

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DANIELA CAVALCANTE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE  
DA FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ” A  
PARTIR DE ACARI-BODÓ (*Liposarcus pardalis*,  
CASTELNAU, 1855)**

**BELÉM  
2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DANIELA CAVALCANTE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE  
DA FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ” A  
PARTIR DE ACARI-BODÓ (*Liposarcus pardalis*,  
CASTELNAU, 1855)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADOR :

Lúcia de Fátima Henriques Lourenço  
Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro

**BELÉM**

**2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DANIELA CAVALCANTE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE  
DA FARINHA DE PEIXE TIPO “PIRACUÍ” A PARTIR  
DE ACARI-BODÓ (*Liposarcus pardalis*,  
CASTELNAU, 1855)**

**BANCA EXAMINADORA :**

\_\_\_\_\_  
(Profa. Dra. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço - FEA/POGAL/UFGA)  
**(Orientador)**

\_\_\_\_\_  
(Profa. Dra. Suezilde da Conceição A. Ribeiro - UFGA)  
**(Co-orientador)**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Éder Augusto Furtado Araújo - FEA/POGAL/UFGA)  
**(Membro)**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Antônio Manuel da Cruz Rodrigues - FEA/POGAL/UFGA)  
**(Membro)**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Kil Jin Park - FEAGRI/UNICAMP)  
**(Membro)**

*Ao meu amado marido Marcelo Campos e à  
minha querida filha Maria Clara,  
que sofreram tanto com a minha ausência durante o mestrado,  
mas sempre entenderam o meu objetivo.  
Amo, amo, amo vocês.*

*Aos meus amadíssimos pais José Nunes e Maria do Carmo,  
por todo incentivo e apoio à minha educação.  
Vocês sempre acreditaram em mim,  
agora podem ver aonde cheguei.  
Amo vocês dois.*

*Ao meu irmão David, que está longe de mim há tanto tempo,  
mas sempre me atende com palavras de conforto  
quando quero desistir de tudo. Amo você maninho!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida e nunca me desamparou. Agradeço a ti meu senhor, antes de todos.

Às minhas orientadoras, Professoras Dra. Lúcia Lourenço e Dra. Suzi Amaral pela orientação, aprendizado, compreensão e confiança em mim. Pelas palavras de conforto nos momentos em que tudo parecia dar errado, pela boa vontade em atender todos os meus pedidos sem medir esforços e pela incansável paciência durante as correções da dissertação. Muito obrigada minhas mãezinhas!

Ao meu marido Marcelo Campos pelo amor e carinho extensivo durante todos nossos momentos difíceis, ninguém além de nós sabe como esta conquista foi suada. Obrigada AMOR, por toda paciência quando eu não tinha paciência. Te amo muito.

À minha prima de coração Angélica e toda sua família (Sr. Lúcio, Lúcia, Igor e Juanzinho, Luciane e Edgar e Otoniel) por me receberem tão bem em sua casa. Prima sua boa vontade em me receber eu nunca vou esquecer, você é maravilhosa. Muito obrigada!!!!

À minha amiga Elaine e toda sua família (D. Fátima, Sr. Guti, Helenise e Neto), pela gigantesca ajuda na coleta do acari-bodó e pela hospitalidade em Santarém – PA. Amiga, muito obrigada, você e sua família foram importantíssimos para a realização da minha dissertação.

À Universidade Federal do Pará e a todos os meus professores do curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Ao Professor Dr. Emersson e ao Renan do Laboratório de Oleoquímica e Catálise pela realização das análises térmicas.

Ao Professor Dr. Antônio Manoel e Professora Dra. Luiza Meller pelo auxílio na análise de ácidos graxos.

À Professora Consuelo, D. Célia e Suely e às bolsistas do Laboratório de Microbiologia. Obrigada por todo conhecimento que vocês dividiram comigo.

Ao Sr. Mário Carneiro da FAE pela atenção e préstimos durante as análises físico-químicas.

Aos meus queridos amigos desde o início do mestrado Giane, Denny, Christine, Orquídea (Kiki), Thiago e Patrícia Ledoux. Sempre fomos companheiros durante todo o mestrado. Amigos adoro vocês de verdade.

