alimentar, uma vez que as porcentagens em fibra superam os 3% de fibra alimentar estabelecida pela Legislação Brasileira.

## 4.2 Propriedades Funcionais

### 4.2.1 Solubilidade

No presente estudo como foi descrito na metodologia a solubilidade foi relacionada com o efeito do pH (2,0; 4,0;6,0;8,0;10,0) do tipo e concentração (0,25 mol / L; 0,50 mol / L; 0,75 mol / L e 1,0 mol / L) dos sais Citrato de Sódio, Cloreto de Sódio e do Sulfato de Sódio.

#### 4.2.1.1 Efeito do Ph e da Concentração de Sal na Solubilidade

Observa-se a partir das Figuras 3, 4 e 5 que a solubilidade das proteínas foi maior nas regiões acida (pH=2,0) e alcalina ( $8 \leq \text{pH} \leq 10$ ) quando em ausência de sal, estando esse valor em concordância com valores da literatura para proteínas vegetais, como as proteínas da farinha de semente de goiaba (FONTANARI, 2006), proteína da farinha de semente de tomate (LIADAKIS et. al., 1995), proteína da algaroba (SILVA et. al.,1997), e proteína da batata (KONINGSVELD et. al., 2001).

Alguns sais neutros, entre eles o NaCl e o KCl, promovem o efeito *salting in*, isto é, o aumento da solubilidade, mesmo em concentrações molares elevadas. O efeito *salting in* se manifesta porque, em baixa concentração de sal, os íons interagem com os grupos carregados da proteína e aumenta progressivamente sua eletronegatividade, o que intensifica a repulsão eletrostática intermolecular (AROGUNDADE et al., 2004).

Estudos de caracterização do efeito de aditivos e sais, na solubilidade de proteínas têm sido freqüentemente realizados na busca de compreender os perfis de solubilidade para suas possíveis aplicações nas indústrias de alimentos (ABTAHI & AMINLARI, 1997).

No presente estudo, foi analisada a influência de três sais na solubilidade da farinha da semente de jaca: Citrato de Sódio, Cloreto de Sódio e o Sulfato de Sódio.

#### ✓ *Citrato de Sódio*

O efeito do pH e da concentração do citrato de sódio na solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca é apresentado na Tabela 3.

Em todas as concentrações testadas as proteínas da farinha da semente de jaca apresentaram uma solubilidade mínima em pH 4,0, pH onde está situado o ponto isoelétrico

da maioria das proteínas vegetais (DAMADORAN, 1996; RODRÍGUEZ-AMBRIZ et.al.,2005)

A partir da Figura 3 pode-se verificar que a solubilidade da proteína é ligeiramente aumentada com a diminuição da concentração do sal, o que não é observado para a maioria das sementes de leguminosas, principalmente na região isoelétrica, onde a solubilidade é maior na presença de sal, como é na farinha de Lentilha (*Lens culinaris medik*), (NEVES et al., 1998).

No pH 6,0 na concentração de 1,0 mol/L ocorre um pico da solubilidade e no pH 8,0 na concentração de 0,25 mol/L temos a menor solubilidade desta concentração, promovendo o deslocamento do pI. Este comportamento pode ser explicado devido ao fato de ter ocorrido interações entre o sal adicionado e as substâncias utilizadas na elaboração na solução de correção do pH.

**Tabela 3-** Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade (g de proteína / 100 g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca (*Artocapus interigrifólia L.*), Citrato de Sódio.

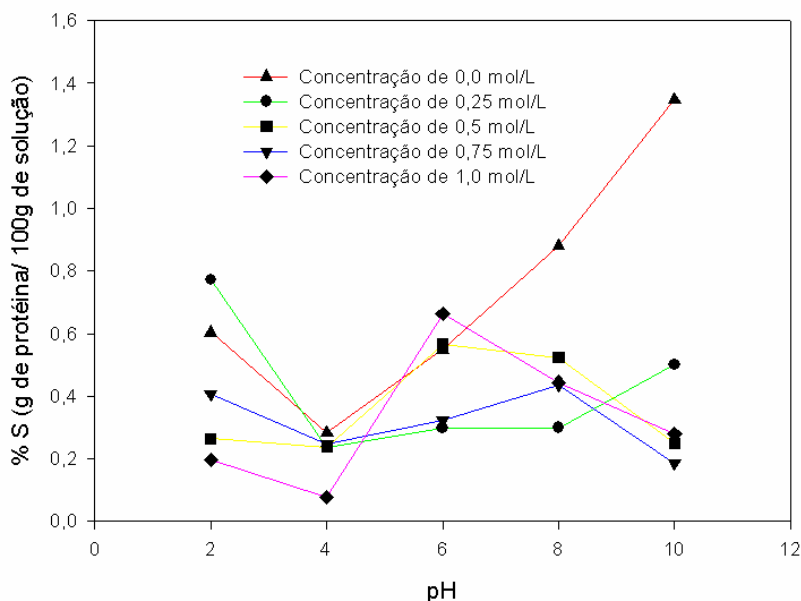
	pH				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<i>Citrato de Sódio</i> (mol/L)					
<b>0,0</b>	0,60±0,19	0,28±0,12	0,55±0,10	0,88±0,10	1,35±0,00
<b>0,25</b>	0,77±0,05	0,24±0,02	0,30±0,00	0,30±0,02	0,50±0,02
<b>0,5</b>	0,26±0,06	0,24±0,02	0,57±0,04	0,52±0,07	0,25±0,02
<b>0,75</b>	0,41±0,06	0,25±0,06	0,32±0,02	0,44±0,01	0,19±0,05
<b>1,0</b>	0,20±0,01	0,08±0,03	0,66±0,05	0,44±0,01	0,28±0,08

Através da análise da Figura 3 podemos inferir que no presente estudo as melhores condições de solubilidade utilizando-se Citrato de Sódio foi pH 2,0 na concentração de 0,25 mol/L e pH 6,0 na concentração de 1,0 mol. Sendo que a concentração intermediária de 0,50 mol/L apresentou também boas solubilidades na região básica.

#### ✓ *Cloreto de Sódio*

O efeito do pH e da concentração do cloreto de sódio na solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca é apresentado na Tabela 4.

Em quase todas as concentrações testadas as proteínas da farinha da semente de jaca apresentaram uma solubilidade mínima em pH 4,0, exceto na concentração de 0,75 mol/L, onde a menor solubilidade ocorreu no pH 6,0. Mas de acordo com DAMADORAM (1996) e RODRIGUEZ-AMBRIZ (2005) o intervalo entre pH 4,0 e pH 6,0 é onde se situa o ponto isoelétrico da maioria das proteínas vegetais.



**Figura 3-** Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH(2,0 a 10,0) e concentração de Citrato de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L<sup>-1</sup>. T= 25°C.

A solubilidade diminui com o aumento da concentração de sal no sistema. Com isso o NaCl, sal mais utilizado para o aumento da solubilidade da maioria das proteínas de sementes de leguminosas, não apresentou índices satisfatórios.

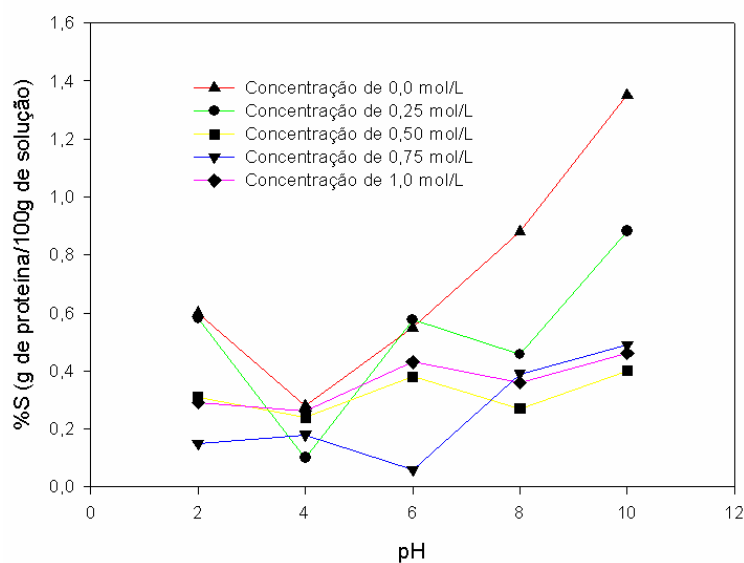
A farinha do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) teve sua solubilidade aumentada na presença de até 1,0M de NaCl (SILVA et al., 2001).

Outros tipos de proteínas, como de feijão (*Phaseolus vulgaris*) cru (CARBONARO et al., 1993), de ervilha beach “peã” (CHAVAN et al., 2001), proteína da farinha de tremçoço doce e amargo (ADAWY et al., 2001), proteína da batata (KONINGSVELD et al., 2001), glúten do trigo (MEJRI et al., 2005), da farinha de lentilha (*Lens culinaris* Medik) (NEVES et al., 1998), da farinha de soja (MC WATTERS e HOLMES, 1979) e de concentrados protéicos de gergelim (INYANG e IDUH, 1996), também tiveram sua solubilidade aumentada na

presença de NaCl, principalmente na região isoelétrica, apresentando características da proteína classificada como globulina, proteínas que aumentam sua solubilidade na presença de sal (SGARBIERI, 1996). Analisando a Figura 4 podemos observar que na concentração 0,75 mol / L ocorre uma mudança no ponto isoelétrico das proteínas da farinha da semente de jaca do pH 4,0 para o pH 6,0, o que esta de acordo com SGARBIERRI, 1996.

