



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

## Dissertação de Mestrado

ELABORAÇÃO DA FARINHA DE PALMA  
ADITIVADA COM SABOR CAMARÃO  
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

S FREITAS DE OLIVEIRA

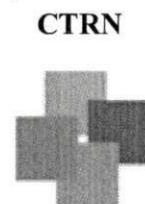
Biblioteca UFCG  
SMBC\_CDSA  
CAMPUS DE SUMÉ  
Reg.10535/12

mpina Grande  
Paraíba

01S  
31(043.3)  
0482e  
x.01



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



**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE**  
**PRODUTOS AGRÍCOLA**

**ELABORAÇÃO DA FARINHA DE PALMA ADITIVADA COM SABOR CAMARÃO**  
**PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

**Por**

**José Marcos Freitas de Oliveira**

**Orientadores**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Elita Martins Duarte  
Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata



Campina Grande - PB  
(Setembro de 2011)

**JOSÉ MARCOS FREITAS DE OLIVEIRA**

**ELABORAÇÃO DA FARINHA DE PALMA ADITIVADA COM SABOR CAMARÃO  
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, em cumprimento da exigência para obtenção do grau de Mestre.

**UFCG - BIBLIOTECA**

**Campina Grande, PB  
(Setembro/2011)**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

O41e

Oliveira, José Marcos Freitas de.

Elaboração da farinha de palma aditivada com sabor camarão para a alimentação humana / José Marcos Freitas de Oliveira. – Campina Grande, 2012.

46f.: il. Color.

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

Orientadores: Prof<sup>o</sup>. Dra. Maria Elita Martins Duarte e Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata.

Referências.

1. *Opuntia ficus-indica* Mill. 2. Processamento. 3. Aproveitamento de resíduos. 4. Propriedades sensoriais. I. Título.

CDU 631.563.2 (043)

JOSÉ MARCOS FREITAS DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO DA FARINHA DE PALMA ADITIVADA COM SABOR CAMARÃO  
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

*Maria Elita*

Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Elita Martins Duarte  
Orientadora (UFCG)

APROVADO

*Mário Eduardo*

Prof. Dr. Mário Eduardo R. M. Cavalcanti Mata  
Orientador (UFCG)

APROVADO

*Severina de Sousa*

Dra. Severina de Sousa  
Examinador Externo (UFCG)

APROVADO

*J. M. S.*

Dr. Francisco de Assis Santos e Silva  
Examinador Interno (UFCG)

APROVADO

UFCG - BIBLIOTECA

Campina Grande, PB  
(Setembro /2011)

## Mensagem

“De tudo ficaram três coisas...  
A certeza de que estamos começando...  
A certeza de que é preciso continuar...  
A certeza de que podemos ser interrompidos  
antes de terminar...  
Façamos da interrupção um caminho novo...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro!”

Fernando Sabino



**Dedicatória**

A meu pai, José Cabral de Oliveira (*in memória*);  
a minha mãe, Terezinha Freitas de Oliveira  
e a toda minha família, pelo incentivo, acolhimento e amor

UFCC - BIBLIOTECA

## **Agradecimentos**

A DEUS, nosso criador.

A minha valiosa família: Mãe, irmãs, sobrinhos, sobrinhas e cunhados, pelo incondicional amor dedicado.

A minha grande família, que são os meus amigos, por todo o incentivo e apoio.

Aos meus orientadores, Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria Elita Martins Duarte e Prof. Dr. Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata, pela paciência, dedicação, apoio e orientação.

À Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, por terem abraçado o projeto MINTER.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação Minter/UFCG, Engenharia Agrícola – Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, ao Prof. de inglês, Tony, pela facilidade e dedicação na transmissão do conhecimento, em especial à Prof<sup>ª</sup>. Dra. Josivanda Gomes e à Prof<sup>ª</sup>. Dra. Rossana, pela atenção e carinho dedicados.

À Doutoranda Leila de Sousa Nunes, pelo apoio e paciência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela bolsa de incentivo.

Ao IFPE – Campus Belo Jardim, em especial à Pedagoga e Prof<sup>ª</sup>. Bernardina, e ao Campus de Vitória de Santo Antão, por terem cedido seus laboratórios para pesquisa e incondicional apoio no decorrer do curso.

A todos os colegas de curso, em especial ao Prof. Msc. Márcio José Vasconcelos, pelo incentivo, apoio e amizade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plantio de palma gigante IFPE – Campus Belo Jardim .....	14
Figura 2	Raquete de palma gigante sendo filetada para secagem .....	14
Figura 3	Diagrama de fluxo com as etapas de processamento para obtenção da farinha de palma e análises físico-químicas .....	15
Figura 4	Armazenamento da farinha de palma .....	17
Figura 5	Diagrama de fluxo com as etapas de processamento para obtenção da farinha de cabeça de camarão e análises físico-químicas .....	17
Figura 6	Camarão da espécie <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	18
Figura 7	Cabeça de camarão congelada .....	18
Figura 8	Estufa com ventilação forçada .....	19
Figura 9	Ficha para avaliação sensorial da aparência, cor e odor da farinha de palma enriquecida de sabor camarão, conforme escala hedônica de 9 pontos. ....	23
Figura 10	Curva de dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Lewis .....	26
Figura 11	Curva de dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Page .....	27
Figura 12	Curva de dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Henderson & Pabis .....	27
Figura 13	Curva de dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Lewis .....	29
Figura 14	Curva de dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Page .....	29
Figura 15	Curva de dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C e ajuste segundo o modelo de Henderson & Pabis .....	30

UFMG - BIBLIOTECA

Figura 16 Perfil sensorial dos produtos elaborados a partir da farinha de palma enriquecida com diferentes percentuais de farinha de cabeça de camarão (15, 20 e 25%), quanto aos parâmetros Aparência, Cor e Aroma.

36

UFCC - BIBLIOTECA

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b>	Valores médios das características físico-químicas da palma gigante “ <i>in natura</i> ” .....	24
<b>Tabela 02</b>	Valores médios das características físico-químicas da cabeça de camarão “ <i>in natura</i> ” .....	25
<b>Tabela 03</b>	Parâmetros de ajuste dos modelos de Lewis (k),Page (k e n) e Henderson & Pubis (a e k), com seus respectivos coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) para palma forrageira secas nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C .....	28
<b>Tabela 04</b>	Parâmetros de ajuste dos modelos de Lewis (k),Page (k e n) e Henderson & Pabis (a e k), com seus respectivos coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) para cabeças de camarão secas nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C.....	31
<b>Tabela 05</b>	Características físico-químicas <i>in natura</i> e da farinha de palma, após secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100° C, DMS*, CV%* e MG* .....	32
<b>Tabela 06</b>	Características físico-químicas <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de camarão, após Secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, DMS*, CV%* e MG* .....	33
<b>Tabela 07</b>	Média das notas atribuídas pelos provadores e desvio padrão, segundo escala hedônica de 9 pontos, para os parâmetros Aparência, Cor e Aroma, com seus respectivos Coeficientes de Concordância (CC) da média, para a farinha de palma adicionada com 15, 20 e 25% de farinha de cabeça de camarão, respectivamente.	35

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi estudar o processo de secagem das farinhas de palma gigante e da farinha da cabeça de camarão para alimentação humana. Foram utilizados cladódios de palma gigante e cabeça de camarão, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo 2x6; (2 farinhas: farinha de palma e farinha com diferentes teores de camarão) e (6 tratamentos de secagem: *in natura*, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C) com 3 repetições. Foram analisados teor de água, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, valor calórico total (VCT), pH, açúcares totais e redutores, sólidos solúveis totais. Na análise sensorial com população de 80 provadores, foram avaliados aparência, cor e odor da farinha de palma com 15, 20 e 25% de farinha de camarão, utilizando-se uma escala hedônica de 1 a 7 pontos. Os resultados de secagem foram analisados com a utilização do programa Statistica 7 e a comparação entre os parâmetros físico-químicos foi utilizado o programa Assistat versão 7.5. Conclui-se que: Dentre os três modelos aplicados no ajuste das curvas de secagem aos dados experimentais de secagem da palma e da cabeça de camarão, o que melhor representa os dados experimentais de secagem é o de Page, em todas as temperaturas; Os produtos elaborados com maiores percentuais de farinha de cabeça de camarão, 20 e 25 %, foram os preferidos pelos provadores, quanto aos parâmetros Aparência e cor, com médias entre 6 e 7, correspondendo a um conceito entre gostei ligeiramente e gostei regularmente.



**Palavras-Chave:** *Opuntia ficus-indica* Mill, processamento, aproveitamento de resíduos, propriedades sensoriais.

## ABSTRACT

The objective of this research was to study the drying process of flour and palm giant head flour shrimp for human consumption. Cladodes of giant palm and shrimp head were used, distributed in a completely randomized design with a 2x6 arrangement, (2 flour: palm flour and palm flour with different levels of shrimp) and (6 drying treatments: fresh, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C and 100 °C) with 3 replications. We analyzed water content, ash, proteins, lipids, carbohydrates, total caloric value (TCV), pH, total and reducing sugars, soluble solids. A sensory analysis with a population of 80 tasters was performed; appearance, color and odor of palm flour with 15, 20 and 25% flour of shrimp had been evaluated, a hedonic scale of 1 to 7 points was used. The drying results were analyzed using Statistica 7 and comparing the physical chemical parameters we used software version 7.5 Assistat. It was concluded that: Among the three models used in adjusting the drying curve to experimental data and drying palm head shrimps, which best represents the experimental data of drying is to Page, at all temperatures; Products manufactured with the highest percentages of shrimp head meal, 20 and 25%, were preferred by tasters, with averages between 6 and 7, corresponding to a concept between enjoyed slightly and enjoyed regularly.

**Keywords:** *Opuntia ficus-indica* Mill, p rocessing, waste recovery, sensory properties.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	vii
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	ix
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	1
1.1 Objetivo Geral.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	4
2.1 Palma.....	4
2.1.1 Composição química da palma gigante.....	4
2.2 Resíduos da indústria da carcinicultura e composição química da cabeça de camarão.....	6
2.2.1 Processamento e beneficiamento de resíduos da indústria da carcinicultura.....	7
2.3 Teoria de secagem.....	9
2.3.1 Tipos de secagem.....	10
2.3.1.1 Secagem natural.....	10
2.3.1.2 Secagem artificial.....	10
2.3.2 Modelagem matemática.....	11
2.3.2.1 Cinética de secagem.....	11
2.4 Análise sensorial.....	12
2.4.1 Visão.....	12
2.4.2 Olfato.....	13
<b>3.MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	14
3.1 Local do experimento.....	14
3.2 Matéria-prima.....	14
3.2.1 Obtenção da matéria-prima palma gigante.....	15
3.2.1.1 Seleção higienização.....	15
3.2.1.2 Retirada dos espinhos e cortes em filetes / análises físico-químicas.....	16
3.2.1.3 Secagem em temperaturas 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C e 100 °C.....	16
3.2.1.4 Desintegração/farinha / análises físico-químicas.....	16
3.2.1.5 Armazenamento da farinha de palma.....	16
3.2.2 Obtenção da matéria-prima cabeça de camarão.....	18

3.2.2.1 Jejum e dieta hídrica / despesca.....	18
3.2.2.2 Inspeção sanitária / insensibilização / higienização.....	19
3.2.2.3 Análises físico-químicas.....	19
3.2.2.4 Secagem em temperaturas de 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C e 100 °C.....	19
3.2.2.5 Desintegração / farinha / análise físico-químicas.....	20
3.2.2.6 Armazenamento da farinha da cabeça de camarão.....	20
3.3 Avaliações físico-químicas.....	20
3.3.1 Determinação do teor de água.....	20
3.3.2 Cinzas.....	20
3.3.3 Proteínas.....	21
3.3.4 Lipídeos.....	21
3.3.5 Carboidratos.....	21
3.3.6 VCT – Valor Calórico Total.....	21
3.3.7 pH.....	21
3.3.8 Açúcares totais e redutores.....	21
3.3.9 Sólidos solúveis totais.....	22
3.4 Análises estatísticas.....	22
3.5 Cinética de secagem das farinhas.....	22
3.6 Elaboração do produto final – farinha de palma aditivada de sabor camarão.....	22
3.6.1 Análise sensorial da farinha de palma aditivada de sabor camarão quanto a aparência, cor e odor.....	22
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>24</b>
4.1 Análises físico-químicas da palma gigante <i>in natura</i> .....	24
4.2 Análises físico-químicas da cabeça de camarão <i>in natura</i> .....	25
4.3 Cinética de secagem.....	26
4.3.1 Palma.....	26
4.3.2 Cabeça de camarão.....	29
4.4 Caracterização físico-química após secagem das farinhas.....	31
4.4.1 Farinha de palma.....	31
4.4.2 Farinha da cabeça de camarão.....	33
4.5 Elaboração dos produtos aditivados e análise sensorial.....	35
<b>5.CONCLUSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Sobre o histórico da palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera*, no Brasil, especialmente no Nordeste, existem muitas controvérsias entre os autores. Inicialmente, a palma foi cultivada, segundo PESSOA (1967), com objetivo de hospedar o inseto, denominado cochonilha do carmim *Dactylopius coccus*, que não causa danos à planta, quando bem manejada, com vistas à produção de um corante vermelho carmim, o que resultou em uma ação sem sucesso. Com esse insucesso, a palma passou a ser cultivada como planta ornamental, quando um dia, por acaso, verificou-se que era forrageira, despertando interesse dos criadores que passaram a cultivá-la com intensidade.