Aos amigos mais novos Pri, Luizinha, Jardim que me ajudaram e muito na parte intelectual do meu trabalho e na parte prática quando as coisas ficavam difíceis. A Katiúscia (bolsista) que chegou no finzinho do meu trabalho, mas foi totalmente essencial nos momentos de aperto. Migas dolo vocês viu.

## RESUMO

Foram elaboradas farinhas de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) partindo de duas metodologias de obtenção: farinha de acari-bodó cozido com secagem nas temperaturas de 80 e 100°C e farinha de acari-bodó com secagem a 200°C. O acari-bodó utilizado na elaboração das farinhas foi avaliado morfométrica, físico-química e microbiologicamente. Os dados morfométricos não se ajustaram às equações logísticas propostas. A composição centesimal mostrou baixo percentual de lipídios 0,30% e teores de proteínas de 17,15%. A avaliação microbiológica estava de acordo com a legislação vigente para *Salmonella* e Estafilococos coagulase positiva, exceto para os coliformes a 45°C. As farinhas obtidas após o processo de secagem foram submetidas à avaliação de cor instrumental e teste de aceitabilidade para definir a melhor metodologia de obtenção. Verificou-se que a farinha de acari-bodó cozido com secagem a 80°C apresentou boa aceitabilidade 88,57% e menor diferença de cor quando comparada à farinha de acari-bodó cozido “*in natura*”. O rendimento da farinha de acari-bodó a 80°C foi de 6%. A umidade da farinha (10,69%) estava de acordo com RIISPOA (1997) e seu percentual de proteínas (74,65%) a define como fonte inquestionável de proteína de origem animal. O perfil de ácidos graxos do produto demonstrou a presença de ácidos graxos insaturados da série n-3 EPA (1,72%) e n-6 DHA (5,19%). As relações n-6/n-3 e AGPI/AGS definiram o produto como saudável. A partir do estudo de vida-de-prateleira verificou-se que o produto apresentou boa estabilidade durante os 90 dias de armazenamento quanto aos parâmetros microbiológicos, cor instrumental, atividade de água ( $A_w$ ) e sensorial. A isoterma de adsorção permitiu verificar que a umidade final do produto após a secagem deve ser menor que 10% para mantê-lo microbiologicamente seguro. A análise térmica definiu a temperatura de 271°C como o limite máximo de exposição ao calor que este produto pode ser submetido para que não haja perda de compostos orgânicos.

Palavras chave: acari-bodó, farinha de pescado tipo “piracuí”, vida-de-prateleira.

## ABSTRACT

Fishmeal called “piracuí” was prepared from the acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) by using two different methodologies: fishmeal from acari-bodó cooked and dried at 80 and 100°C temperatures and fishmeal from acari-bodó banked and dried at 200°C. The acari-bodó fish used to prepare the flours was morphometrically, physico-chemically and microbiologically evaluated. The morphometric data did not adjust to the proposed logistical equations. The centesimal composition showed low percentage of lipids, 0,30%, and protein contents of 17,15%. The microbiological evaluation content was in par with the legislation in force for *Salmonella* and coagulase-positive staphylococcus, except for coliforms at 45°C. The fishmeal obtained after the drying process was submitted to evaluation of instrumental color and acceptance test to better define the best methodology of achievement. It was observed that cooked acari-bodó fishmeal dried at 80°C had a better acceptance, 88.57%, and less color difference when compared to acari-bodó cooked “*in natura*”. The acari-bodó fishmeal yield at 80°C was 6%. The fishmeal moisture (10.69%) was in accordance with RIISPOA (1997) and its percentage of proteins (74.65%) defines it as an unquestionable source of animal protein. The profile of fatty acids of product showed the presence of n-3 EPA (1.72%) and n-6 DHA (5.19%) unsaturated fatty acids. The relations n-6/n-3 and PUFA/SFA defined the product as a healthy one. Shelf life studies showed that the product showed good stability during the 90 days of storage in relation to microbiological, instrumental color,  $A_w$  and sensorial parameters. The adsorption isotherm permitted verify that the product final moisture after drying must be lower than 10% to keep it microbiologically safe. The Thermal analysis defined the temperature limit at 271°C as the maximum exposure to heat that this product may be submitted, in order to avoid any loss of organic compounds.