**Tabela 4-** Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade (g de proteína / 100 g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca (*Artocarpus intergrifólia L.*), Cloreto de Sódio.

Cloreto de Sódio(mol/L)	pH				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
0,0	0,60±0,19	0,28±0,12	0,55±0,10	0,88±0,10	1,35±0,00
0,25	0,58±0,03	0,10±0,02	0,58±0,03	0,46±0,00	0,88±0,05
0,5	0,31±0,04	0,24±0,04	0,38±0,03	0,27±0,08	0,40±0,02
0,75	0,15±0,04	0,18±0,05	0,06±0,04	0,39±0,08	0,49±0,02
1,0	0,29±0,00	0,26±0,00	0,43±0,09	0,36±0,02	0,46±0,02



**Figura 4-** Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH(2,0 a 10,0) e concentração de Cloreto de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L<sup>-1</sup>. T= 25°C.

No presente estudo as melhores condições de solubilidade utilizando-se Cloreto de Sódio ocorreu na concentração de 0,25 mol / L pH 2,0, pH 6,0 e no pH 10,0.

#### ✓ Sulfato de Sódio

O efeito do pH e da concentração do sulfato de sódio na solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca é apresentado na Tabela 5.

Nas concentrações testadas ocorreu um aumento da solubilidade no ponto isoelétrico, com exceção da concentração de 1,0 mol / L. Diferente do que ocorreu na presença do citrato. O que é observado para a maioria das sementes de leguminosas, principalmente na região isoelétrica, onde a solubilidade é maior na presença de sal, como é na farinha de tremçoço doce e amargo (ADAWY et al., 2001), farinha de soja (MC WATTERS e HOLMES, 1979a), concentrados protéicos de gergelim (INYANG E IDUH, 1996) e glúten do trigo (MEJRI *et al.*, 2005).

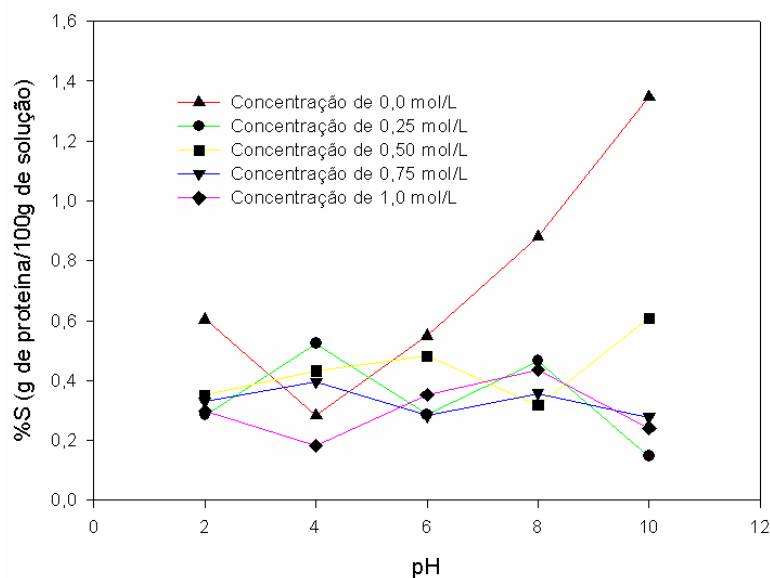
Observou-se também que as menores solubilidades ocorreram nos valores de pH extremos (ácidos ou básico), em quase todas as concentrações. SOUSA (2008) explica que isto pode ocorrer porque em valores de pH extremos (ácidos ou básicos) a proteína pode desnaturar-se expondo mais grupos hidrofóbicos devido a um decréscimo nas ligações eletrostáticas. Assim, as moléculas de proteínas se agregam com conseqüente precipitação.

**Tabela 5-** Efeito do pH e da concentração salina na solubilidade(g de proteína / 100 g de solução) das proteínas da farinha da semente de jaca (*Artocapus interigrifólia L.*), Sulfato de Sódio.

	pH				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<i>Sulfato de Sódio (mol/L)</i>					
<b>0,0</b>	0,60±0,19	0,28±0,12	0,55±0,10	0,88±0,10	1,35±0,00
<b>0,25</b>	0,28±0,07	0,52±0,06	0,29±0,04	0,46±0,04	0,15±0,04
<b>0,5</b>	0,35±0,06	0,43±0,09	0,48±0,03	0,32±0,00	0,61±0,18
<b>0,75</b>	0,33±0,16	0,40±0,01	0,28±0,04	0,36±0,06	0,28±0,02
<b>1,0</b>	0,30±0,02	0,18±0,03	0,35±0,01	0,44±0,06	0,24±0,05

Os melhores valores para a solubilidade encontrados com a utilização do Sulfato de Sódio foram no pH 4,0 e pH 8,0 na concentração de 0, 25 mol/L e no pH 6,0 e pH 10,0 na concentração de 0,50 mol/L.

LEÓN (2006), diz que o citrato de sódio apresenta um maior efeito *salting-out* em relação ao sulfato de sódio. Segundo estes autores, os íons citrato diminuem a solubilidade da proteína por aumentarem as interações hidrofóbicas e a agregação entre as moléculas devido a uma competição dos íons salinos pela água. No presente estudo, ocorreu o inverso, as maiores solubilidade com adição de sal ocorreu nas concentrações de Citrato de Sódio.



**Figura 5-** Curvas de solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca em função do pH (2,0 a 10,0) e concentração de Sulfato de Sódio variando entre 0,0 a 1,0 mol.L<sup>-1</sup>. T= 25°C.

FONTANARI (2007) estudando solubilidade de um isolado protéico de semente de goiaba em soluções de cloreto de sódio, observou um decréscimo na solubilidade com o aumento da concentração de sal.

No presente estudo, algumas concentrações de sal proporcionaram um decréscimo na solubilidade das proteínas da farinha da semente de jaca. Este fato pode ter ocorrido pelo efeito *salting-out* que alguns sais apresentam em altas concentrações em soluções protéicas ou devido à presença de outros componentes presentes na farinha, como carboidratos e fibras solúveis em água.



## 4.2.2 Capacidade de Absorção de Água e Óleo

### 4.2.2.1 Capacidade de Absorção de Água (CAA)

A Tabela 6 e a Figura 6 apresentam os valores obtidos para análise da capacidade de absorção de água, em função da concentração de sal e do pH, para as proteínas da farinha da semente de jaca.

A capacidade de absorção de água da farinha da semente de jaca não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na ausência de sal.

**Tabela 6-** Efeito do pH e da adição de sal na Capacidade de Absorção de Água(%).

	pH				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<b>Citrato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	104,6±6,8	91,0±2,2	100,3±0,3	97,7±2,1	87,7±0,0
0,25	247,6±3,1	275,5±14,1	283,7±3,5	252,4±3,4	252,8±2,9
0,50	88,4±4,2	109,8±11,1	102,2±1,6	100,8±0,8	100,0±
0,75	95,3±0,5	99,5±0,1	95,5±0,0	101,3±0,1	98,0±3,2
1,0	102,4±0,3	103,8±1,0	104,1±1,3	98,7±1,2	95,2±2,4
<b>Cloreto de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	104,6±6,8	91,0±2,2	100,3±0,3	97,7±2,1	87,7±0,0
0,25	97,1±1,1	98,9±0,8	97,9±0,8	98,3±0,5	98,0±0,7
0,50	100,2±2,1	97,2±0,3	96,9±2,6	97,8±2,0	99,2±1,9
0,75	86,4±9,2	85,8±3,8	82,3±4,9	81,7±2,1	88,9±1,7
1,0	109,7±4,7	114,3±2,8	62,7±11,2	120,2±2,5	109,7±2,0
<b>Sulfato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	104,6±6,8	91,0±2,2	100,3±0,3	97,7±2,1	87,7±0,0
0,25	97,0±0,3	98,6±0	99,8±0,1	98,9±0,2	98,2±0,1
0,50	97,5±1,3	97,8±0,6	97,2±0,3	99,3±0,4	96,0±1,9
0,75	98,2±1,6	97,0±1,4	98,9±0,6	96,4±0,7	98,8±0,3
1,0	99,0±0,3	100,2±0,0	86,9±0,5	98,2±0,9	97,9±0,7

Podemos observar que a adição de sal na concentração de 0,25 mol / L foi favorável em todos os pHs estudados, o que pode ser visualizado na Figura 8. A concentração de 0,75 mol / L foi a que apresentou menores valores de absorção de água, em uma faixa de 81,7 % < %CAA < 101,3%, na presença dos sais estudados.