Nos últimos anos, a palma forrageira voltou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras, principalmente de Pernambuco e Alagoas. Estima-se existirem hoje, no Nordeste, aproximadamente 500 mil hectares cultivados, constituindo-se numa das principais forrageiras, para o gado leiteiro, na época seca.

Desde o período pré-hispânico que a palma forrageira é utilizada pelo homem no México, assumindo um papel importante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e a agave, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas no território mexicano.

Na alimentação humana, geralmente, são usados em preparações culinárias os brotos da palma ou raquetes jovens (cladódios), denominados de verdura e os frutos, ao natural ou processados. O uso da fruta da palma na alimentação humana era comum no México desde o período que antecedeu a colonização espanhola. Após a conquista, a fruta manteve seu papel básico na dieta da população mexicana à época e, decorrido um século, já estava sendo consumida no Sul da Itália e na ilha da Sicília (REINOLDS, 2008 & INGLESE, 2001)

Dos planaltos mexicanos a palma migrou para outras regiões, onde está sendo cultivada para produção de frutos. Atualmente, é cultivada nas zonas áridas e semiáridas do mundo inteiro, em sistemas sustentados com altos rendimentos e baixa demanda de energia. Cada espécie do gênero *Opuntia* produz frutos de diferentes formas, cores e sabor delicado (BALDINI et al., 1982 & CANTWELL, 2001).

No Semiárido nordestino brasileiro, a palma encontra-se presente, demonstrando todo seu potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser usada na alimentação humana, na indústria farmacêutica, indústria de cosméticos, na produção de corante natural vermelho de cochonilha de carmim, na conservação e recuperação de solos, cercas vivas, paisagismo, entre outros.

Trabalhos de pesquisa no mundo e no Brasil tem demonstrado que a palma forrageira se constitui em alternativa eficaz para combater a fome e a desnutrição no semiárido nordestino, além de ser uma importante aliada nos tratamentos de saúde, visto que é rica em vitaminas A, do complexo B e C e minerais como Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio além de 17 tipos de aminoácidos. A palma é mais nutritiva que alimentos como a couve, a beterraba e a banana, com a vantagem de ser um produto mais econômico.

Produtos como sucos, saladas, pratos guisados, cozidos e doces podem ser preparados com palma, porém o preconceito é o maior obstáculo para fazer com que os sertanejos apreciem este alimento, pois tradicionalmente a palma é apenas usada como ração animal. Em muitos países como o México, Estados Unidos e Japão a palma é considerada um alimento nobre, servida em restaurantes e hotéis de luxo (FAO, 1999). Talvez esta realidade possa ganhar campo, também, no Brasil se de alguma forma se tornar atrativa por adição de sabores já apreciados localmente, e melhor ainda, se isto puder ser feito de forma economicamente viável, agregando-se valor a algum subproduto ou resíduo Industrial.

As alternativas de uso da palma na alimentação humana vêm sendo apregoada com a preocupação de aumentar a produção, com tecnologias de adensamento estimada em 400 toneladas por hectare com corte a cada quatorze meses, sem esquecer sua função de reserva de água em pé e disponibilidade de alimento para os animais no período de estiagem.

Este trabalho apresenta a farinha de palma adicionada de sabor camarão como forma de melhorar suas características organolépticas e aumento da proteína, utilizando o resíduo da agroindústria da carcinocultura, (cabeça de camarão), contribuindo para melhoria do meio ambiente e verticalizando a economia com agregação de valor.

Nessa linha de pensamento, de acordo com VILLEN (2001), o processamento industrial tem como objetivo principal a transformação da matéria-prima em produto aceitável comercialmente. Em contrapartida, são gerados outros materiais de origem não intencional que apresentam papel significativo na contaminação ambiental, principalmente devido a dois fatores de extrema importância: o acúmulo de matérias-primas e insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por transporte e disposição inadequada; e a ineficiência dos processos de conversão, o que necessariamente implica na geração de resíduos (FREIRE et al., 2000).

O aproveitamento de resíduos de pescados diminui o risco de poluição ambiental e pode contribuir para o aumento do consumo de proteína animal, além de fornecer matéria-prima de baixo custo. Diversas tecnologias têm surgido para possibilitar a utilização dos resíduos como fonte alimentar de boa aceitabilidade (STEVANATO, 2006). A recuperação e

a modificação desses resíduos pelas indústrias alimentícias assumem grande importância, pois permitem diminuir o custo dos insumos principais e minimizar os problemas de poluição ambiental. Porém, a transformação de material em subproduto requer longo processo baseado em tecnologias, conhecimentos, necessidades, fatores econômicos e legislação.

A utilização do resíduo das agroindústrias da carcinicultura vem a colaborar para o enriquecimento da farinha de palma em proteína além de minimizar o impacto ambiental causados por estes resíduos.

### **1.1 Objetivo geral**

Diante dos fatos expostos anteriormente, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de diversificar o uso da palma *Opuntia ficus indica* Mill na alimentação humana sob a forma de farinha aditivada de sabor e aroma de camarão, utilizando-se cabeça de camarão, resíduo da agroindústria da carcinicultura.

### **1.2 Objetivos específicos**

- \_ Produzir farinha de palma através de processo de secagem a 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C e posterior trituração;
- \_ Produzir a farinha da cabeça de camarão através de processo de secagem a 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C e posterior trituração;
- \_ Realizar as análises físico-químicas (Ph, teor de água, acidez, sólidos solúveis, insolúveis e totais, lipídeos, cinzas, extrato e quantificação de proteína solúvel) da farinha de palma e da farinha da cabeça de camarão, em cada temperatura de secagem;
- \_ Realizar avaliação sensorial da aparência, cor e aroma da farinha de palma enriquecida com farinha da cabeça de camarão, nas proporções 15%, 20% e 25%



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Palma

A palma forrageira é uma cactácea que foi introduzida no Brasil por volta de 1880 no Estado do Pernambuco, através de sementes importadas do Texas - Estados Unidos, com cerca de 200 a 300 espécies que cresce principalmente em climas áridos e semi-áridos (MARKUS, STINTZING & CARLE, 2006).

No Nordeste do Brasil podem ser encontrados três tipos diferentes de palma: a) gigante da espécie *Opuntia ficus indica*; b) redonda (*Opuntia sp*); e c) miúda (*Nopalea cochenilifera*). São espécies que não toleram umidade excessiva e em solos profundos apresentam extraordinária capacidade de extração de água do solo, a ponto de possuir cerca de 90-93% de umidade, o que torna importantíssima para a região do polígono das secas, que compreendem os Estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (SILVA & SANTOS, 2006).

Essa cactácea é originária do México e é cultivada em todo o mundo, exceto na Austrália (INGLESE et al., 2002). A palma forrageira, em regiões do semiárido, é uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas, além de apresentar altas produções de matéria seca por unidades de área.

#### 2.1.1 Composição química da palma gigante

É uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (WANDERLEY et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais, 62% (MELO et al., 2003), porém apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro, em torno de 26% (MATTOS et al., 2000).

A composição química da palma forrageira é variável com a espécie, idade dos artigos e época do ano e, independente do gênero, ela apresenta baixos teores de matéria seca ( $11,69 \pm 2,56\%$ ), proteína bruta ( $4,81 \pm 1,16\%$ ), fibra em detergente neutro ( $26,79 \pm 5,07\%$ ), fibra em detergente ácido ( $18,85 \pm 3,17\%$ ) e teores consideráveis de matéria mineral

(12,04 ± 4,7%) (FERREIRA et al., 2006). Resultados semelhantes foram encontrados por MELO et al. (2003), que estudando a substituição parcial do farelo de soja por palma forrageira mais uréia, em dietas de vacas em lactação, perceberam percentual médio de matéria seca em torno de 10,70% e TEGEGNE (2005), que ao analisar amostras de palma forrageira cultivada em solos arenosos sem fertilidade na Etiópia, encontrou 9,7% de matéria seca.

A grande diversidade de uso e aplicações da palma forrageira revela a versatilidade deste vegetal (*Opuntia ficus indica*), que é bastante utilizado na alimentação de animais. No entanto, no Brasil ainda não é plenamente explorada quando atribuída à alimentação humana, tendo como consequências, graves desperdícios que poderiam gerar emprego e renda, além da oferta de novos produtos alimentícios e preservação ambiental (CHIACHIO, 2006).

De acordo com dados de BARBERA (2001) no mundo, a palma forrageira vem sendo utilizada na alimentação humana, como fonte de energia, na medicina, na indústria de cosméticos, na proteção e conservação do solo, dentre outros e há indícios de que a palma forrageira é utilizada pelo homem mexicano desde o período pré-hispânico, juntamente com o milho e a agave. São utilizadas na alimentação humana, como preparações culinárias, os brotos da palma ou raquetes jovens, denominados de verduras e o fruto da palma, in natura ou processado (REINOLDS & ARIAS, 2004).

Os cladódios ou raquetes da palma e os frutos são frequentemente consumidos frescos ou processados na América Latina, sendo que somente os frutos frescos são mais difundidos no mercado Europeu e Norte-Americano (FEUGANG et al., 2006). Os cladódios têm sido investigados como um possível tratamento para gastrite, hiperglicemia, aterosclerose, diabete e hipertrofia prostática (ENOURI et al., 2006).

Várias receitas de sabores regionais vêm sendo desenvolvidas por diversos pesquisadores como forma de difusão tecnológica de aplicabilidades na alimentação humana (GUEDES, 2002; GUEDES, 2004 e GUEDES et al., 2004).

## 2.2 Resíduos da indústria da carcinicultura e composição química da cabeça de camarão

A farinha da cabeça de camarão marinho se origina a partir da desidratação de resíduos da indústria carcinícola e é basicamente composta por cabeças, exoesqueletos e pequenos camarões. No processamento do camarão 50% do peso do animal resulta em subproduto durante a industrialização. Somente a cabeça é responsável por cerca de 44% desse resíduo (GERMAT, 2001).

A composição química da Farinha de Cabeça de Camarão Marinho foi: 14,97% de Matéria Mineral; 60,60% de Proteína Bruta; 15,89% de Extrato Etéreo; 8,65% de Fibra Bruta; de 4.339,41 kcal/kg de Energia Bruta; 4,23% de Cálcio e 1,32% de Fósforo na matéria natural. Na matéria seca os valores foram de 16,31% de Matéria Mineral; 66,01 % de Proteína Bruta; 17,31 % de Extrato Etéreo; 9,38% de Fibra Bruta; 4.726,51 kcal/kg de Energia Bruta; 4,70% de Cálcio e 1,44% de Fósforo. O teor de Matéria Seca da farinha de camarão foi de 91,81%. O material mineral encontrado foi menor que o tabelado em NOVUS (1994).

De acordo com AUSTIN et al. (1981) o valor da composição nutricional da farinha de resíduos de camarão depende da quantidade do exoesqueleto. Este é composto principalmente de quitina, polissacarídeo de N-acetil glucosamina. A quitina forma extensas fibras similares a celulose e da mesma forma é indigestível para vertebrados (LEHNINGER et al., 1993). É o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza e a sua presença na farinha de cabeça de camarão nos resultados de análises é expressa através da fibra bruta.