Keywords: acari-bodó, “piracuí” fishmeal, shelf life



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Acari-bodó ( <i>Liposarcus pardalis</i> , CASTELNAU, 1855)	20
<b>Figura 2.</b>	Fluxograma de obtenção de farinha de pescado (OETTERER, 1994)	30
<b>Figura 3.</b>	Cinco tipos de isoterma de adsorção de Van der Waals (BRUNAUER et. al. 1940)	38
<b>Figura 4.</b>	Fluxograma de processamento de “piracuí” cozido e assado	45
<b>Figura 5.</b>	Fluxograma de obtenção dos bolinhos de “piracuí”. (a) Acari-bodó; (b) farinha de pescado tipo “piracuí” sem embalagem e embalada à vácuo envolvida em papel alumínio; (c) bolinhos antes da fritura; (d) bolinhos após a fritura	46
<b>Figura 6.</b>	Relação entre a largura e o peso total do acari-bodó.	54
<b>Figura 7.</b>	Relação entre espessura e peso total do acari-bodó.	55
<b>Figura 8.</b>	Relação entre comprimento e peso total do acari-bodó.	55
<b>Figura 9.</b>	Frequência de consumo de pescado dos provadores usados como julgadores no teste de aceitabilidade.	60
<b>Figura 10.</b>	FABC 80 e 100°C e FABA 200°C.	63
<b>Figura 11.</b>	Acompanhamento das variações do parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ), das variáveis de cromaticidade ( $a^*$ e $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) para a farinha de pescado tipo “piracuí” durante 90 dias de armazenamento.	72
<b>Figura 12.</b>	Variações da $A_w$ da farinha de pescado tipo “piracuí” durante o armazenamento de 90 dias.	73
<b>Figura 13.</b>	Intenção de compra dos provadores para farinha de pescado tipo “piracuí” durante os tempos de armazenamento avaliados (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias).	75

<b>Figura 14.</b>	Isoterma de adsorção para farinha de pescado tipo “piracuí” a 25°C.	77
<b>Figura 15.</b>	Gráfico TG e DTG da farinha de pescado tipo “piracuí” obtida pelo método de cozimento com secagem a 80°C e farinha de pescado tipo “piracuí” comercial.	78

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Composição química dos filés crus de Curimatã ( <i>Prochilodus nigricans</i> ), Jaraqui ( <i>Semaprochilodus ssp.</i> ), Piramutaba ( <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> ) e Acari-bodó ( <i>Liposarcus pardalis</i> ).	22
<b>Tabela 2.</b>	Teores de ácidos graxos EPA e DHA em peixes amazônicos no ano de 1992 no período de enchente (fevereiro e março).	24
<b>Tabela 3.</b>	Composição em aminoácidos dos produtos obtido (“piracuí”) de acari-bodó ( <i>Liposarcus pardalis</i> ) e aruanã ( <i>Osteoglossum bicirrhossum</i> ) em mg de aminoácido por 100g de amostra.	32
<b>Tabela 4.</b>	Composição de farinha de peixe (“piracuí”) a partir de diferentes espécies de peixes amazônicos.	33
<b>Tabela 5.</b>	Valor mínimo aproximado de $A_w$ para o crescimento de microrganismos importantes em alimentos.	35
<b>Tabela 6.</b>	Percentual dos ingredientes utilizados na elaboração dos bolinhos de “piracuí”.	46
<b>Tabela 7.</b>	Modelos bi-paramétricos utilizados na predição de isotermas de adsorção.	51
<b>Tabela 8.</b>	Modelos tri-paramétricos utilizados na predição de isotermas de adsorção.	52
<b>Tabela 9.</b>	Caracterização morfométrica do acari-bodó ( <i>Liposarcus pardalis</i> , CASTELNAU, 1855).	54
<b>Tabela 10.</b>	Modelos de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )	56
<b>Tabela 11.</b>	Composição centesimal e análises físicas do filé de acari-bodó ( <i>Liposarcus pardalis</i> ) nos meses de setembro a outubro.	57
<b>Tabela 12.</b>	Análises microbiológicas do filé de acari-bodó “ <i>in natura</i> ”.	58
<b>Tabela 13.</b>	Aceitação sensorial do atributo sabor das amostras de farinha de pescado tipo “piracuí” com secagem nas temperaturas de 80, 100 e 200°C (valores em notas).	60