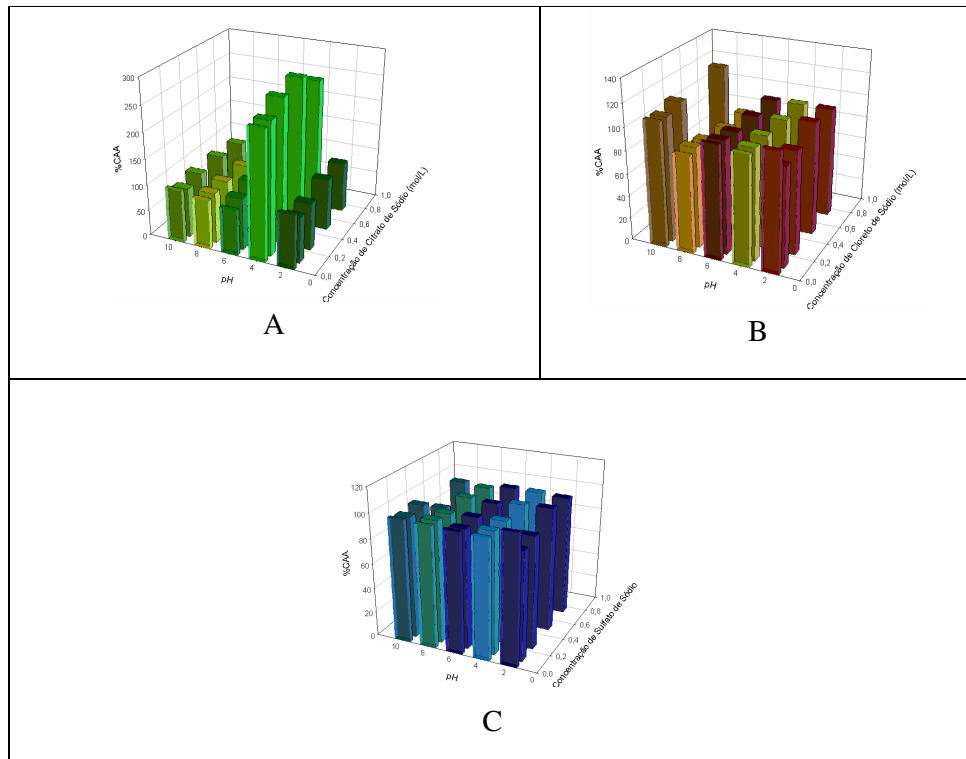
De acordo com CÂNDIDO (1998), as variações de pH modificam a ionização e a carga líquida da molécula protéica alterando as forças atrativas e repulsivas entre as proteínas

e a sua capacidade de interagir com a água. O pH de solução da proteína tem influencia sobre a solubilidade e a capacidade de retenção de água. Estas propriedades são dependentes da presença de grupos hidrofílicos na molécula de proteína.

Segundo KINSELLA *et.al.*(1985), componentes não protéicos podem afetar muito a absorção de água de um produto protéico. A capacidade de absorção de água varia com a fonte protéica, disposição e presença de carboidratos, lipídios, sais, pH e pode ser influenciada por processamentos sofridos pela proteína, como aquecimento, alcalinização, etc.

GLÓRIA & REGITANO-d'ARCE (2000) observaram uma capacidade de absorção de água de 338,0% em um concentrado protéico com 59,3% b.s. de proteína obtido a partir da torta de castanha do Pará, tendo concluído que esta propriedade tornava o concentrado próprio para aplicação em produtos cárneos, de confeitaria, pastelaria e massas em geral

Os dados do presente estudo foram compatíveis aos achados da literatura mesmo quando estes últimos apresentaram uma concentração protéica maior, mesmo se tratando de uma amostra que tinha outros componentes não protéicos que podem ter influenciado a análise, como argumenta KINSELLA *et.al.*(1985).



**Figura 6-** Efeito do pH e da concentração de sal na Capacidade de Absorção de Água(%CAA): A- Citrato de Sódio; B- Cloreto de Sódio;C- Sulfato de Sódio.

#### 4.2.2.2 Capacidade de Absorção de Óleo (CAO)

Na Tabela 7 estão apresentados os valores da capacidade de absorção de óleo para os três tipos de óleo estudados. Como pode-se observar as médias dos valores da capacidade de absorção de óleo para os três tipos de óleo não diferiram entre si ( $p>0,05$ ).

Observando os resultados podemos concluir que o tipo de óleo não influenciou no valor de absorção de óleo da farinha da semente de jaca. Este efeito deve-se ao fato das cadeias de ácidos graxos das espécies vegetais serem muito parecidas, o que não apresenta uma diferença significativa na %CAO, o que pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 7-** Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Ácidos graxos.

DESCRIÇÃO DOS ALIMENTOS	SATURADOS (G)	MONO-INSATURADOS (G)	POLI-INSATURADOS (G)
Óleo de girassol	10,8	25,4	62,6
Óleo de milho	15,2	33,4	50,9
Óleo de soja	15,2	23,3	60,0

FONTE: Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA-UNICAMP.

Os valores encontrados nesta pesquisa são inferiores aos encontrados por GLORIA & REGITANO-D'ARCE (2000) para concentrado protéico de torta de castanha do Pará, 145%, como também para os concentrados protéicos de tremoços (271,6 a 281,5%) estudados por EL-ADAWAY et. al.(2001). Ambos os autores utilizaram óleo de milho.

SANCHE- VIOQUE et. al(1999) estudando isolados protéico de farinha de grão-de-bico encontraram valores de 409,4% e 125%.

TÉO, 2004 estudando concentrados protéicos de folhas de mandioca encontrou capacidade de absorção de óleo em torno de 298%. A autora concluiu que estes concentrados são potenciais ingredientes para produtos cárneos, de panificação, sopas e molhos.

MODESTI (2006) relatou a capacidade de absorção de óleo de 107,2% para folhas de mandioca desidratadas e moídas e de 53,6% para o concentrado obtido por termo-coagulação e de 48% para o obtido por precipitação isoelétrica, valores inferiores aos do presente estudo, quando comprando com os isolados protéicos.

**Tabela 8-** Medias da Capacidade de Absorção de Óleo.

PRODUTO	MÉDIA	DESVIO
Milho	100,4 <sup>a*</sup>	±2,3
Girassol	101 <sup>a</sup>	±2,2
Soja	91,4 <sup>a</sup>	±3,6

\* Medias seguida de mesma letra não diferem entre si, ao nível de significância de 5%..

#### 4.2.3 *Propriedades Emulsificantes*

As propriedades emulsificantes avaliadas neste trabalho foram: capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão.

##### 4.2.3.1 *Capacidade Emulsificante (CE)*

A capacidade emulsificante das proteínas está relacionada com a correlação existente entre propriedades emulsificantes e a superfície hidrofóbica das proteínas que influencia na estabilidade da emulsão (DUA, MAHAJAN e MAHAJAN, 1996). A formação da emulsão é facilitada pela redução da tensão interfacial entre a água e o óleo (ELIZALDE *et al.*, 1988).

Pelos dados obtidos observou-se que a adição de sal favoreceu um crescimento na Capacidade Emulsificantes das proteínas da farinha da semente de jaca, Tabela 9.

Pode-se observar que o pH igual a 4,0 foi o que apresentou menor capacidade em todos os tipos e concentrações de sais estudados. A maior capacidade emulsificante foi observada no pH igual a 8,0 em todas as concentrações, comportamento análogo ao da solubilidade, que apresentou melhor solubilidade neste pH, segundo a Figura 7.

Na ausência de sal no pH 2,0 e no pH 8,0 verificou-se elevada capacidade emulsificante ( $795 < CE < 826$ ), indicando que a capacidade de emulsificação aumenta nas regiões ácidas e alcalinas, comportamento semelhante ao encontrado por FONTANARI (2006), ao estudar as proteínas da semente de goiaba, por SILVA *et. al* (1997) estudando as proteínas da algaroba e por LAWAL (2004), no estudo da proteína do feijão *locust*.

Os resultados encontrados neste trabalho são superiores aos relatados por diversos autores como SÁNCHEZ-VIOQUE *et. al.* (1999) que verificaram a capacidade emulsificante de 48,1% para isolado protéico de grão-de-bico e TÉO (2007) que encontrou capacidade

emulsificante de 128, 6 e 152,3 (mL de óleo/g de proteína) para concentrados protéicos de folha de mandioca