A carcinicultura, criação de camarões em viveiro, tem apresentado crescimento significativo nos países subtropicais e tropicais em desenvolvimento, sendo praticada em mais de 50 países (CASTRO, CAVALCANTI-MATA & DUARTE, 2004). Além de representar importante alternativa para o atendimento da crescente demanda mundial por camarões, a carcinicultura vem favorecendo as regiões que desenvolvem essa importante atividade socioeconômica (CARCINICULTURA, 2005).

Segundo Pérez-Farfante, citado por CARVALHO (2005), dentre as aproximadamente 2.500 espécies conhecidas de camarão marinho, o *Penaeus monodon* (no oriente) e o *Litopenaeus vannamei* (no ocidente) predominam no mercado internacional com cerca de

70% do volume ofertado (COELHO, 2005). O *Litopenaeus vannamei*, nativo da costa sul-americana do Pacífico que se estende do Peru ao México, é comum na faixa costeira do Equador. Por apresentar taxa de crescimento uniforme e fácil adaptabilidade a diferentes condições do meio ambiente, o *Litopenaeus vannamei* tem sido cultivado em todos os países produtores do mundo ocidental (NANNI, 2004; COELHO, 2005). Devido à sua coloração típica e carne de boa qualidade apresenta excelente aceitação nos mercados internacionais (SCHOBER, 2002).

O oriente é responsável pela maior parte da produção mundial de camarões cultivados (CARCINICULTURA BRASILEIRA, 2004), sendo a China, a Tailândia, o Vietnã, a Indonésia, a Índia, Bangladesh e a Malásia os mais importantes produtores (FAÇANHA, PINHEIRO e ABREU, 2001).

### **2.2.1 Processamento e beneficiamento de resíduos da indústria da carcinicultura**

Segundo HEU, KIM e SHAHIDI (2003), a cabeça, a cauda e a casca são geralmente removidas durante o processamento do camarão. Isso representa aproximadamente 50% do seu peso total, o que favorece a aplicação desses resíduos no processamento de alimentos (SHAHIDI, ARACHCHI e JEON, 1999; JEON, SHAHIDI e KIM, 2000).

VASCONCELOS e SILVEIRA (2004) apontaram a necessidade de novas pesquisas de cunho nutricional para o melhor aproveitamento do cefalotórax e exoesqueleto. Esses constituintes representam 32,38% e 9,69%, respectivamente, e quando somados aos apêndices (5,05%) alcançam 47,12% do peso total médio do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*). O rendimento da carne representa 52,83% do peso total, sendo o maior componente estrutural do camarão. Os mesmos autores afirmaram que o processamento mínimo da carne ou a utilização das diversas estruturas do camarão maximizam o retorno financeiro da produção por adicionar valor agregado ao produto final devido, principalmente, à composição nutricional desses componentes.

SILVA et al. (2005) obtiveram rendimento de 55% em filé de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Estes autores relataram a possibilidade do aproveitamento integral do camarão com a utilização dos resíduos (32% de cabeça e 13% de casca) na obtenção de farinha ou outros produtos.

As carapaças dos crustáceos são as principais fontes naturais de quitina, fibra natural mais abundante depois da celulose e precursora da quitosana. A quitina constitui de 15% a 20% do peso de carapaças de crustáceos, apresentando grande variedade de usos, principalmente nas indústrias têxtil, alimentícia e de cosméticos (SHAHIDI, ARACHCHI e JEON, 1999).

A agregação de valor no beneficiamento final de camarão, é outra prioridade da carcinicultura marinha brasileira. O beneficiamento do camarão se inicia com a eliminação das impurezas provenientes dos viveiros, classificação por faixa de tamanho, seguido da embalagem e congelamento. A maioria das exportações brasileiras recebe apenas esse tratamento básico (ORMOND et al., 2004). Os camarões não vendidos *in natura*, são encaminhados para linhas de produção distintas, sendo a de produção de camarões descabeçados (sem cefalotórax, porém com exoesqueleto) e a de camarões descascados por completo (filé) as mais comuns (PESSATTI et al., 2000).

Outras formas de beneficiamento, como a abertura do camarão no sentido longitudinal para colocação em espetinhos, empanamento e pré-cozimento, quase não são explorados (ORMOND et al., 2004). Os resíduos gerados durante o beneficiamento têm sido destinados à fabricação de ração animal ou simplesmente descartados (FREITAS et al., 2002a).

A produção de farinha de subprodutos de camarão, reconhecida como excelente fonte de proteína animal, teve aumento significativo devido ao crescimento do cultivo de camarão FANIMO et al. (2000). Segundo BELLAYER e ZANOTTO (2004), a farinha de resíduo de camarão como partes de camarões não decompostas, desidratadas e moídas secas, cuja umidade não deve exceder a 10% (situando-se entre 4 e 6%) possui teor de gordura entre 8 e 16% e acidez de 5 mg de NaOH/g de amostra.

FREITAS et al. (2002b) encontraram elevado teor de fibra alimentar na farinha da casca do camarão-sete-barbas (15,38%) e atribuíram à quitina normalmente presente nas carapaças dos crustáceos e que não foram digeridas no processo de análise. Esses autores relataram elevado teor de cinzas (38,29%), baixos teores de proteína (7,46%) e lipídios (2,66%) da farinha, quando comparados ao camarão *in natura*.

FERRAREZZO et al. (2004) desenvolveram “snack” a partir de farinha de cabeça de camarão que continha: 2,66% de lipídios; 14,20% de proteínas; 3,88% de carboidratos; 199,46 mg/100 g de sódio; 208,42 mg/100 g de potássio e 1385 mg/100 g de cálcio.

O valor nutricional da farinha de resíduo de camarão depende da quantidade de exoesqueleto, composto principalmente de quitin, que forma parte do complexo proteico e apresenta baixa digestibilidade (FANIMO et al., 2000).

A viabilidade da produção de subprodutos a partir dos resíduos do pescado está diretamente relacionada à qualidade durante as etapas da linha de produção, desde a captura até a comercialização (PESSATTI et al., 2000). Há dois pontos críticos que devem ser levados em consideração durante a produção e o armazenamento de farinha de pescado: a rancificação e a contaminação por micro-organismos. Esses fatores, além de diminuir o tempo de prateleira do produto, podem causar efeitos indesejáveis ao alimento e, em consequência, à saúde (STEVANATO, 2006).

### **2.3 Teoria de secagem**

Segundo FIOREZE (2004) a secagem é uma remoção, voluntária ou não, total ou parcial, de uma fase líquida ou gasosa de qualquer material, envolvendo exclusivamente transferência de calor e massa.

A secagem de produtos agrícolas é, em especial, um processo utilizado com o objetivo de lhes assegurar qualidade e estabilidade por meio da remoção de água da estrutura do produto, o que diminui sua atividade de água, a ação biológica e as deteriorações químicas e físicas passíveis de ocorrer durante o armazenamento (CORRÊA et al., 2007).

Segundo GAVA et al. (2008) as vantagens da secagem são várias, entre as quais se tem a melhor conservação do produto, redução de sua massa e, em contrapartida, menor custo com transporte além de ser mais econômico em relação a outros processos de conservação.

### 2.3.1 Tipos de secagem

Os produtos agrícolas podem sofrer dois tipos de secagem: secagem natural ou ao sol e artificial ou desidratação.

#### 2.3.1.1 Secagem natural

Entende-se como aquela em que o ar que promove a secagem provém da ação dos ventos e a energia utilizada nesta secagem emana da incidência direta do sol. Para o processo de secagem de sementes e grão, o material é esparramado em camadas de espessura variável sobre equipamentos arquitetônicos simples, feitos de solo batido, cerâmica, asfalto e cimentos, entre outros, tendo-se o cuidado de colocá-las em camadas delgadas, para evitar o aquecimento excessivo (AMARAL, 2011).

Segundo GAVA et al. (2008) no caso de secagem de frutas para obtenção de melhores resultados, o processo deve ser conduzido em duas fases: a primeira, iniciada ao sol e continuada até que as frutas tenham perdido de 50 a 70% de umidade e a segunda à sombra, para que os produtos não ressequem e não percam o sabor e aroma naturais.

#### 2.3.1.2 Secagem artificial

Neste processo ocorre a utilização de calor produzido artificialmente. Trata-se de um método que permite maior controle de temperatura, umidade e corrente do ar de secagem, além de ser relativamente rápido e não exigir grandes áreas de secagem. De acordo com FIOREZE (2004) a secagem artificial pode ser classificada em:

**Secagem com ar quente:** o ar ambiente é aquecido, direta ou indiretamente, e então passa pelo produto. Este ar cede energia ao produto o que acarreta a vaporização da água, que é retida pelo fluxo de ar;

**Secador em contato com uma superfície quente:** Neste caso a energia passa da superfície quente ao produto, por condução, secando-o também, e o vapor de água sai do secador em virtude da diferença de densidade;



**Secagem a vácuo:** Certos produtos não podem ter sua temperatura muito elevada, principalmente para evitar a degradação das vitaminas e necessitam secar em baixas temperaturas, o que se consegue em ambientes de baixa pressão, obtidos em estufas a vácuo;

**Secagem a frio (liofilização):** Neste processo a água no interior do produto é congelada e então a pressão do sistema é reduzida. A água passa diretamente do estado sólido para o de vapor (sublimação) surgindo, assim, pequenos capilares vazios, mantendo o formato do produto “*in natura*”.

## 2.3.2 Modelagem matemática

### 2.3.2.1 Cinética de secagem

A cinética da secagem está relacionada com as variações do conteúdo de água médio e temperatura do produto submetido à secagem. A cinética da secagem ainda permite calcular, entre outros parâmetros, o conteúdo de água total do produto, o tempo de secagem e o consumo de energia. A curva de conteúdo de água  $X$  (kg de água/kg de matéria seca) versus tempo, é obtida relacionando-se a massa de água contida no sólido com a massa do sólido seco (massa resultante no produto, quando toda a água for eliminada) de acordo com a Equação 1.

$$X = \frac{M_a}{M_s} 100 \quad (1)$$

em que:

$X$  - teor de água (kg de água /kg de matéria seca);

$M_a$  - massa de água (kg);

$M_s$  - massa de matéria seca (kg).

A análise da cinética de secagem fornece informações sobre o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente de secagem, normalmente o ar atmosférico. Essas informações são de fundamental importância para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de secadores de produtos agrícolas (BROOKER et al., 1974; CORRÊA et al., 2007).

Entre os modelos mais utilizados no estudo da cinética de secagem de produtos agrícolas estão os modelos de Lewis, Page e Henderson & Pabis, representados pelas Equações 2, 3 e 4, respectivamente.

$$R = \exp(-kt) \quad (2)$$

$$R = \exp(-kt^n) \quad (3)$$

$$R = a \exp(-kt) \quad (4)$$

## 2.4 Análise sensorial

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja, entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação.

O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto, em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação os indivíduos utilizam por meio dos próprios órgãos sensoriais numa percepção somato sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto.

### 2.4.1 Visão

No olho humano ocorre um fenômeno complexo se um sinal luminoso incide sobre a capa fotossensível, a retina, provocando impulsos elétricos que, conduzidos pelo nervo óptico ao cérebro, geram a sensação visual que é, então, percebida e interpretada. O olho, como órgão fotorreceptor, percebe a luz, o brilho, as cores, as formas, os movimentos e o espaço.

As cores são percebidas pelo indivíduo fisiologicamente normal quando a energia radiante da região visível do espectro (380 a 760) nm, atinge a retina. As características da cor são, essencialmente, o tom ou matiz, a saturação ou grau de pureza e a luminosidade ou brilho.



### **2.4.2 Olfato**

A mucosa do nariz humano possui milhares de receptores nervosos e o bulbo olfativo está ligado no cérebro a um “banco de dados” capaz de armazenar, em nível psíquico, os odores sentidos pelo indivíduo durante a vida. Na percepção do odor as substâncias desprendidas e aspiradas são solubilizadas pela secreção aquosa que recobre as terminações ciliadas, entrando em contato com os receptores nervosos e produzindo impulsos elétricos.