<b>Tabela 14.</b>	Parâmetros de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó cozido antes e após a secagem nas temperaturas de 80 e 100°C.	61
<b>Tabela 15.</b>	Parâmetros de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó assado antes e após a secagem na temperatura 200°C.	62
<b>Tabela 16.</b>	Variação das variáveis $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ após a secagem nas temperaturas de 80, 100 e 200°C.	62
<b>Tabela 17.</b>	Parâmetros de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó cozido e assado após a secagem, nas temperaturas de 80, 100 e 200°C.	62
<b>Tabela 18.</b>	Determinação do rendimento na produção do “piracuí” durante as etapas do processamento.	64
<b>Tabela 19.</b>	Composição centesimal e análises físicas da farinha de pescado tipo “piracuí”.	65
<b>Tabela 20.</b>	Composição em ácidos graxos da farinha de pescado tipo “piracuí”.	67
<b>Tabela 21.</b>	Somatório e razões de ácidos graxos na farinha de pescado tipo “piracuí”	68
<b>Tabela 22.</b>	Contagem de microrganismos na farinha de pescado tipo “piracuí” embalada a vácuo e armazenada a temperatura ambiente.	69
<b>Tabela 23.</b>	Parâmetros de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) em relação ao padrão (tempo 0) da farinha de pescado tipo “piracuí” durante estocagem por 90 dias a temperatura ambiente.	71
<b>Tabela 24.</b>	Determinação da $A_w$ da farinha de pescado tipo “piracuí” durante 90 dias de armazenamento a temperatura ambiente.	73
<b>Tabela 25.</b>	Aceitação sensorial do atributo sabor das amostras de farinha de pescado tipo “piracuí” durante o tempo de estocagem de 90 dias (valores em notas).	74

<b>Tabela 26.</b>	Dados de adsorção para a farinha de pescado tipo “piracuí” a 25°C.	76
<b>Tabela 27.</b>	Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios médios relativos obtidos através dos ajustes.	78

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b>	xi
<b>RESUMO</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	19
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DO PESCADO NA REGIÃO NORTE	19
2.2 ACARI-BODÓ ( <i>Liposarcus pardalis</i> , CASTELNAU, 1855)	20
2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO PESCADO	21
2.4 MICROBIOLOGIA DO PESCADO	26
2.5 FARINHA DE PESCADO	27
<b>2.5.1 2.5.1 Farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	30
2.6. ATIVIDADE DE ÁGUA ( $A_w$ ) EM ALIMENTOS SECOS	33
2.7 ISOTERMAS DE SORÇÃO	36
2.8 ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA	38
2.9 ESTUDO TERMOANALÍTICO	39
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	42
3.1 MATERIAL	42
<b>3.1.1 Matéria – prima</b>	42
3.2 MÉTODOS	42
<b>3.2.1 Análise morfométrica da matéria-prima</b>	42
<b>3.2.2 Elaboração da farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	42
3.2.2.1 <i>Processamento do “piracuí” cozido e assado</i>	42
<b>3.2.3 Preparação dos bolinhos de “piracuí” a partir das farinhas obtidas</b>	45
<b>3.2.4 Análise sensorial</b>	46
<b>3.2.5 Análises físicas e físico-químicas do acari-bodó e na farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	47
3.2.5.1 <i>Umidade</i>	47