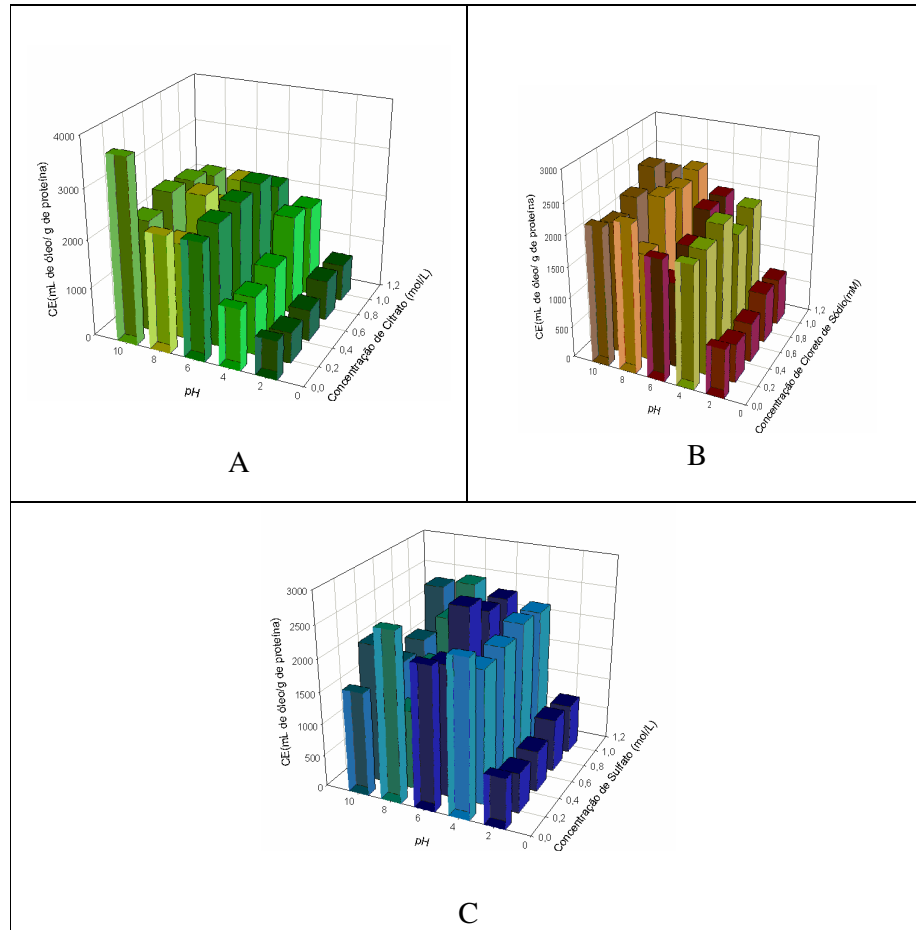
**Tabela 9-** Efeito do pH e da concentração salina na capacidade emulsificante (mL de óleo/ g de proteína).

pH					
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<b><i>Citrato de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	795 ±1,8	623±1,6	637±0,1	826±2,9	766±0,5
0,25	1254 ±4,0	1186±4,0	1373±5,0	2035±2,0	1879±3,0
0,50	2392 ±4,0	2497±3,0	2560±1,0	2601±1,0	2214±1,0
0,75	2390±5,4	1946±0,7	2575±0,7	2005±5,5	2221±4,7
1,0	3739±9,4	2280±5,3	2518±21,1	2434±4,4	2218±1,3
<b><i>Cloreto de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	795 ±1,8	623±1,6	637±0,1	826±2,9	766±0,5
0,25	1975±4,8	2004±2,8	2138±0,7	1721±1,0	1911±10,0
0,50	1954±6,5	1376±13,7	1688±6,1	2027±4,0	2021±3,8
0,75	2381±3,4	1734±4,3	2379±8,5	2302±0,9	2380±3,4
1,0	2234±7,7	2124±6,2	2294±5,2	2562±3,2	2273±3,3
<b><i>Sulfato de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	795 ±1,8	623±1,6	637±0,1	826±2,9	766±0,5
0,25	2432±11,1	2075±3,5	2141±4,4	2256±3,8	2203±6,5
0,50	2222±4,1	2042±2,7	2647±4,3	2358±1,2	2333±0,5
0,75	2618±2,2	1228±4,4	1665±1,2	2150±2,0	2483±6,8
1,0	1611±10,2	2137±5,3	1622±1,3	1732±2,5	2367±7,8

EL-ADAWAY et al (2001) encontraram uma capacidade emulsificante superior a 164 a 169,4% para concentrados protéicos de tremoço, tendo os autores classificado essa propriedade como adequada para incorporação em produtos cárneos.

KINSELLA (1976) relata a dificuldade de se comparar dados da capacidade emulsificante de diferentes proteínas, em virtude da não padronização das condições praticadas na sua determinação.

No presente estudo a capacidade emulsificante apresentada pela farinha da semente de jaca, em todos os pHs estudados e concentração dos sais, a caracteriza como potencial ingrediente para produtos como salsichas, lingüiça, sopas, cremes, sopa-creme, bolos e outros produtos de panificação.



**Figura 7-** Efeito do pH e da adição de sal na capacidade emulsificante: A-Citrato de Sódio; B-Cloroeto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.

#### 4.2.3.2 Estabilidade Emulsificante (EE)

A farinha da semente de jaca, na ausência de sal, apresentou uma boa estabilidade em todos os pH estudados, não diferindo entre si ( $p < 0,05$ ) como esta apresentado na Tabela 10 e na Figura 8.

No pH 10,0 a adição de concentrações mais elevadas de citrato influenciou de forma negativa a propriedade estudada, pois para as concentrações de 0,50; 0,75; 1,0 mol/L a

estabilidade emulsificante foi nula. No entanto, para o pH 8,0 o aumento da concentração até 0,75 mol/L favoreceu a estabilidade emulsificante.

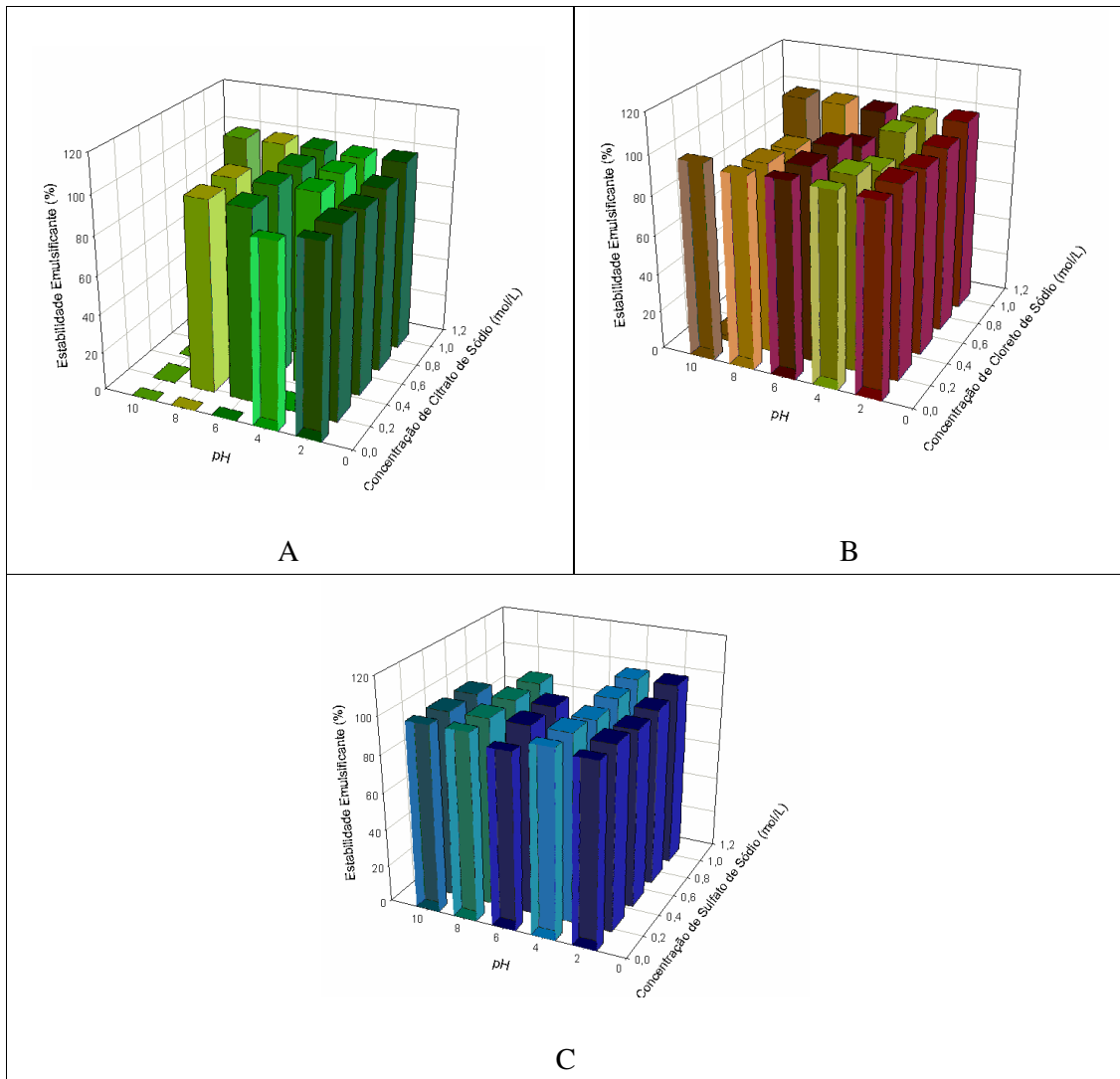
Para o cloreto de sódio, o aumento da concentração foi favorável na maioria das condições estudadas. Verificou-se nas condições de pH 8,0 e 10,0 a concentração de 1,0 mol/L e no pH 10,0 a concentração de 0,75 mol/L reduziram acentuadamente a estabilidade emulsificantes.

A presença de sulfato melhorou a estabilidade em quase todos os valores de pH estudados. Verificou-se que apenas no pH 10 para as concentrações de 0,50 e 1,0 mol/L não houve estabilidade na emulsão.