Esses, quando chegam ao cérebro, geram informações que, comparadas aos padrões conhecidos por ele, se encaixam como num sistema de “chave-fechadura”. Em média, o ser humano pode distinguir de 2000 a 4000 impressões olfativas distintas. Para avaliar o poder de discriminação certas substâncias químicas comuns ou raras podem ser apresentadas ao indivíduo para reconhecimento e identificação como, por exemplo: acético, alcoólico, amoníaco, sulfídrico, pinho, lenhoso, cítrico, caramelo, mentol, eugenol, etc.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Físico-Química do setor de agroindústria do IFPE – Campus de Vitória de Santo Antão e no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande.

#### 3.2 Matéria-prima

Para obtenção da farinha de palma foi utilizada como matéria-prima, a palma da variedade gigante, *Opuntia ficus indica* Mill (Figuras 1 e 2). Para elaboração do aditivo, farinha de cabeça de camarão, utilizou-se o camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*.

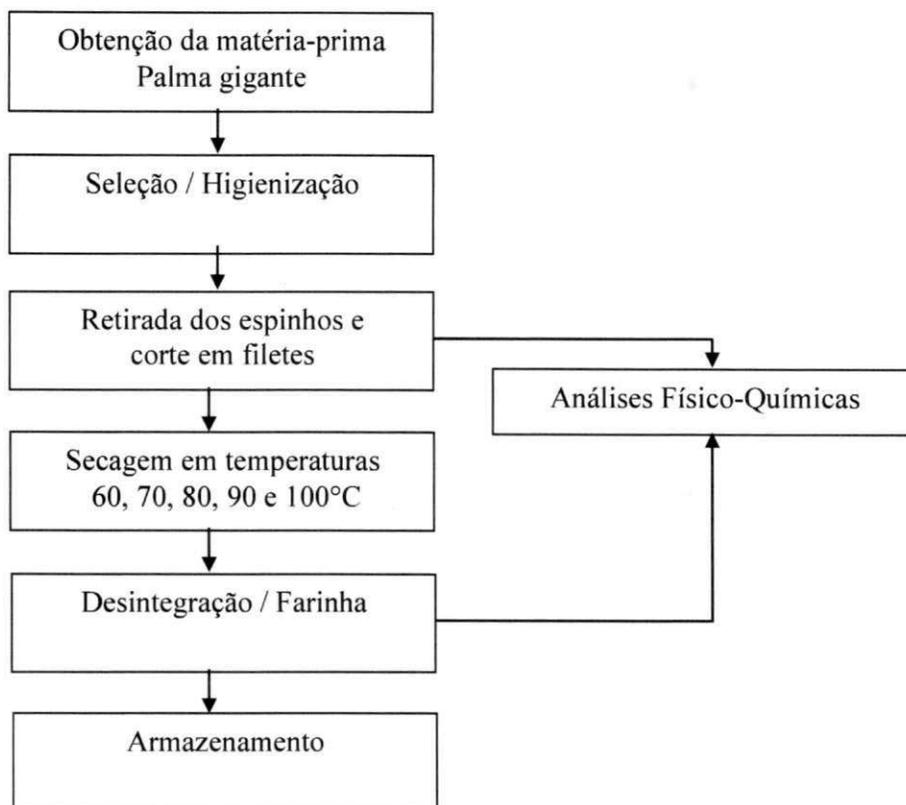


**Figura 1** – Plantio de palma gigante adensado IFPE – Campus Belo Jardim.



**Figura 2** – Raquete de palma gigante sendo filetada.

Visando à obtenção da farinha de palma e caracterização físico-química, se desenvolveram as etapas de processo, conforme diagrama de fluxo da Figura 3.



**Figura 3** – Diagrama de fluxo com as etapas de processamento para obtenção da farinha de palma e análises físico-químicas

### 3.2.1 Obtenção da matéria prima palma gigante

A matéria-prima utilizada, palma da variedade gigante (*Opuntia ficus indica Mill*) foi colhida no IFPE – Campus Belo Jardim, agreste pernambucano.

#### 3.2.1.1 Seleção / higienização

Foram selecionados cladódios aos 20 meses de idade, vigorosos e sadios, com peso médio de 1 a 1,2 kg. As raquetes foram lavadas em água clorada (20 ppm), para retirada do excesso de sujidades.

### **3.2.1.2 Retirada dos espinhos e cortes em filetes / análises físico-químicas**

Para a retirada dos espinhos da raquete utilizou-se um descascador de verduras manual. O corte em filetes, para facilitar o processo de secagem, foi feito com o uso de facas em aço inox. Parte dessa amostra, palma filetada *in natura*, foi separada para realização das análises físico-químicas.

### **3.2.1.3 Secagem em temperaturas 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C**

Foram pesadas quinze amostras de palma filetada, com peso de 1kg, colocadas em bandejas teladas e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada, nas temperaturas de 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C. Todos os ensaios de secagem foram realizados com três repetições.

### **3.2.1.4 Desintegração / farinha / análises físico-químicas**

Após secagem as amostras desidratadas foram desintegradas em liquidificador doméstico (1800 rpm), durante 5 minutos. Para total homogeneização das partículas a farinha foi peneirada durante 10 minutos, em conjunto de sete peneiras vibratórias, com abertura de malha variando de 5 a 35 mesh.

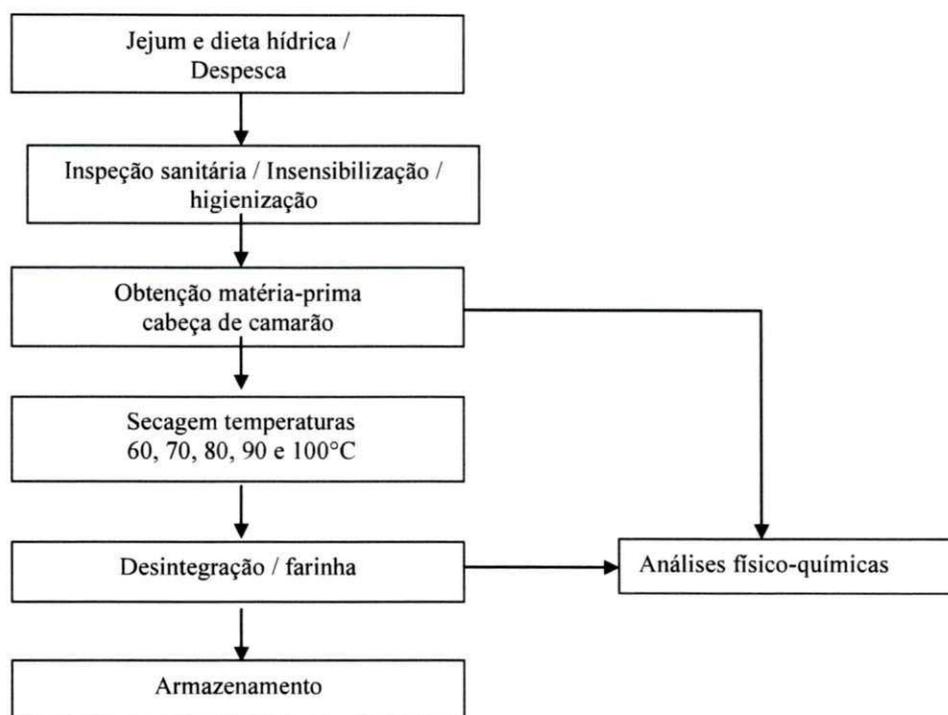
### **3.2.1.5 Armazenamento da farinha de palma**

O material desidratado na forma de farinha foi mantido em potes de vidro, com capacidade para 1 kg e armazenado em ambiente seco, arejado e ao abrigo da luz, conforme indicado na Figura 4.



**Figura 4** – Armazenamento da farinha de palma elaborada

Para obtenção da farinha de cabeça de camarão e caracterização físico-química, seguiram-se-se as etapas de processo evidenciadas no diagrama de fluxo da Figura 5.

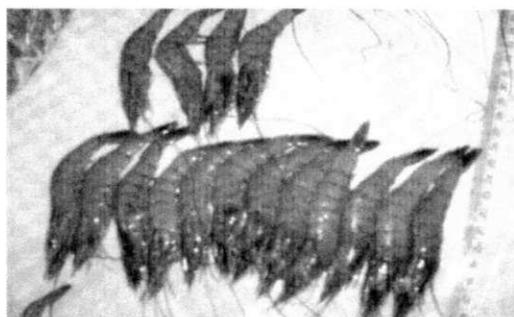


UFMG - BIBLIOTECA

**Figura 5** – Diagrama de fluxo com as etapas de processamento para obtenção da farinha de cabeça de camarão e análises físico-químicas

### 3.2.2 Obtenção da matéria-prima cabeça de camarão

A matéria-prima cabeça de camarão, *Litopenaeus vannamei*, foi adquirida congelado inteira, na Fazenda Verde Mar, município de Goiana, litoral norte de pernambucano, conforme as Figuras 6 e 7. O produto foi congelado e armazenado na câmara de congelamento do Laboratório de Carnes e Pescados do setor de Agroindústria do IFPE – Campus Vitória de Santo Antão.



**Figura 6** - Camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*



**Figura 7** - Cabeça de camarão congelada *Litopenaeus vannamei*.

#### 3.2.2.1 Jejum e dieta hídrica / despesca

A realização do jejum e a dieta hídrica antes da despesca, são fundamentais para facilitar a eliminação das fezes contidas na cabeça diminuindo a contaminação durante o processamento. A despesca foi realizada com rede de arrasto, de forma rápida, para evitar o stress dos animais e a queda das taxas de glicogênio.

### 3.2.2.2 Inspeção sanitária / insensibilização / higienização

A inspeção sanitária foi realizada pelo médico veterinário. A insensibilização foi feita em containers com gelo em escama, transportados sob congelamento, lavados em água clorada (20 ppm), para retirada do excesso de sujidades e armazenados na câmara de congelamento do Laboratório de Carnes e Pescado do setor de Agroindústria do IFPE – Campus Vitória de Santo Antão.

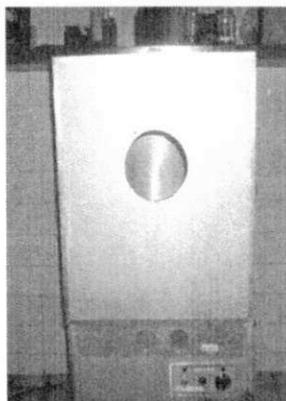
### 3.2.2.3 Análises físico-químicas

Os camarões foram descongelados e lavados em água clorada (20 ppm) e separados cabeça e encefalotórax, do corpo com tesoura manual para desossa de frango.

Separou-se uma amostra de cabeça de camarão *in natura*, com peso médio de 500g, que foi fragmentada em três repetições para realização das análises físico-químicas. Esta etapa foi realizada no Laboratório de Físico-química do setor de Agroindústria do IFPE – Campus Vitória de Santo Antão.

### 3.2.2.4 Secagem

Foram pesadas quinze amostras de cabeça de camarão, com peso de 500g, sendo três repetições para cada temperatura, as quais foram colocadas em bandejas teladas e levadas a estufa com ventilação forçada, nas temperaturas de 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C, conforme a Figura 8.



**Figura 8** – Estufa com ventilação forçada

### **3.2.2.5 Desintegração / farinha / Análises físico-químicas**

Após secagem as cabeças de camarão desidratadas foram desintegradas em liquidificador de 1800 rpm, durante 5 minutos. Para total homogeneidade das partículas a farinha foi peneirada durante 10 minutos, em conjunto de sete peneiras vibratórias, com abertura de malha variando de 5 a 35 mesh.

### **3.2.2.6 Armazenamento da farinha da cabeça de camarão**

O material desidratado na forma de farinha foi armazenado em potes de vidro com capacidade para 1 kg os quais foram mantidos em ambiente seco, arejado e ao abrigo da luz.

## **3.3 Avaliações físico-químicas**

Para as análises físico-químicas foram realizadas as determinações de teor de água, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, VCT, pH, açúcares totais e redutores, sólidos solúveis totais sendo todas as análises em triplicata.

### **3.3.1 Determinação do teor de água**

Com vista à determinação do teor de água, utilizaram-se 10g do material aquecidos em estufa a 105 °C, até peso constante, de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em percentual.

### **3.3.2 Cinzas**

As cinzas foram determinadas por incineração seguindo-se a metodologia do IAL (2008). Foram utilizadas amostras com peso médio de 5g, para determinação de perdas de massa do material seco, submetidas a aquecimento em mufla na temperatura de 550°C, até massa constante. Os resultados foram expressos em percentagem.