CHEL-GUERRERO *et al* (2002) encontram estabilidade no intervalo de 20 a 100% estudando isolados protéicos de feijão-lima e feijão-de-porco, contendo respectivamente 71,1 e 73,8% b.s. de proteína. SILVA-SÁNCHEZ *et al*(2004) relatam intervalos de estabilidade em torno de 10 a 71% estudando albuminas isoladas do amaranto.

**Tabela 10-** Efeito do pH e da Concentração Salina na Estabilidade Emulsificante.

pH					
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<b>Citrato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	97,6±0,2	98,1±0,4	95,3±1,8	95,8±2,1	100,0±0,0
0,25	94,0±3,2	0,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	99,1±0,9
0,50	0,0±0,0	98,4±0,8	99,9±0,1	100,0±0,0	100,0±0,0
0,75	0,0±0,0	98,9±1,1	100±0,0	0,0±0,0	100,0±0,0
1,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	100,0±0,0
<b>Cloreto de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	97,6±0,2	98,1±0,4	95,3±1,8	95,8±2,1	100,0±0,0
0,25	99,0±0,7	99,1±1,2	91,0±8,8	100,0±3,2	99,1±0,9
0,50	99,0±1,3	99,0±0,8	99,1±0,1	90,0±5,3	99,1±0,3
0,75	98,0±1,9	97,0±1,2	94,2±5,05	3,1±0,6	100,0±0,1
1,0	100,0±0,0	2,6±0,9	2,8±0,3	2,8±0,6	100,0±0,0
<b>Sulfato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	97,6±0,2	98,1±0,4	95,3±1,8	95,8±2 <sup>a</sup>	100,0±0,0
0,25	100,0±0,0	100,0±0,0	96,9±3,0	98,6±1,4 <sup>a</sup>	100,0±0,0
0,50	94,2±3,5	100,0±0,0	100,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
0,75	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	0,0±0,0
1,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0



**Figura 8-** Efeito do pH e da adição de sal na Estabilidade Emulsificante: A-Citrato de Sódio; B-Cloreto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.

Os dados do presente estudo foram compatíveis ou superiores aos achados da literatura mesmo quando estes últimos apresentaram uma concentração protéica maior, o que ratifica a afirmação de DAMODARAN (1996) de que as propriedades emulsificantes não são diretamente dependentes da concentração da proteína.



**Tabela 11-** Efeito do pH e concentração salina na formação de espuma das proteínas da semente de jaca.

pH					
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<b>Citrato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	15,0±5,0	15,0±5,0	17,5±7,5	30,0±0,0	5,0±5,0
0,25	45,0±5,0	36,0 ±4,0	30,0 ±0,0	30,0±0,0	25,0±5,0
0,50	56,0±4,0	25,0±5,0	35,0 ±5,0	35,0 ±5,0	25,0 ±5,0
0,75	45,0±5,0	38,0±2,0	20,0±10,0	30,0±0,0	22,0±8,0
1,0	52,0±8,0	29,0±9,0	30,0±0,0	35,0±5,0	20,0±0,0
<b>Cloreto de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	15,0±5,0	15,0±5,0	17,5±7,5	30,0±0,0	5,0±5,0
0,25	25,0±5,0	25,0±5,0	19,0±9,0	18,0±8,0	6,5±3,5
0,50	27,5±2,5	16,0±4,0	30,0±0,0	26,0±4,0	19,0±9,0
0,75	37,5±7,5	31,5±0,5	35,0±5,0	18,0±5,0	27,0±3,0
1,0	34,0±8,0	40,0±0,0	33,0±7,0	36,5±6,5	15,0±5,0
<b>Sulfato de Sódio (mol/L)</b>					
0,0	15,0±5,0	15,0±5,0	17,5±7,5	30,0±0,0	5,0±5,0
0,25	40,0±0,0	32,0±2,0	32,5±6,5	36,0±4,0	17,0±3,0
0,50	45,0±5,0	30,0±0,0	30,0±0,0	33,5±6,5	27,0±3,0
0,75	35,0±5,0	28,0±2,0	29,0±9,0	27,0±3,0	25,0±5,0
1,0	50,0±0,0	35,0±5,0	30,0±0,0	30,0±0,0	24,5±4,5

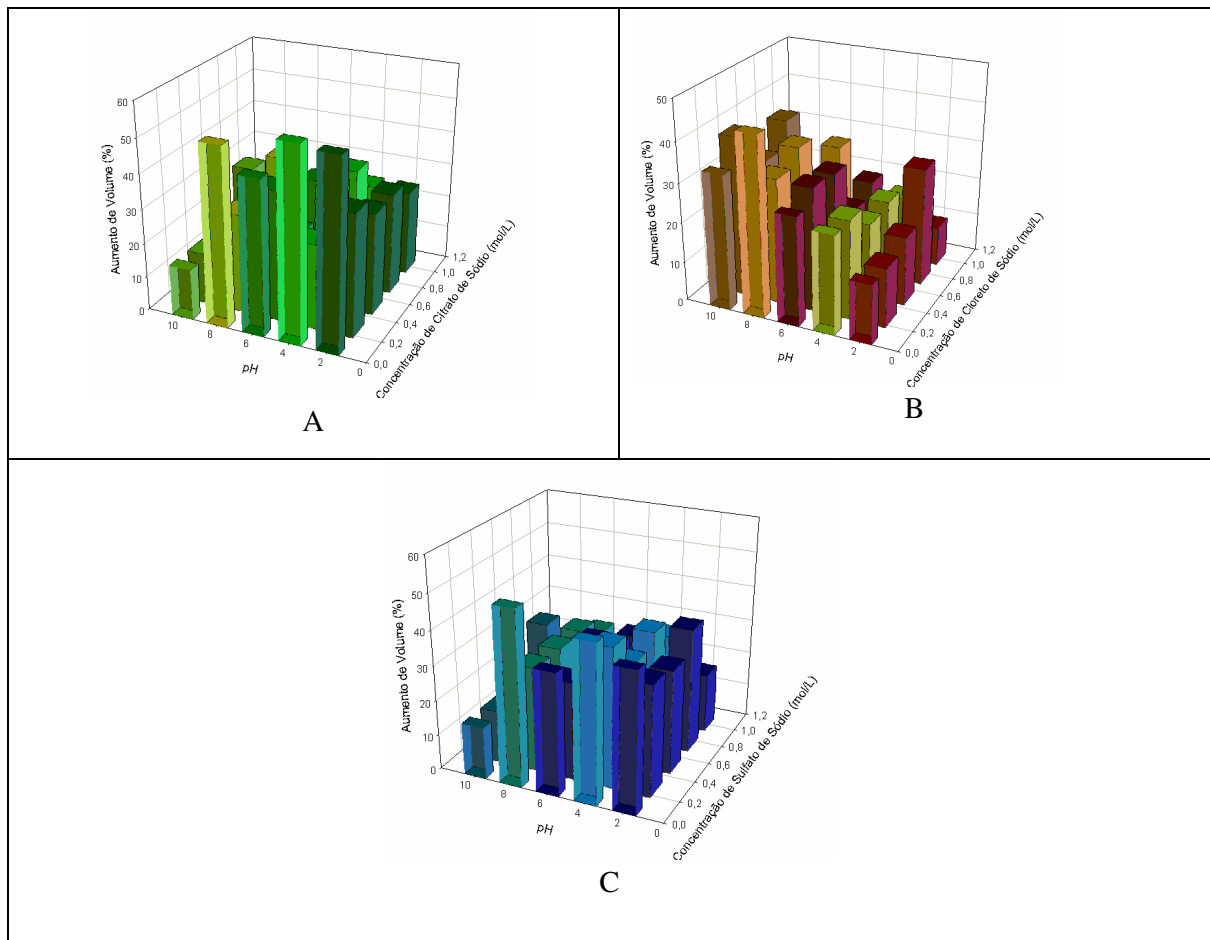
#### 4.2.4 Propriedades Espumantes

Como descrito na metodologia às propriedades espumantes estudadas neste trabalho foram à capacidade de formação de espuma e estabilidade em um tempo de 20 minutos.

Os resultados encontrados para a capacidade de formação de espuma demonstrou que a adição de sal foi favorável como pode ser observado na Tabela 11.

No pH 4,0 foi onde encontrou-se os menores valores de formação de espuma (15%-40%) em todos os sais e em todas as concentrações estudadas. Analisando os dados obtidos observa-se que a capacidade espumante sofreu influencia do pH, apresentando baixa capacidade espumante na região de pH próximos ao “pI” das proteínas, o que pode ser visualizado na Figura 9.

Comportamento semelhante foi relatado para isolado protéico de semente de algaroba (SILVA et al., 1997), sementes de gergelim (KHALID et al., 2003), concentrados protéicos de gergelim (INYANG e IDUH, 1996), proteína do feijão locust (*Parkia biglobosa*) (LAWAL, 2004), proteína do feijão “caupi” (RAGAB et al., 2004) e concentrado protéico de tremçoço (SATHE et al., 1982a).



**Figura 9-** Efeito do pH e da concentração salina no aumento do volume. A-Citrato de Sódio; B-Cloreto de Sódio; C-Sulfato de Sódio.