### **3.3.3 Proteínas**

O teor de proteínas foi calculado através da determinação do teor de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl clássico (IAL, 1985), com o fator 6,25 para conversão, sendo os resultados expressos em percentagem.

### **3.3.4 Lipídeos**

O teor de lipídios foi determinado pelo método proposto pelo IAL (1985) após extração em soxhlet. Os resultados desta determinação foram expressos em percentagem.

### **3.3.5 Carboidratos**

Os carboidratos foram analisados pelo método de cálculo, conforme ASCAR (1985).

### **3.3.6 VCT – Valor Calórico Total**

O valor calórico total foi analisado pelo método de cálculo, segundo ASCAR (1985).

### **3.3.7 pH**

A determinação do pH foi realizada através do uso de um pHmetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0, segundo a metodologia do IAL(1985). Os resultados foram expressos em unidade de pH.

### **3.3.8 Açúcares totais e redutores**

As análises para açúcares totais foram feitas conforme metodologia descrita pelo IAL(1985), a qual consiste da redução do cobre presente na solução de Fehling através de açúcares invertidos. A quantidade de açúcar presente na amostra foi obtida pelo volume de solução de açúcar necessário para reduzir completamente a solução de Fehling de volume conhecido. Os resultados foram expressos em percentagem.

### **3.3.9 Sólidos solúveis totais**

Para as análises de sólidos solúveis totais foram utilizadas amostras em triplicata com o uso de refratômetro de bancada marca biobrix 0 a 90° Brix sendo os resultados expressos em °Brix.

### **3.4 Análises estatísticas**

Os resultados coletados das análises foram tratados de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições para cada etapa do processo de secagem das farinhas. Foi utilizado, para essas análises, o programa ASSISTAT.

### **3.5 Cinética de secagem das farinhas**

Com referência à realização da cinética de secagem nas temperaturas de 60°C, 70 °C, 80°C, 90°C e 100°C, da farinha de palma e da cabeça de camarão, ajustes de regressão não lineares foram realizados segundo os modelos de Lews, Page e Henderson & Pabis, através do programa computacional Statistica 5.0.

### **3.6 Elaboração do produto final - farinha de palma aditivada de sabor camarão**

Elaboraram-se, a partir da farinha de palma 3 novos produtos contendo, respectivamente, 15, 20 e 25% de farinha de cabeça de camarão, os quais foram denominados farinha de palma aditivada com sabor camarão.

#### **3.6.1 Análise sensorial da farinha de palma aditivada de sabor camarão, quanto a aparência, cor e odor**

Foram recrutados 80 potenciais degustadores para avaliar os três produtos elaborados conforme os parâmetros aparência, cor e odor. Utilizou-se a escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei regularmente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = indiferente; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei regularmente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo). Foi utilizada uma ficha para análise sensorial da aparência, cor e odor, de acordo com a Figura 9.

PROVADOR: \_\_\_\_\_  
 DATA: \_\_/\_\_/\_\_

Você está recebendo 3 amostras de farinha de palma enriquecida com sabor camarão. Avalie cada uma delas cuidadosamente, quanto aos atributos aparência, cor e odor. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou.

1 – Desgostei muitíssimo  
 2 – Desgostei muito  
 3 – Desgostei regularmente  
 4 – Desgostei ligeiramente  
 5 – Indiferente  
 6 – Gostei ligeiramente  
 7 – Gostei regularmente  
 8 – Gostei muito  
 9 – Gostei muitíssimo

Atributo	Amostra 442	Amostra 380	Amostra 276
Aparência			
Cor			
Odor			
Comentários:			
_____			
_____			
_____			

**Figura 9** – Ficha para avaliação sensorial da aparência, cor e odor da farinha de palma enriquecida de sabor camarão, conforme escala hedônica de 9 pontos.

Os dados foram tratados pelo Programa Consensor, específico para tratar dados de análise sensorial, segundo método proposto por SILVA et al. (2010).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises físico-químicas da palma gigante *in natura*

Na Tabela 1 se encontram os valores em percentuais de composição da palma gigante “*in natura*”.

**Tabela 1** - Valores médios das características físico-químicas da palma gigante “*in natura*”.

Características físico-químicas	%
Teor de água e Substâncias Voláteis (g/100g)	94,32
Cinzas (g/100g)	0,67
Proteínas (g/100g)	0,42
Lipídeos (g/100g)	0,40
Carboidratos (g/100g)	4,19
VCT (Kcal/100g)	22,04
pH	4,96
Açúcares totais (g/100g)	2,78
Açúcares redutores (g/100g)	1,31
Sólidos solúveis totais (g/100g)	5,00
Sólidos insolúveis (g/100g)	0,91
Acidez total titulável (mL Sol.N/100g)	2,41

Observando a Tabela 1, percebe-se que a palma possui alto valor de teor de água e baixo teor de proteína, o que justifica a incorporação da farinha de cabeça de camarão devido ao seu alto valor proteico. O valor de pH foi próximo de 5,0. Encontrou-se um percentual significativo de carboidratos, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, o que não difere da literatura, segundo trabalhos de pesquisa apresentados por SANTOS et al. (2000). Também a composição química da palma forrageira é variável com a espécie, idade dos artigos e época do ano e, independente do gênero, ela apresenta baixos teores de matéria seca ( $11,69 \pm 2,56\%$ ), proteína bruta ( $4,81 \pm 1,16\%$ ), fibra em detergente neutro ( $26,79 \pm 5,07\%$ ), fibra em detergente ácido ( $18,85 \pm 3,17\%$ ) e teores de matéria mineral em torno de  $12,04 \pm 4,7\%$  (FERREIRA et al., 2006).

## 4.2 Análises físico-químicas da cabeça de camarão *in natura*

Na Tabela 2 estão os valores em percentuais de composição *in natura* da cabeça de camarão.

**Tabela 2** - Valores médios em percentuais das características físico-químicas da cabeça de camarão *in natura*

Características físico-químicas	%
Teor de água Substâncias Voláteis (g/100g)	78,50
Cinzas (g/100g)	3,88
Proteínas (g/100g)	11,20
Lipídeos (g/100g)	3,01
Carboidratos (g/100g)	3,41
VCT (Kcal/100g)	85,53
pH	8,100
Açúcares totais (g/100g)	0,00
Açúcares redutores (g/100g)	0,00
Sólidos solúveis totais (g/100g)	10,00
Sólidos insolúveis (g/100g)	10,27
Acidez titulável total(mL Sol. N/100g)	0,95

Observando-se a Tabela 2, encontrou-se que foi encontrado um teor de proteína 11,20%, valor este de acordo com os valores encontrados por Heu, Kim, Sharidi, citados por DAMASCENO et al.(2009) enquanto valores de 19,0 % para proteínas foram encontrados em trabalhos com camarão com corte butterfly empanados (FRANCO,1999).

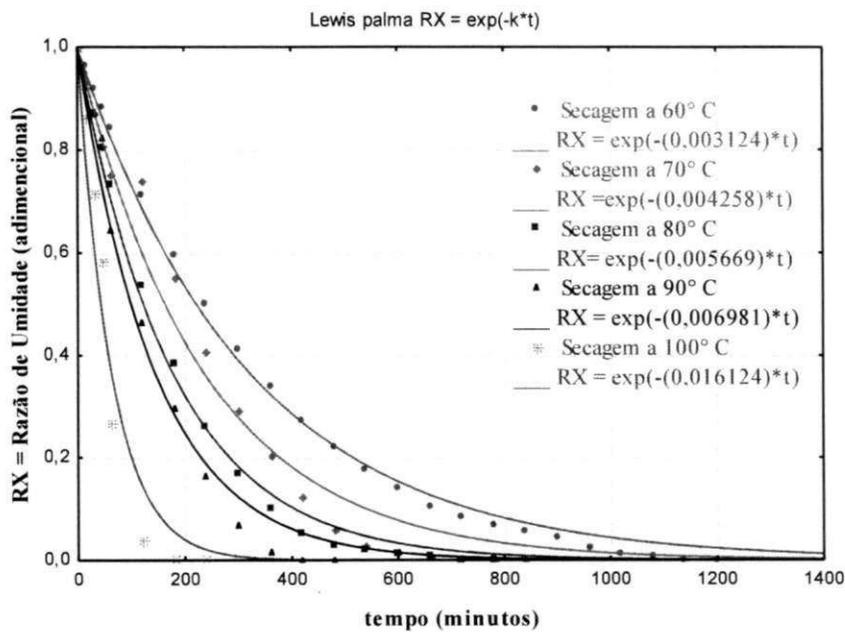
O pH 8,1 classifica o produto como alcalino, o que denota um problema na sua manipulação e armazenamento. Em relação aos lipídeos encontrou-se um valor de 3,01%, o que não difere da literatura, segundo trabalhos de pesquisa apresentados por Caula, Nunes & Maia, citados por DAMASCENO et al. (2009) que, pesquisando os teores de colesterol e lipídios em pescados encontraram, no camarão, 162,0 mg/100 g de colesterol no cefalotórax e 133,9 mg/100 g no músculo.

Com relação aos lipídios, obtiveram-se 3,8% na cabeça e 1,3% na cauda do camarão. Não foram determinados valores para açúcares totais e redutores. Para acidez total titulável o valor encontrado foi menor que 1%, o que, estatisticamente, não é significativo.

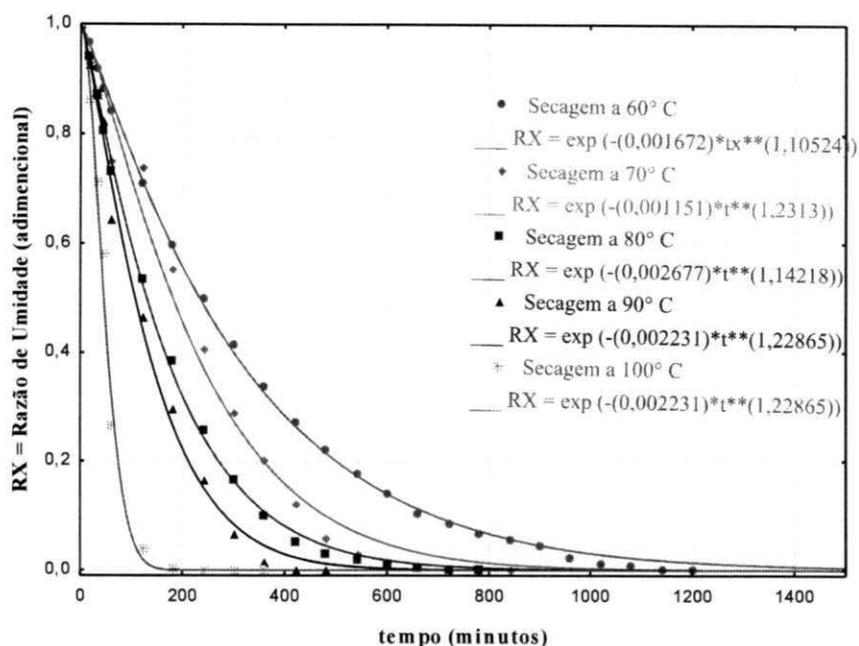
### 4.3 Cinética de secagem

#### 4.3.1 Palma

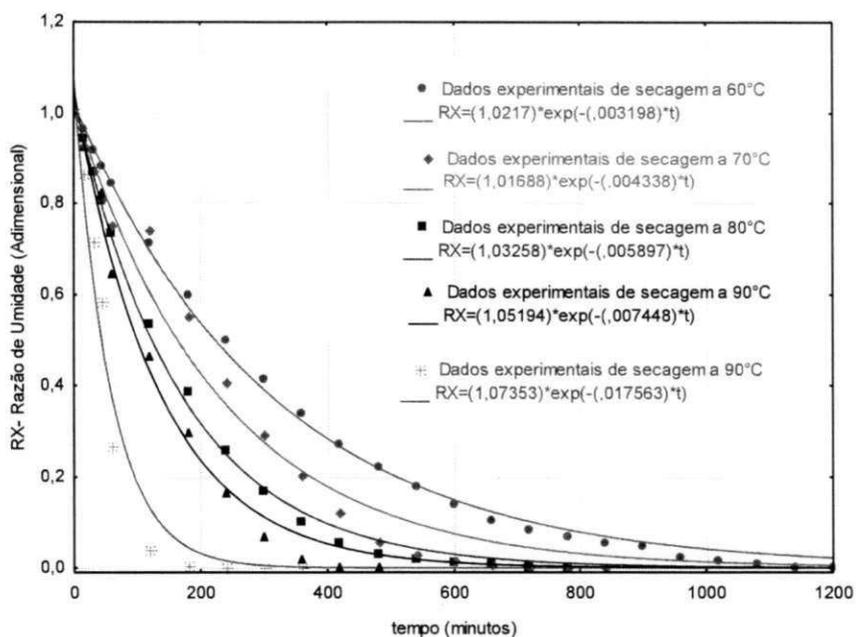
A cinética de secagem da palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C é apresentada nas Figuras de 10 a 12, para os modelos de Lewis, Page e Henderson & Pabis, respectivamente.