De acordo com dados encontrados na literatura, altas concentrações de sais apresentam uma influencia negativa nas propriedades funcionais de proteínas, isso devido ao efeito *salt-out* que alguns sais apresentam. No entanto, no presente estudo pode-se explicar este efeito positivo devido à presença de outros nutrientes além da proteína na composição da farinha.

Ao compararmos os resultados do presente trabalho com os valores encontrados por YU, AHMEDNA & GOKTEPE (2006) para a farinha de castanha e correspondente concentrado de 6,0% e 2,0% de capacidade de formação de espuma podemos concluir que a farinha da semente de jaca é um bom agente espumante.

GLORIA & REGITANO d'ARCE (2000) obtiveram capacidade de formação de espuma de 59% para torta de castanha, quando estudaram o concentrado protéico da torta da castanha-do-pará encontraram uma capacidade de 9,9%, com estabilidades respectivas de 74,0% e 94,5%.

No estudo com albuminas isoladas do amaranto SILVA-SANCHÉZ et. al. (2004) observaram uma capacidade de formação de espuma entre 45% e 132% e uma estabilidade entre 29% e 121%. RODRIGUÉZ-AMBRIZ et. al.(2005) observaram formação de espuma, respectivamente de 220%, 500% e 70% a 85% em isolado protéico de tremçoço.

O resultado encontrado para a estabilidade das espumas localiza-se na Tabela 12.

**Tabela 12-** Estabilidade espumante após 20 minutos.

	pH				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
<b><i>Citrato de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	5,0±0,05	4,0±0,04	9,7±0,0	8,0±0,0	0,0±0,0
0,25	10,0±0,0	5,0±0,05	5,0±0,05	0,0±0,0	0,0±0,0
0,50	10,0±0,0	4,0±0,04	10,0±0,0	15±0,05	4,0±0,04
0,75	10,0±0,0	10,0±0,0	5,0±0,05	9,0±0,01	0,0±0,0
1,0	15,0±0,05	10,0±0,0	7,0±0,03	0,0±0,0	0,0±0,0
<b><i>Cloreto de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	5,0±0,05	4,0±0,04	9,7±0,0	8,0±0,0	0,0±0,0
0,25	10,0±0,0	10,0±0,0	10,0±0,0	7,5±0,02	0,0±0,0
0,50	6,5±0,01	5,0±0,05	5,0±0,05	5,0±0,05	0,0±0,0
0,75	11,5±0,06	10,0±0,0	10,0±0,0	0,0±0,0	5,0±0,05
1,0	7,5±0,02	10,0±0,0	5,0±0,05	5,0±0,05	0,0±0,00
<b><i>Sulfato de Sódio (mol/L)</i></b>					
0,0	5,0±0,05	4,0±0,04	9,7±0,0	8,0±0,0	0,0±0,0
0,25	10,0±0,0	9,0±0,01	10,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
0,50	14,0±0,06	15,0±0,05	12,5±0,03	10,5±0,01	10,0±0,0
0,75	19,0±0,11	10,0±0,0	6,0±0,06	2,5±0,02	0,0±0,0
1,0	30±0,0	10,0±0,0	9,0±0,01	0,0±0,0	5,0±0,05

Como pode ser observado apesar do aumento da concentração de sal ter favorecido a formação de espuma, o mesmo não ocorreu com a estabilidade. DAMADORAN (1996) menciona que, usualmente as proteínas com boa capacidade de formação de espuma não apresentam habilidade de estabilizar a espuma, e vice-versa.

## 5 CONCLUSÃO

A farinha da semente de jaca possui um teor de proteína (12%) que pode caracterizá-la com fonte de proteína na alimentação humana.

A solubilidade das proteínas da farinha de semente de jaca é influenciada pela variação do pH e do tipo e concentração de sal. No presente estudo a melhor sistema foi o que utilizou o citrato de sódio na concentração de 0,25 mol/L.

A capacidade de absorção de água das proteínas da farinha também foi influenciadas pela variação do pH e da concentração e do tipo de sal. Pode-se observar que a adição de sal na concentração de 0,25 mol/L foi favorável em todos os pHs estudados, e a concentração de 0,75 mol/L foi a que apresentou menores valores de absorção de água.

A absorção de óleo não foi influenciada pelo tipo de óleo.

As propriedades emulsificantes apresentaram melhores resultados na capacidade emulsificante com a adição do sal citrato ( $1186 \leq CE \leq 3739$ ) e na estabilidade com a adição de cloreto de sódio ( $2,61 \leq EE \leq 100$ ).

A adição de sal foi favorável a capacidade de formação de espuma. Já o mesmo não ocorreu para a estabilidade da espuma formada.

A farinha da semente de jaca pode ser utilizada como uma fonte alternativa de proteínas alimentares no desenvolvimento de novos produtos e como substituto em produtos já disponíveis no mercado.

## 6 REFERÊNCIAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 15 ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990, 1117p.

ABTAHI, S.; AMINLARI, M. Effect of sodium sulfite, sodium bisulfite, cysteine, and pH on protein solubility and sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel eletrophoresis of soybean milk base. **Journal Agric. Food Chem.**, v.45, p.4768-4772, 1997.

ABUGOCH, E. L.; MARTINEZ, E. N.; AÑÓN, M. C. Influence of the Extracting Solvent upon the Structural Properties of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Glutelin. **Journal Agric. Food Chem.**, v.51, p.4060- 4065, 2003.

ALOBO, A. P. proximate composition and selected functional properties of defatted papaya (*Carica papaya L.*) kernel flour. **Plant. Foods for Human Nutrition**, v.58, p.1-7, 2003.

ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrados protéicos de soro de Leite. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v.23, p.183-189, 2003.

AROGUNDADE, L. A.; AKINFENWA, M. O.; SALAWU, A. A. Effect of NaCl and its partial or complete replacement with KCl on some functional properties of defatted *Colocynthis citrullus L.* seed flour. **Food Chemical**, v.84, p.187-193, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Compêndio da legislação de alimentos**, São Paulo, v. 2/A, p.7-33(38), 1991.

BADIFU, G. O. ; AKUBOR, P.I. Influence of pH and sodium chloride on selected functional and physical properties of African breadfruit (*Treulia Africana Decne*) kernel flour. **Plants Foods for Nutrition**, v.56, p.105-115, 2001.

BAGNIS, C. G. **Isolado protéico de girassol**. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 1984.111p. (Dissertação Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola).

BASTOS, D. H. M. **Extrusão termoplástica de pulmão bovino**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1989. 112p. (Dissertação Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas).

BEJARANO LUJÁN, D. L. **Obtenção de concentrados protéicos de amaranto (*Amaranthus sp*) por diferentes processos e avaliação de seus efeitos em algumas propriedades** Campinas-SP: UNICAMP, 2008, 128p. (Tese de doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).

BEUCHARD, L. R. Functional and eletroforetic characteristics of succinylated peanut flour proteins. **Journal Agri. Food Chemical**, v.25, p.258, 1977.

BORDERÍAS, A. J.; MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v.28, n.2, p.159-169, 1988.

BRADFORD, M. M. Rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye Binding. **Analytical Biochemistry**, vol.72, p.248-254, 1976.

BRASIL, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos CNNPA. **Resolução CNNPA n° 12 de julho 1978**. Brasília, 1978.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998**. Brasília, 1998.

CÂNDIDO, L.M.B. **Obtenção de concentrados e hidrolisados protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais**. Campinas-SP.: UNICAMP, 1998, 207p. (Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).

CANELLA, W. Whipping properties of sunflower protein dispersions. **Food Sci. Technol.**, v.12, p.95-102, 1978.

CARBONARO, M.; VECCHINI, P.; CARNOVALE, E. Protein solubility of raw and cooked beans (*Phaseolus vulgaris*): role of the basic residues. **J. Agric. Food Chemical**, v.41, n.8, p.1169 -1175, 1993.

CARVALHO, A.V. **Extração, concentração e caracterização físico-química e funcional das proteínas de semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum)**. Campinas-SP.: UNICAMP, 2004, 167p. (Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran proteins concentrates. **Journal of Food Engineering**. 2006.

CHAVAN, U. D.; McKENZIE, D. B.; SHAHIDI, F. Functional properties of protein isolates from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). **Food Chemical**, v.74, p.177-187, 2001.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentares: bioquímica, propriedades funcionais, valor nutritivo e modificações químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989, 339p.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteins alimentareis: technique et documentation**. Paris: Lavoisier: 1985, 309 p.

CHEL-GUERRERO,L.;PÉREZ-FLORES, V.; BETANCUR-ANCONA, D.; DÁVILA-ORTIZ, G. Functional properties of flour and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.584-591, 2002.

CHOU, D. H.; MORR, C. V. Protein-water interactions and functional properties. **Journal of American Oil Chemists Society**, Champaign, v.56, n.1, p.53-63, 1979.

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

COSTA, A.; BORGES, A. Avaliação da produção agrícola do amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). **Holos**, v.21, p.97-111, 2005.