**Figura 10** - Curva dos dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste segundo o modelo de Lewis



**Figura 11** - Curva dos dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste, segundo o modelo de Page



**Figura 12** - Curva dos dados experimentais de secagem de palma forrageira nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste, segundo o modelo de Henderson & Pabis

As curvas de secagem constituem uma relação entre a razão do teor de água (adimensional) e tempo (minutos). Nelas se observa que o aumento da temperatura do ar de secagem provoca redução no tempo de secagem, até que o equilíbrio seja atingindo.

O modelo de Lewis, como pode ser visto na Figura 10, não representa muito bem os dados experimentais de secagem a 70°C; nas demais temperaturas, para valores correspondentes à Razão de Umidade menores do 0,2, também não há um bom ajuste, ou seja, todos os dados são superestimados pelo modelo de Lewis, nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C.

O modelo de Page, conforme a Figura 11 é, entre os três modelos, o que melhor representa os dados experimentais de secagem de palma, em todas as temperaturas.

Na Tabela 3 estão os parâmetros estimados, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM), obtidos por meio do ajuste dos modelos de Lewis, Page e Henderson & Pabis, para palma forrageira, nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C.

**Tabela 3** - Parâmetros de ajuste dos modelos de Lewis (k), Page (k e n) e Henderson & Pabis (a e k) com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), para palma forrageira secada nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C

Modelo	T (°C)	Parâmetros			$R^2$ (%)
		a	k	n	
Lewis	60	-	0,0031	-	0,9984
	70	-	0,0043	-	0,9889
	80	-	0,0057	-	0,9978
	90	-	0,0070	-	0,9924
	100	-	0,0161	-	0,9820
Page	60	-	0,0017	1,1052	0,9996
	70	-	0,0011	1,2313	0,9930
	80	-	0,0027	1,1422	0,9996
	90	-	0,0022	1,2287	0,9974
	100	-	0,0008	1,7609	0,9962
Henderson e Pabis	60	1,0217	0,0032	-	0,9975
	70	1,0169	0,0044	-	0,9784
	80	1,0325	0,0059	-	0,9970
	90	1,0519	0,0075	-	0,9886
	100	1,0735	0,0176	-	0,9699

### 4.3.2 Cabeça de camarão

A cinética de secagem da cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, é apresentada nas Figuras de 13 a 15, para os modelos de Lewis, Page e Henderson & Pabis, respectivamente.

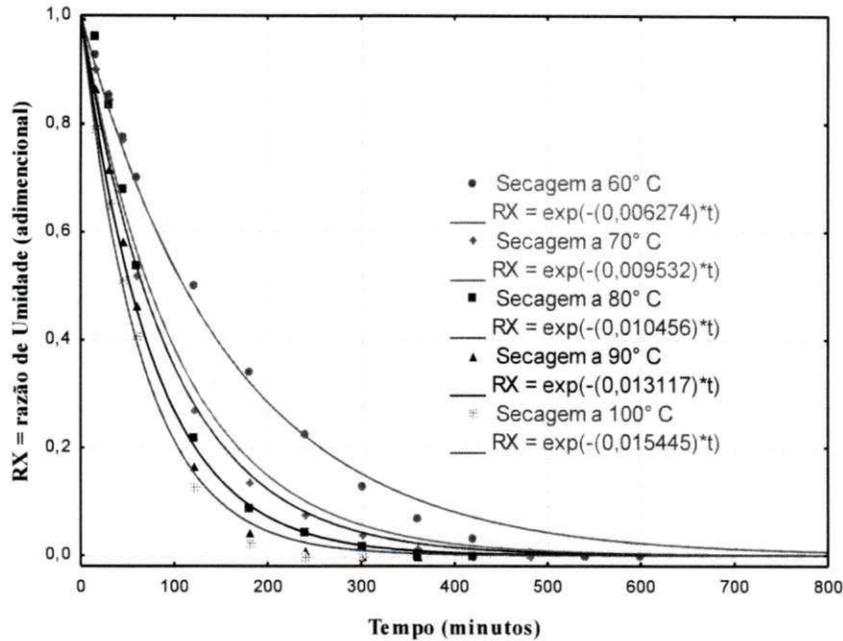


Figura 13 - Curva dos dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste, segundo o modelo de Lewis

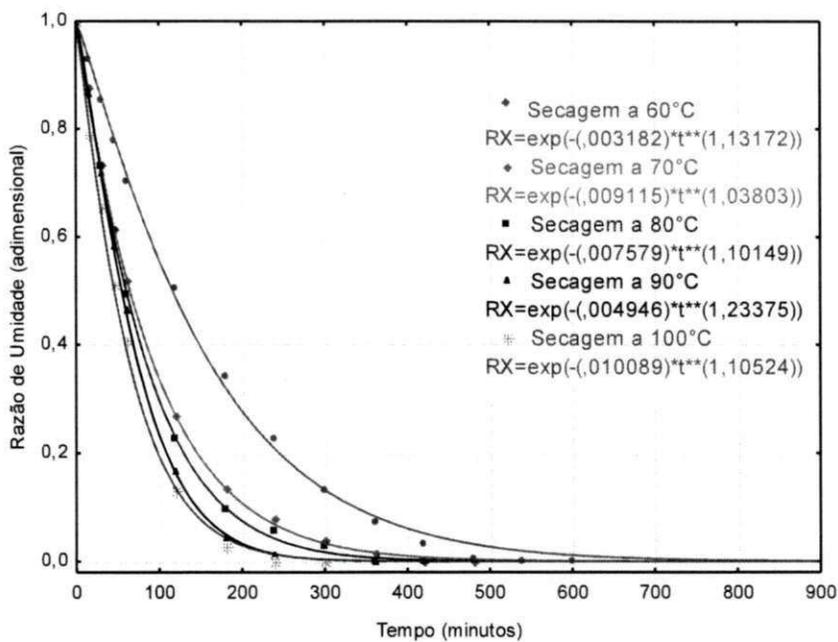
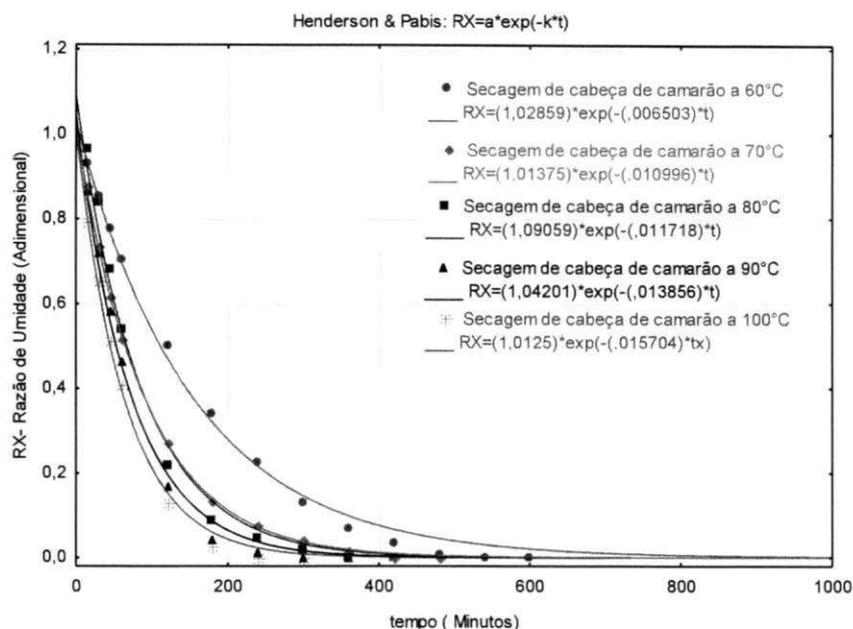


Figura 14- Curva dos dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste, segundo o modelo de Page



**Figura 15-** Curva dos dados experimentais de secagem de cabeça de camarão nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C e ajuste, segundo o modelo de Henderson & Pabis

O modelo de Lewis para secagem de cabeça de camarão, assim como na secagem da palma, como pode ser visto na Figura 13, não representa muito bem os dados experimentais de secagem a 70°C e 100° C; nas demais temperaturas, para valores correspondentes à Razão de Umidade menores do 0,2, também não há um bom ajuste visto que todos os dados são superestimados pelo modelo de Lewis, nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100 °C.

O modelo de Page para secagem de cabeça de camarão, conforme registrado na Figura 14 foi, dentre os três modelos, o que melhor se ajustou aos dados experimentais de secagem de cabeça de camarão, em todas as temperaturas, com comportamento semelhante ao observado nos ajustes feitos para secagem de palma.

O modelo de Henderson & Pabis para secagem de cabeça de camarão, apresentado na Figura 15; não representou muito bem os dados experimentais para as temperaturas de 80° C e 90° C, apenas na temperatura de secagem de 100° C foi satisfatoriamente ajustado.

Na Tabela 4 estão os parâmetros estimados, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) obtidos por meio do ajuste dos modelos de Lewis, Page & Henderson & Pabis, para palma forrageira, nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C.

**Tabela 4** - Parâmetros de ajuste dos modelos de Lewis (k), Page (k e n) e Henderson & Pabis (a e k) com seus respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) para a cabeças de camarão secadas nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C

Modelo	T (°C)	Parâmetros			R <sup>2</sup>
		a	k	n	
Lewis	60	-	0,0063	-	0,9974
	70	-	0,0095	-	0,9572
	80	-	0,0105	-	0,9888
	90	-	0,0131	-	0,9961
	100	-	0,0154	-	0,9998
Page	60	-	0,0032	1,1317	0,9992
	70	-	0,0091	1,0380	0,9998
	80	-	0,0017	1,4193	0,9987
	90	-	0,0049	1,2337	0,9999
	100	-	0,0101	1,1052	0,9993
Henderson e Pabis	60	1,0286	0,0065	-	0,9959
	70	1,0138	0,0110	-	0,9995
	80	1,0906	0,0117	-	0,9868
	90	1,0420	0,1386	-	0,9943
	100	1,0125	0,1570	-	0,9969

#### 4.4 Caracterização físico-química após secagem das farinhas

##### 4.4.1 Farinha de palma

Na Tabela 5 se apresentam os valores em percentuais de composição *in natura* e da farinha da palma gigante após a secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, bem como o DMS\*, CV%\* e MG\*, respectivamente.

**Tabela 5** - Características físico-químicas *in natura* e da farinha de palma, após secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, DMS\*, CV%\* e MG\*

PARÂMETROS					
Temperatura	Teor Água Substâncias Voláteis (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Acidez titulável total (g/100g)	pH
“in natura”	94,320a	0,660 f	0,420 f	2,410 c	4,900bc
60° C	21,393b	9,863 e	11,150c	3,643 a	5,033 b
70° C	12,350c	11,510d	6,333 d	3,120 b	5,066ab
80° C	8,043 d	13,576c	5,500 e	2,303 c	5,233 a
90° C	2,300 e	16,576b	11,290b	3,416ab	5,033 b
100°C	1,993 e	18,063a	11,440a	2,376 c	4,800 c
DMS*	1,8613	1,0222	0,1192	0,3792	0,1710
CV%*	2,9005	3,1836	0,5653	2,8783	1,2445
MG*	23,4000	11,7083	7,6889	4,8043	5,0111

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

\*As siglas com asterisco significam: DMS – Diferença mínima significativa, CV% - Coeficiente de variação em percentual, MG – Média geral

Pelos dados contidos na Tabela 5 percebe-se que o teor de cinzas e de proteínas foi, como esperado, maior para o produto secado em maiores temperaturas, o que pode ser justificado pelo menor teor de água apresentado ao final da secagem e consequente maior concentração dos seus constituintes, em temperaturas mais elevadas.

A acidez titulável total não se diferenciou significativamente nas temperaturas de 80° C e 100° C, comparando-se com a palma *in natura* e, para as temperaturas de 60° C e 90° C, se assemelharam. Esses parâmetros não diferem da literatura cujos resultados, semelhantes, foram encontrados por WANDERLEY et al. (2002).

FERREIRA et al.(2006) destacaram que a composição química da palma forrageira é variável com a espécie, idade dos artigos e época do ano e, independente do gênero, ela apresenta baixos teores de matéria seca ( $11,69 \pm 2,56\%$ ), proteína bruta ( $4,81 \pm 1,16\%$ ), fibra em detergente neutro ( $26,79 \pm 5,07\%$ ), fibra em detergente ácido ( $18,85 \pm 3,17\%$ ) e teores consideráveis de matéria mineral ( $12,04 \pm 4,7\%$ ). Observou-se também que, quanto mais elevada a temperatura, mais rápida e maior é a diminuição da água dos tecidos. É relevante

considerar a temperatura de secagem, o tempo em minutos gasto para secagem e a preservação das características da farinha.

#### 4.4.2 - Farinha de cabeça de camarão

Na Tabela 6 se acham os valores, em percentuais, da composição da cabeça de camarão *in natura* e da farinha de cabeça de camarão, após a secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, e o DMS, CV%, MG, respectivamente.

**Tabela 6** - Características físico-químicas da farinha de cabeça de camarão *in natura* e após a secagem nas temperaturas de 60, 70, 80, 90 e 100°C, DMS\*, CV%\* e MG\*

PARÂMETROS								
Temperatura	Teor água Substâncias voláteis (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Acidez titulável total	pH	Sólidos solúveis totais (g/100g)	Sólidos insolúveis (g/100g)
"in natura"	78,500a	3,880d	13,533 c	3,010 a	0,950c	8,100 a	10,000e	10,270 f
60 °C	8,210 b	18,940b	51,583ab	2,040e	4,086ab	7,733 c	93,780c	53,763d
70 °C	7,983 c	16,803c	54,063 a	2,420d	3,273 b	7,500d	93,370d	69,483a
80 °C	6,923 d	18,216b	52,170ab	2,626c	4,383 a	7,800bc	96,073b	65,696b
90 °C	6,040 e	19,963a	49,313 b	2,723bc	4,386 a	7,900 b	96,453a	52,683e
100 °C	4,716 f	20,780a	54,793 a	2,900ab	4,383 a	7,700c	96,386a	55,090c
DMS	0,1583	0,9719	4,5440	0,199	0,8159	0,1292	0,1158	0,0323
CV%	0,3082	2,1569	3,6091	2,772	8,3175	0,6052	0,0521	0,0230
MG	18,7288	16,4305	45,9094	2,620	3,5772	7,7888	81,0105	51,1644

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si; foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*As siglas com asterisco significam: DMS – Diferença mínima significativa, CV% - Coeficiente de variação em percentual, MG – Média geral

Pelas características físico-químicas da farinha de cabeça de camarão, secadas nas temperaturas de 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C e 100 °C, encontradas na Tabela 6, observam-se maiores valores de proteínas e cinzas à medida em que se aumenta a temperatura de secagem, como previsto, de vez que o menor teor de água final reflete em uma concentração maior dos demais constituintes.

Os teores de lipídeos da cabeça de camarão *in natura*, 3,01 %, são maiores do que aqueles observados nas farinhas secadas nas demais temperaturas, exceto a 100 °C, significando que a temperatura de secagem exerce influência sobre o teor final de lipídeos. Talvez o fato de o teor de lipídeos, apresentado para o produto secado na temperatura de 100 °C ter sido igual ao da cabeça de camarão *in natura*, seja um problema de amostragem, ou seja, homogeneidade da amostra, lote diferente, entre outros fatores. Para ROSA & NUNES (2003) e SRIKET *et al* (2007) diferenças na composição centesimal são atribuídas a vários fatores, como a espécie analisada, o estágio de crescimento, sazonalidade e alimentação, relacionando com o fato do camarão utilizado nas análises experimentais ser de cultivo e que recebe uma alimentação balanceada, podendo conter menor quantidade de lipídios.

A acidez total titulável foi menor na amostra *in natura* devido ao alto teor de água, o que acarreta sua diluição. O pH na amostra *in natura* foi, em média igual a 7,78. De modo geral, houve diminuição do pH com o processo de secagem atingindo menor valor, de 7,50, para a temperatura de secagem igual a 70° C. De acordo com CONTRERAS-GUZMÁN (1994) o valor de pH entre 7,0 e 8,5 é característico de crustáceos (pH alcalino).

Os sólidos solúveis totais foram maiores nas temperaturas de 90 °C, 100 °C e 80 °C enquanto os sólidos insolúveis o foram nas temperaturas 70 °C, 80 °C e 100 °C.

A proteína bruta determinada neste trabalho se assemelha aos valores expressos por GERNAT (2001) & NOVUS (1994) de 52,70% e de 31,80 a 49%, respectivamente, o que consolida o produto final com o enriquecimento proteico, visto que a palma possui baixos teores de proteína, segundo a literatura, uma média de 5%. Comparando os resultados obtidos da farinha de resíduos da cabeça de camarão, verificou-se que os valores de cinzas foram maiores que o encontrado por Wang & Hwang, citados por AS FREITAS *et al.* (2005). A composição dos sais minerais consiste principalmente de carbonato de cálcio, seguido de fosfato, magnésio, sílica e enxofre; este aumento de cinzas, sobretudo no que concerne ao mineral cálcio, indica potencial diferencial desta farinha para utilização em dietas para fins especiais. ROSENFELD *et al.* (1997) afirmaram que a farinha de resíduos de camarão eleva os níveis de minerais no sangue porém sua qualidade proteica é inferior.



#### 4.5 Elaboração dos produtos aditivados e análise sensorial

Com os produtos finalizados farinha de palma e farinha de cabeça de camarão, foram elaborados 3 produtos destinados à alimentação humana, cumprindo o objetivo deste trabalho: farinha de palma aditivada com 15% de farinha de cabeça de camarão; farinha de palma aditivada com 20% de farinha de cabeça de camarão e farinha de palma aditivada com 25% de farinha de cabeça de camarão e, com os três produtos elaborados, foram conduzidas as análises sensoriais quanto aos parâmetros aparência, cor e aroma.

Na Tabela 7 se encontram as médias das notas atribuídas pelos provadores, com respectivos desvios padrão e coeficientes de concordância da média.

Tabela 7 – Média das notas atribuídas pelos provadores e desvio padrão, segundo escala hedônica de 9 pontos, para os parâmetros Aparência, Cor e Aroma, com seus respectivos Coeficientes de Concordância (CC) da média, para a farinha de palma adicionada com 15, 20 e 25% de farinha de cabeça de camarão, respectivamente

Parâmetros	Farinha de palma com 15% de farinha de cabeça de Camarão		Farinha de palma com 20% de farinha de cabeça de Camarão		Farinha de palma com 25% de farinha de cabeça de Camarão	
	Médias	CC (%)	Médias	CC (%)	Médias	CC (%)
Aparência	5,02 ± 2,2	20,02	6,32 ± 1,97	27,84	6,56 ± 2,13	26,68
Cor	5,54 ± 2,11	20,02	6,74 ± 1,75	32,19	6,4 ± 2,08	26,34
Aroma	4,82 ± 2,78	6,04	5,06 ± 2,46	13,33	5,06 ± 2,65	17,78

Percebe-se, pela Tabela 7, que as maiores notas com os maiores coeficientes de concordância nos três parâmetros sensoriais avaliados, foram obtidas para os produtos elaborados com maiores percentuais de farinha de cabeça de camarão, 20 e 25 %, com notas médias estatisticamente iguais. Ao se comparar esses dois produtos percebe-se, quanto aos parâmetros Aparência e cor, que o maior coeficiente de concordância foi atribuído àquele produto com 20% de farinha de cabeça de camarão significando que, apesar de ter médias estatisticamente iguais, este produto foi o preferido por um número de pessoas maior.

Com relação ao parâmetro Aroma e apesar das médias atribuídas aos produtos com maiores percentuais de farinha de cabeça de camarão serem exatamente iguais, os coeficientes de concordância da média são muito diferentes, indicando que um número maior de pessoas concorda para aquela média, o que assegura o melhor aroma ao produto elaborado com 25% de farinha de cabeça de camarão, com coeficiente de concordância 17,78 contra 13,33 do produto elaborado com 20% de farinha de cabeça de camarão.

Esses fatos podem ser melhor observados no gráfico da Figura 15, que representa o perfil sensorial dos produtos elaborados nesta pesquisa, conforme a média obtida para cada um dos parâmetros sensoriais, e a análise dos provadores.

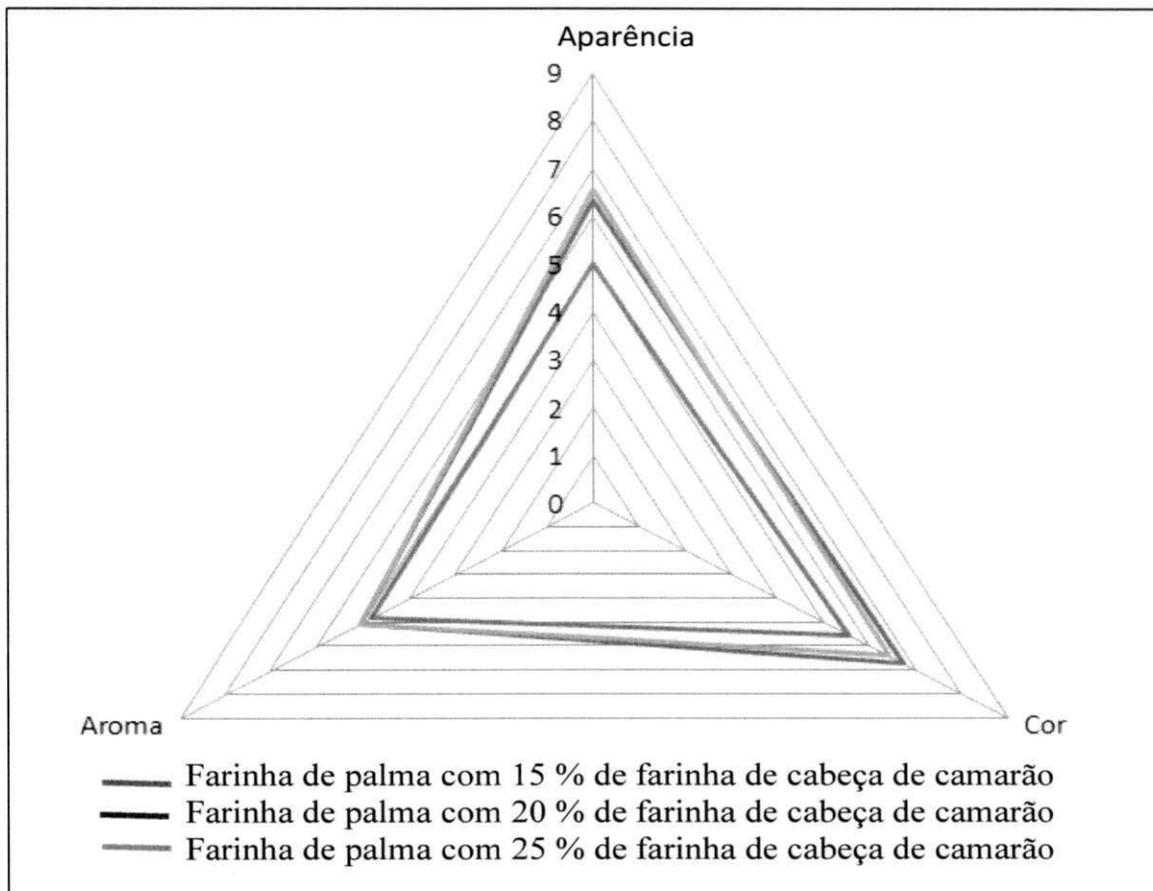


Figura 16 – Perfil sensorial dos produtos elaborados a partir da farinha de palma enriquecida com diferentes percentuais de farinha de cabeça de camarão (15, 20 e 25%) quanto aos parâmetros Aparência, Cor e Aroma

Pela Figura 16 percebe-se que quanto mais próximas dos extremos estão as Figuras, maiores as notas atribuídas, sendo fácil observar se os produtos mais bem avaliados pelos provadores foram aqueles com perfil traçado em vermelho e em verde, ou seja, farinha de palma contendo 20 e 25% de farinha de cabeça de camarão, respectivamente, confirmando o que foi dito na análise anterior.