CRUZ, E. N.; RIBEIRO, J. C. A.; LIRA, K. M.; SANTOS, J. G.;MOREIRA, R. T.; SANTOS, E. P. Obtenção de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) através de cozimento e secagem em calor seco. **In: II Jornada Nacional da Agroindústria**, Bananeiras-PB, 2007.

DAMADORAN, S. Amino acids, peptides and proteins. **In: FENNEMA, O.R.(Ed). Food Chemistry**.3 ed. New York-USA: Marcel Dekker, 1996.

DAMODARAN, S.; PARAF, A. **Food proteins and their applications**. New York-USA: Marcel Dekker, 1997.

DESHPANDE, S.S. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. **Critical Review in Food Scienc and Nutrition**, v.32, n.4, p.333-363, 1992.



DHEHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: **Dietary Fiber in Healthy & Disease**. Ed. D. Kritchevsky & C. Bonfield, Egan Press, Minnesota-USA. 1995, 486p.

DUA, S.; MAHAJAN, A.; MAHAJAN, A. Improvement of functional properties of rapeseed (*Brassica campestris* Var. Toria) preparations by chemical modification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.706-710, 1996.

DUARTE, A. J.; CARREIRA, R. L.; JUNQUEIRA, R. G.; COELHO, J. V.; SILVESTRE, M. P. C. Propriedades emulsionantes e solubilidade da caseína bovina: 1. Efeito do pH e do tempo de hidrólise. **Cienc. Tecnol. Alim.** v.18, n.3, p.295-302, 1998a.

DUARTE, A. J.; CARREIRA, R. L.; JUNQUEIRA, R. G.; COELHO, J. V.; SILVESTRE, M. P. C. Propriedades emulsionantes e solubilidade da caseína bovina: efeito da adição de NaCl. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v.18, n.3, p.303-308, 1998b.

EL-ADAWY, T. A.; RAHMA, E. H. ; EL-BEDAWAY, A.A.; GAFAR, A. F. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. **Food Chemistry**, v.74, p.455-462, 2001.

ELIZALDE, B. E.; KANTEREWICS, R. J.; PILOSO, A. M. R.; BARTHOLOMAI, G. B. Physicochemical properties of food proteins related to their ability to stabilize oil-in-water emulsions. **J. Food Sci.**, v.53, n.3, p.845-848, 1988.

FENNEMA, O. R. **Química de Los Alimentos**. 2 ed.: Zaragoza: Acribia, 1993.

FERREIRA, C. F. G. **Adsorção da proteína glnb de herbaspirillum seropedicae sobre a superfície da mica analisada por microscopia de força atômica**. Curitiba-PR.: UFPR, 2008, 78f. (Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

FONTANARI, G. G. **Isolado protéico de farinha de semente de goiaba (Psidium guajava): caracterização de propriedades funcionais e térmicas**. Araraquara-SP.: Universidade Estadual Paulista, 2006, 117f. (Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista).

FONTANARI, G. G., JACON, M. C., PASTRE, I. A., FERTONANI, F. L., NEVES, V.A, BATISTUTI, J. P. Isolado protéico de farinha de semente de goiaba (*Psidium guajava*): caracterização de propriedades funcionais. **Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v.27(supl.), p.73-79, ago./2007.

FURTADO, M. A. M.; GOMES, J. C.; SILVA, C. A. S.; ORNELLAS, C. B. D.; SILVESTRE, M. P. C. Propriedades funcionais de hidrolisados de proteína Láctea co-precipitada. **Cienc. Agrotec.**, Lavras-MG, v.25, n.3, p.625-639, maio-jun./2001.

GERMAN, J. B.; PHILLIPS, L.G. Molecular properties of protein important in foams. **Food Proteins. In:** Kinsella, J.E. & SOUICE, W.G. (Ed.), AOCS, Champaign, p.132-143, 1989.

GLÓRIA, M. M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado protéico de torta de castanha do Pará: obtenção e caracterização química e funcional. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.240-245, 2000.

GUERRERO, V. C.; FLORES, D. P.; ANCONA, B.; ORTIZ, D. G. Functional properties of flours and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds. **Journal Agric. Food Chemical**, v.50, p.584-591, 2002.

HALLING, P. J. Protein-stabilized foams and emulsions. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutritional**, Boca Raton: CRC Pres, v.157, n.2, p.155-203, 1981.

HAQUE, Z.; KINSELLA, J. E. Emulsifying properties of food proteins: development of a standardized emulsification method. **Journal of Food Science**, v.54, n.1, p.39-44, 1989.

HEKKEN, V. D. L.; STRANGE, E. D. Functional properties of dephosphorylated bovine whole casein. **J. Dairy Sci.**, v.76, n.5, p.3384-3391, 1993.

HERMANSSON, A. M. Determination of functional properties of protein foods. **In:** POTER, J.; ROLLS, B. (Eds.). **Problems in human nutrition**. New York: Academic Press, p.407-438, 1973.

HERNÁNDEZ, T.; HERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ, C. Fibra alimentaria. Concepto, propiedades y metodos de analisis. **Alimentaria**, v.261, p.19-30, 1995.

HUNG, S.C.; ZAYAS, J. F. Emulsifying capacity and emulsion stability of milk proteins and corn germ protein flour. **Journal and Food Science**, v.56, n.5, p.1216-1219, 1991.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de análises de alimentos**. 3 ed. São Paulo-SP: Guanabara Dois, 1985.

INYANG, U. E.; IDUH, A. O. Influence of pH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate. **Journal Am. Oil Chemical Soc.**, v.73, n.12, p.1663-1667, 1996.

KABIRULLAH, M.; WILLS, R. B. H. Functional properties of acetylated and succinylated sunflower protein isolates. **Journal Food Technol.**, v.17, p.235-249, 1982.

KHALID, E.K.; BABIKER, E.E.; TINAY, A H E. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. **Food Chem.**, v.82, n.3, p.361-366, 2003.

KILARA,A.; SHARKASI, T.Y. Effects of temperature on food protein and its implications on functional properties. **CRC Critical Reviews in Food Scienc and Nutrition**, v.23, n.4, p.323-395, 1986.

KINSELLA, J.E. Functional properties in foods: a survey. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutritional**, v.7, n.3, p.219-280, 1976.

KINSELLA, J.E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutritional**, v.21, n.4, p.197-262, 1984.

KINSELLA, J.E. Structure and Functional Properties of Food Protein. In: Fox, P.P., Condon, J.J., **Food Proteins**, Applied Science Published, p.72-85, 1982.

KINSELLA, J.E.; DAMODARAN, S.; GERMAN, A.B . Physicochemical and functional properties of oilseed proteins with emphasis on soy proteins. **In: ALTSCHUL, A.M.; WILCKE, H.L. (Ed) New Protein Foods**, 2 ed. Orlando-USA: Academic Press, v.5, cap.V, p. 107-79, 1985.

KITABATAKE, N.; SHIMIZU, Y.; DOI, E. Continuous production of fish meat using a twin-screw extruder. **Journal. Food Sci.**, Chicago-USA, v.53, n.2, p.344-348, 1988.

KONINGSVELD, G. A. V.;GRUPPEN, H.; JONGH, H. H. J.; WIJNGAARDS, G.; BOEKEL, M. A. J. S; WALSTRA, P.; VORAGEN, A. G. J. Effects of pH and heat treatments on the structure and solubility of potato proteins in different preparations. **Journal Agric. Food Chemical**, v.49, p.4889-4897, 2001.

LAWAL, O.S; ADEBOWALE, K.O.; ADEBOWALE, Y.A.-Functional properties of native and chemically modified protein concentrates from bambarra groundnut- **Food Research International**, v.40, p.1003–1011, 2007

LEÓN, T.L. **Efectos Hofmeister en Sistemas Coloidales**. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Departamento de Fisica Aolicada, Grupo de Coloides y Fluidos, Tesis Doctoral, 2006.

LIADAKIS, G. N.; TZIA, C.; OREOPOULOU, V.; THOMOPOULOS, C. D. Protein isolation from tomato seed meal, extraction optimization. **Journal. Food Sci.**, v.60, n.3, p.477-482, 1995.

LIMA, A. S. ; MARCELLINI, P. S. ; RAMOS, A. L. D. ; MENEZES, A. L. N. ; SILVA, E. A. ; SANTOS, A. A. Produção de paes de forma com incorporação de farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus*). **In**: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife-PE, 2004. **Anais...** Recife-PE: SBCTA, 2004. 1 CD-ROM.

LOCKMILLER, N.R. Increased utilization of protein in foods. **Cereal Science Today**, v.18, p.77-81, 1973.

LOURENÇO, E. J. **Tópicos de proteínas de alimentos**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2000, p.240-243.

LQARI, H.; VIOQUE, J.; PEDROCHE, J.; MILLÁN, F. Lupinus angustifolius protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization. **Food Chemical**, v.76, p.349-356, 2002.

MA, C.Y.; HARWALKAR, R. Thermal analysis of food proteins. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.35, p.317-367, 1991.

MACHADO, F. F., COIMBRA, J. S.R., ROJAS, E. E. G., MINIM, L. A., OLIVEIRA, F. C., SOUSA, R. C. S. Solubility and density of egg white proteins: effect of ph and saline concentration. **LWT**, v.40, p.1304-1307, 2007.