## 5- CONCLUSÕES

Dentre os três modelos aplicados no ajuste das curvas de secagem aos dados experimentais de secagem da palma e da cabeça de camarão, o que melhor representa os dados experimentais de secagem é o de Page, em todas as temperaturas;

Quanto à temperatura de secagem, a cabeça de camarão que proporcionou melhor processamento para elaboração da farinha sem grandes perdas das características físico-químicas, foi aquela obtida por secagem a 80°C;

As operações de secagem que permitiram, segundo teor de água de equilíbrio, a elaboração da farinha de palma, foram aquelas realizadas em temperaturas maiores ou iguais a 80 °C; em temperaturas menores não foi possível sua elaboração;

Os produtos elaborados com maiores percentuais de farinha de cabeça de camarão, 20 e 25 %, foram os preferidos pelos provadores, quanto aos parâmetros Aparência e cor, com médias entre 6 e 7, correspondendo a um conceito entre gostei ligeiramente e gostei regularmente;

Quanto ao aroma, o produto mais bem avaliado foi a farinha de palma elaborada com 25% de farinha de cabeça de camarão, obtendo a maior média 5,06 e maior coeficiente de concordância da média 17,78;

A farinha palma gigante aditivada de sabor camarão demonstrou seu potencial para alimentação humana, favorecendo a formulação de um produto nutricionalmente equilibrado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. S. **Técnicas para obtenção de coco da Bahia desidratado**. 2011. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

ASCAR, J. M. **Alimentos: Aspectos Bromatológicos e Legais. Análise Percentual**. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1995. p243-252.

AUSTIN, P. R.; BRINE, C. J.; CASTLE, J. E.; ZUKAKIS, J. P. **Chitin: New facets of research, Science**, v. 212, p.749-753, 1981.

BALDINI et al. **Analisi energetiche dialcune colture arboree da frutto. Riv. Ingegneria Agraria**, v.13, p.73-201, 1982.

BARBERA, GIUSEPPE. **História e importância econômica e agroecologia**: In: BARBERA, G.; INGLESE, P.(Org.) **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001, p, 1-11.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. **Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal**. Palestra apresentada na Conferência APINCO. Santos - SP, 2004. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_arquivos/palestras\\_k9r8d4m.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k9r8d4m.pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2010

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKENA, F. W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Connecticut:The AVI Publishing Company, Inc. 1974. 265p.

CANTWELL, M, **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira**, In: forrageira, Paraíba: SEBRAE/PB, 2001, p.20 – 27.

CARCINICULTURA. 2005. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/carcinicultura>>. Acesso em: 30 out. 2010.

CARCINICULTURA BRASILEIRA: o censo de 2003. **Panorama da Aqüicultura**. v.14, n. 82, p.21-25, 2004.

CARVALHO, E. A. **Efeito da frequência de arrazoamento sobre o desempenho zootécnico do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em cercados sob condições intensivas**. 2005. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

CASTRO, A. A.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M. Avaliação do sabor de filés de camarão (*Litopenaeus vannamei*) submetidos a diferentes condições de congelamento e armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21, 2004, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004, CD Room.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agríc**. v.7, n.3, nov. 2006.

COELHO, M. A. S. Análise de custo/volume/lucro e investimento em carcinicultura de pequeno porte. **Custo e @gronegocio on line**. v.1, n.1, jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.custoeagronegocioonline.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2010.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994,

CORREIA, P. C. et al. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510,2007.

DAMASCENO, K. S. F. S. C. **Aproveitamento do resíduo de camarão**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN. 2009, v. 27, n. 2. (Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 27).

ENNOURI, M.; FETOUI, H.; BOURRET, E.; ZEGHAL, N.; ATTIA, G. H. Evaluation of some biological parameters of *Opuntia ficus indica*, Influence of seed supplemented diet on rats, **Bioresource Technology**. v.97, p. 2136–2140, 2006.

FAÇANHA, S. C.; PINHEIRO, S. M. X.; ABREU, V. L. B. de. **Informativo: Litopenaeus vannamei**, 2001, Fortaleza: Ministério da Integração Nacional, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas/DNOCS, Laboratório de Larvicultura de Camarão, Disponível em:<[www.acaq.org.br/arquivos/inf\\_bas\\_camarao\\_vannamei.PDF](http://www.acaq.org.br/arquivos/inf_bas_camarao_vannamei.PDF) > Acesso em: 04 out. 2010.

FANIMO, A.O; ODUGUWA, O.O.; ONIFADE, A. O.; OLUTUNDE, T. O. Protein quality of shrimp-waste meal. **Bioresource Technology**, v. 72, p.185-188, 2000.

FAO. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**, Estudo da FAO em produção e proteção vegetal. v. 132, p. 241. João Pessoa, 2001.

FERRAREZZO, E. M.; ROCHA, W. S.; BASTOS, L. C.; ROCHA, A.S.; SILVA, C. M. R.; NORI, M. A. Estudos preliminares para o desenvolvimento de “snack” a partir de farinha de cabeça de camarão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004, CD Room.

FERREIRA, M. de A. Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, p,213-239,

FEUGANG, J. M.; KONARSKI, P.; ZOU, D.; STINTZING, F. C. D.; ZOU, C. Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. **Frontiers in Bioscience**. v.11, p.2574-2589, September 1, 2006.

FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora universitária - UFPB, 2004, 229 p, ISBN 85-237-0454-0,

FRANCO, G. (1999) **Tabela de composição química dos alimentos**, 9ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Livraria Atheneu.

FREIRE, R. S.; PELEGRINI, R.; KUBOTA, L. T.; DURÁN, N. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Quim. Nova.** v.23, n. 4, p. 504-511, 2000.

FREITAS, A. S.; BORGES, J. T. da S.; COSTA, R. K.; CORNEJO, F. E. P.; WILBERG, V. C. Teores de lipídios totais, ácidos graxos e colesterol em resíduos desidratados de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, HELLER 1862) capturado no estado do Rio de Janeiro. **B. do CEPPA.** v. 20, n.2, p.355-362, jul./dez. 2002<sup>a</sup>.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações.** São Paulo, SP: Nobel, 2008. 511p. ISBN 9788521313823.

GERNAT, A. G. The effect of using different levels of shrimp meal in laying hen diets. **Poultry Science.** v. 80, p.663-636, 2001.

GUEDES, C. C. **Culinária com broto de palma.** João Pessoa: UNIVERSITARIA, 2002.

GUEDES, C. C.; OLIVEIRA, J. S.; FERNANDES, M. F.; OLIVEIRA, R.; DEIRO, T. C. B. J.; SOUSA, V. **Broto de Palma, sabor e nutrição.** Recife: Sebrae/PE – Faepe, Recife, 2004.

HEU, M. S.; KIM, J. S.; SHAHIDI, F. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. **Food Chemistry,** v. 82, p. 235-242, 2003.

INGLESE, P. Plantação e manejo do pomar. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira.** ed., Paraíba: SEBRAE, PB, 2001, p.79-93.

INGLESE, P.; BASILE, F.; AND M. S. Cactus pear fruit production. In **Cacti: Biology and Uses.** London, EN: P. S. Nobel. Ed. University of California Press. Berkley and LA, CA; London, England, p. 163-183, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1, Métodos Físicos e Químicos para análise de alimentos. São Paulo: IMESP. 3. ed. 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Instituto Adolfo Lutz. 2005.

JEON, Y.J.; SHAHIDI, F.; KIM, S. K. **Preparation of chitin and chitosan oligomers and their application in physiological functional foods.** Food Reviews International, v.16, n. 2, p.159-176, 2000.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principies of biochemistry.** 2. ed. New York: Edition Worth Publishers. 1993.1013 p.

MOBHAMMER, M. R.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. **Cactus Pear Fruits (*Opuntia spp.*): a review of processing technologies and current uses.** Institute of Food Technology Section Plant Foodstuff Technology Augustvon- Hartmann-Str. 3. 28 July J. PACD – 2006.

NANNI, S. Criação do camarão *vannamei* no litoral paulista. **Cienc. Cult.** v.56, n.3, p.11-11, jul./set. 2004.

MATTOS, L. M. E. de; FERREIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; BATISTA, Â. M. V.,; VÉRAS, A. S. C. **Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação.** Revista Brasileira de Zootecnia. v. 29, n. 6, p. 2128-2134, 2000.

MELO, A. A. S. de; FERREIRA, A. F.; VERAS, A. S. C.; et al, Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I, Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v. 32, n. 3, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982003000300025&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000300025&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 10/06/2011,

NANNI, S. Criação do camarão *vannamei* no litoral paulista. **Cienc. Cult.** v. 56, n. 3, p. 11-11, jul/set, 2004.

NOVUS, RAW. **Material compendium – a compilation of worldwide data sources**, 2. ed. Novus International Inc., Brussels, 541 p, 1994.

ORMOND, J. G. P.; MELLO, G. A. T. de; FERREIRA, P. R. P.; LIMA, C. A. de O. **A carcinicultura brasileira**, BNDES Setorial, n.19, p.91-118, 2004.

PESSATTI, M. L.; PEREIRA, K.C.; STORI, F.T.; BUSCHI, F. L. F. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado, Meta 11, Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do Brasil**. Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003. 2000. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&lr=&q=cache:rbodV9EYI84J:www.gep.cttmar.univali.br/download/pdf/Docpescado8.pdf+residuos+pescado>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

PESSOA, A, S, **Cultura da palma forrageira**, Recife: SUDENE, Divisão de Documentação, 1967, 98p, (SUDENE, Agricultura, 5).

REINOLDS, S. G.; ARIAS, E.; **General background on Opuntia**. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/2808E/y2808e04.htm>> 2004.

ROSA, R., & NUNES, L. M. (2003). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *J. Sci. Food Agri.*, n.84, p. 89–94.

ROSENFELD, D. J.; GERNAT, A. G.; MARCANO, J. D.; MURILLO, J. G.; LOPEZ, G. H.; FLORES, J. A. The effect of using different levels of shrimp meal in broiler diets. *Poult. Sci.*, v. 76; p. 581-587, 1997.

SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; DIAS, F. M.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F. dos; SANTOS, V. F. dos. **Produtividade de cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*)**. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. v.2, p.121-123.

SCHOBBER, J. Pesquisa impulsiona produção de camarão em viveiros e mercado de trabalho regional. **Cienc. Cult.** V.54, n.1, p.10-11, jun./set. 2002,

SHAHIDI, F.; ARACHCHI, J. K. V.; JEON, Y. J. Food application of chitin and chitosans. **Trends in Food Science and Technology.** v. 10, p. 37-51, 1999.

SILVA, C. C. E. F. da. SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.** v. 7, n. 10, Oct./2006.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produto Agroindustriais.** Campina Grande, v.4, n.1, p71-78, 2002.

SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Revista Engenharia Agrícola.** v.30, n.5, p.967-973, set./out. 2010,

SILVA, J. V.; GOMES, C. E. F.; SALES, P. V. G.; MUJICA, P.Y.C. **Caracterização físico-química e avaliação do rendimento do camarão (*Xithopenaeus kroyeri*).** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005, Campinas, **Anais...**Campinas: SLACA, 2005, CD Room,

SRIKET, P.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; KIJROONGROJANA, K. Comparative studies on chemical composition and therm al properties of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*litopenaeus vannamei*) meats. **Food chemistry.** v.103, p. 1199-1207, 2007.

STEVANATO, F. B. **Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para Merenda Escolar.** Maringá, 2006, 69f. Dissertação (Mestrado em Química) - Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J. Effects of incorporating cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) and urea-treatment of straw on the performance of sheep. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2005, Stuttgart-Hohenheim.

VASCONCELOS, M. M. M.; SILVEIRA, V. M. M. A. Rendimento e composição química dos componentes estruturais do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, cultivado no município de Acaraju/SE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife, **Anais...** Recife: SBCTA, 2004, CD Room.

VILLEN, R. A. Tratamento biológico de efluentes, In: LIMA, U. de A.; AQUARONE, E.; BORZANE, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001, v. 3.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D. K. B. de; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, L. E. de; DIAS, A. M. de A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.1, p.273-281, 2002.