MAHAJAN. A.; DUA, S. Salts and pH induced changes in functional properties of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) seed meal. **Cereal Chemistry**, v.79, p.834-837, 2002.

MAURI, A.N.; AÑÓN, M.C. Effect of solution pH on solubility and some structural properties of soybean protein isolate films. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.1064-1072, 2006.

McWATTERS, K. H.; HOLMES, M. R. Influence of pH and salt concentration on nitrogen solubility and emulsification properties of soy flour. **Journal Food Science**, v.44, p.770, 1979.

MEJRI, M.; ROGÉ, B.; SOUISSI, A. B.; MICHELS, F.; MATHLOUTHI, M. Effects of some additives on wheat gluten solubility: a structural approach. **Food Chemical**, v.92, p.7-15, 2005.

MODESTI, C. F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos.** Lavras-MG: UFLA, 2006. 73p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Lavras).

MONDOR, M.; IPPERSIEL, D.; LAMARCHE, F.; BOYE, J. Production of soy protein concentrates using a combination of electroacidification and ultrafiltration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.6991-6996, 2004.

MORR, C. V.; GERMAN, B.; KINSELLA, J. E.; REGENSTEIN, J. M.; VAN BUREN, J. P.; KILARA, A. ; LEWIS, B. A.; MANGINO, M. E. A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. **Journal Food Sci.**, v.50, p.1715-1718, 1985.

MORTON, J. F. Jackfruit. *In: Fruits of warm climates.* Miami-USA: [s.n.], 1987, p.58-67.

NACZK, M.; RUBIN, L. J.; SHAHIDI, F. Functional properties and phytate content of pea protein preparations. **Journal Food Sci.**, Chicago-USA, v.51, n.5, p.1245-1246, 1986.

NATH N, HYUN J, MA H, CHILKOTI A. Surface Engineering Strategies for Control of Protein and Cell Interactions. **Surface Science**, v.570, p.98-110, 2004.

NEVES, V. A. **Isolamento e digestibilidade in vitro da proteína da lentilha (Lens esculenta).** São Paulo-SP: USP, 1991, 140p. (Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo).

NEVES, V. A.; LOURENÇO, E. J. Isolation and In vitro hydrolysis of globulin G-1 from Lentils (*Lens culinaris medik*). **Journal Food Biochem.**, v.19, p.309-320, 1995.

NEVES, V. A.; LOURENÇO, E. J.; SILVA, M. A. Características de solubilidade da fração protéica de semente de lentilha (*Lens culinares Medik*), var. precoce. **Alim. Nutr.**, São Paulo-SP, v.9, p.89-101, 1998.

NICANOR, A.B.; MORENO, A.O.; AYALA, A.L.M.; ORTIZ, G.D. Guave seed protein isolate: functional and nutritional characterization. **Journal Food Biochem.**, v.25, p.77-90, 2001.

NUNES, M.C.; BATISTA, P.; RAYMUNDO,A.; ALVES, M.M.; SOUSA, I. Vegetable proteins and milk puddings. **Colloid Surface B.**, v.31, p.21-29, 2003.

ORDONEZ, J. A.; RODRIGUES, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLON, G. D. G. F. **Componentes dos Alimentos e Processos: tecnologia de alimentos**. Porto Alegre-RS: Artmed, v.1, 2005.

ORNELLAS, C. B. D.; JUNQUEIRA, R. G.; SILVESTRE, M. P. C. Efeito da Adição de NaCl sobre as propriedades funcionais do plasma bovino e de seus hidrolisados trópticos. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v.20, n.3, p.391-397, 2000.

PEARCE, K. N.; KINSELLA, J. E. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. **Journal. Agric. Food. Chemical**, v.26, n.3, p.716-723, 1976.

PHILLIPS, L.G.; KINSELLA, J.E. Effect of succinylation on  $\beta$ -lactoglobulin foaming properties. **Journal of Food Science**, v.55, n.6, p.1735-1739, 1990.

PHILLIPS, L.G.; WHITEHEAD, D. M.; KINSELLA, J.E. **Structure–function properties of food proteins**. San Diego-USA: Academic Press, 1994. 271p. (Food Science and Technology International Series).

PHILLIPS, R. D. nutritional quality of cereal and legume storage proteins. **Food Technology**, v.51, n.5, p.62-66, 1997.

PHILLIPS,L.G. Protein conformation at liquid interfaces and its role in stabilizing emulsions and foams. **Food Technology**, v.35, p.50-51, 1981.

PHILLIPS,L.G. Protein conformation at liquid interfaces and its role in stabilizing emulsions and foams. **Food Technology**, v.35, p.54-57, 1981.

PHILLIPS,L.G.; GERMAN,J.B.; O'NEILL,T.E.; FOEGEDING,E.A.; HARWALKAR,V.R.; KILARA,A.; LEWIS,B.A.; MANGINO,M.E.; MORR,C.V.; KINSELA,J.E. Standardized procedure for measuring foaming properties of three proteins, a collaborative study. **Journal of Food Science**, v.55, n.5, p.1441-1453, 1990.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais do isolado protéico obtido do resíduo industrial do processamento de tomate**. Campinas-SP: UNICAMP, 1988. 169p. (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).

RAGAB, D. D. M.; BABIKER, E. E.; ELTINAY, A. H. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration. **Food Chem.**, v.84, n.2, p.207-212, 2004.

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

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

RODRIGUES, R.M.; OLIVEIRA,R.B.;REGES,C.M. - **Determinação do Teor Protéico da Polpa e Caroço de Jaca (*Artocarpus integrifolia*) in natura e desidratado**. 2004. XI Jornada De Iniciação X Científica, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins.

RODRÍGUEZ- AMBRIZ, S.L.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ,G.; GONZÁLEZ, J.E. C.; TRUJILLO, J.P.P. Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. **Plants Foods for Human Nutrition**, v.60, p.99-107, 2005.

SÁNCHE-VIOQUE, R.; CLEMENTE, A.; VIOQUE, J.; BAUTISTA,J.; MILLÁN, F. Proteins isolates from chickpea (*Cicer arietinum L.*): chemical composition, functional properties and protein characterization. **Food Chemistry**, v.64, p.237-243, 1999.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Functional properties of Lupin Seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. **Journal Food Science**, v.47, n.2, p.491-497, 1982a.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Functional properties of Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus (L) DC*) proteins. **Journal. Food Science**, v.47, n.2, p.503-509, 1982b.

SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Functional properties of great northern bean (*Ph. vulgaris L*) proteins: emulsions, foaming, viscosity, and gelation properties. **Journal Food Science**, v.46, n.1, p.71-74, 1981.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos propriedades, degradações e modificações**. São Paulo: Varela, 1996.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SILVA, J. B.; BORA, P S.; NETO, V. Q. Caracterização de propriedades funcionais do isolado protéico de semente de algaroba (*Prosopis juliflora (SW) D.C.*) modificado por acetilação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, p.263-269, 1997.

SILVA, J. H. V; JORDÃO FILHO; RIBEIRO; M. L. G; SILVA, E. L; Efeitos da inclusão do farelo de sementes de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas. **Revista Ciênc. Agrotec.**, v.31, n.2, 2007.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J. ; DE LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. **Plant Foods for human nutrition**, v.59, p.169-174, 2004.

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

SOSULSKI, F.W; McCURDY, A. R. Functionality of flours, protein fractions and isolates from Field peas and Faba beans. **Journal Food Sci.**, v.52, n.4, p.1010-1014, 1987.

SOUSA, R.C.S. **Separação da lisozina, conalbumina e ovalbumina presentes na clara do ovo: aspectos tecnológicos e termodinâmicos** Visoça-MG: UFV, 2008, 117f. (Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Visoça).

SOUZA, T. Sant'Anna; Chaves, M. A.; Bonomo, R. C. F., Soares, R. D., Pinto, E. G. e Cota, I. R. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá-PR, v.31, n.2, p.225-230, 2009.

SWIFT, C. E.; LOCKETT, C.; FRYOR, A. J. Comminuted meat emulsions the capacity of meats for emulsifying fat. **Food Technology**, v.15, p.468, 1961.

TEO, C.R.P. **Propriedades físico-químicas, funcionais e nutricionais e aplicação tecnológica de concentrado protéico de folhas de mandioca**. Londrina-PR: UEL, 2007, 220p. (Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos - Universidade Estadual de Londrina).

THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. A. Review: grain legumes a boon to human nutrition. **Food Science and Technology**, v.14, p.507-518, 2003.

VOJDANI, F.; Solubility. *In*: G. M. Hall (Ed), **Methods of Testing Protein Functionality**. London: Blackie Academic & Professional, p.11-46, 1996.



WANG, Sin H.; FERNANDES, Simone M.; CABRAL, Lair C. Nitrogen solubility, protein dispersibility and emulsifying properties of dehydrated aqueous extracts of rice-soybean. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, 2000.

XU L, VADILLO-RODRIGUEZ V, LOGAN B. Residence time, loading force, pH, and ionic strength affect adhesion forces between colloids and biopolymer-coated surfaces. **Langmuir**, v.21, p.7491-7500, 2005.

ZAYAS, J.F. **Functionality of proteins in food**. Heidelberg: Springer, 1997, p.6-75.