3.2.5.2	<i>Extração dos lipídios totais</i>	47
3.2.5.3	<i>Proteína bruta</i>	47
3.2.5.4	<i>Cinzas</i>	47
3.2.3.5	<i>Cálculo de valor calórico</i>	47
3.2.5.6	<i>Determinação de cloretos na farinha de pescado tipo “piracuí”</i>	48
3.2.5.7	<i>Bases voláteis totais (BVT) no pescado fresco</i>	48
3.2.5.8	<i>Atividade de água (<math>A_w</math>)</i>	48
3.2.5.9	<i>Cor instrumental na farinha de pescado tipo “piracuí”</i>	48
3.2.5.10	<i>Perfil de ácidos graxos do acari-bodó “in natura” e da farinha de pescado tipo “piracuí” por cromatografia gasosa</i>	48
<b>3.2.6</b>	<b>Análises microbiológicas</b>	49
<b>3.2.7</b>	<b>Estudo de vida de prateleira</b>	50
<b>3.2.8</b>	<b>Isotermas de adsorção</b>	50
3.2.8.1	<i>Predição das isotermas de adsorção</i>	51
<b>3.2.9</b>	<b>Estudo termoanalítico da farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	52
<b>3.2.10</b>	<b>Análise estatística</b>	53
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	54
4.1	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO ACARI-BODÓ	54
4.2.	ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA MATÉRIA-PRIMA	56
4.3	FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ”	59
<b>4.3.1</b>	<b>Definição da metodologia de obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	59
<b>4.3.2</b>	<b>Composição centesimal e análises físicas da farinha de pescado tipo “piracuí”</b>	63
4.4	PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ”	66
4.5	ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA	69
<b>4.5.1</b>	<b>Análise microbiológica</b>	69
<b>4.5.2</b>	<b>Cor instrumental</b>	71
<b>4.5.3</b>	<b>Atividade de água (<math>A_w</math>)</b>	72
<b>4.5.4</b>	<b>Análise sensorial</b>	74

4.6	ISOTERMAS DE SORÇÃO	75
4.6.1	<b>Predição das isotermas de adsorção</b>	77
4.7	ESTUDO TERMOANALÍTICO DA FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ”	78
4.6	<b>CONCLUSÃO</b>	80
	<b>REFERÊNCIAS</b>	82



## 1 INTRODUÇÃO

A carne de pescado é a fonte protéica de origem animal, mais consumida no mundo, porém o Brasil, apesar de se encontrar entre os 30 maiores pólos pesqueiros mundiais, apresenta um dos mais baixos índices de consumo de pescado, em média 6,7kg *per capita*/ano. Na Região Norte onde consumo aumenta para 135 kg *per capita*/ano, esta situação mostra-se diferente, pois as populações que habitam as regiões de várzea, onde praticamente inexiste pecuária efetiva e o sistema de abastecimento através de grandes centros comerciais é ineficiente, pescado se traduz num alimento de grande acessibilidade e baixo custo (CERDEIRA; RUFFINO; ISAAC, 1997; PRENTICE; SAINZ, 2004).

Em sua maioria, a pesca na Amazônia tem caráter artesanal, ou seja, pouco organizada e com produtividade muito variável ao longo das diferentes épocas do ano. Esse aspecto artesanal se verifica tanto na forma de subsistência quanto na comercial independente se o pescado se destina aos grandes centros populacionais da região ou simplesmente ao consumo próprio ou das pequenas vilas do interior. Esse baixo nível de organização da pesca comercial se reflete na baixa qualidade geral do pescado oferecido à população, o que gera perdas desnecessárias de alimento e um impacto adicional sobre os estoques naturais de peixes (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

O acari-bodó apresenta uma característica peculiar, ele é comercializado vivo dentro de embarcações com o porão parcialmente inundado ou em canoas modificadas denominadas “chata”, isto porque esse peixe apresenta um rápido processo de degradação após a sua morte e origina um odor repugnante que inviabiliza seu consumo. Isso fez com que o consumidor adquirisse o hábito de comprá-lo apenas quando não estiver morto, frio no linguajar local. Essa condição implica em aumentar os custos, diminuindo sua lucratividade e tornando-o secundário na preferência dos pescadores, quando comparadas às demais espécies de peixes amazônicos (BRITO, 1981; CASTRO, 1999).

Outra implicação é o grande desperdício desse peixe durante sua comercialização. Nos períodos de safra ocorre 50 % de perda do acari-bodó nas feiras, apesar de ser negociado com os preços mais baixos do ano. Como ninguém compra bodó “frio”, ele é jogado nos corpos de água ou nos aterros sanitários. Isso poderia ser revertido ou minimizado se o amazônida tivesse maiores opções de

produtos obtidos a partir da carne do acari-bodó e aproveitamento tecnológico dos resíduos oriundos do processamento (RUFFINO, 2002, MORONI, 2006).

O acari-bodó apresenta um enorme potencial para o desenvolvimento tecnológico já que é um peixe com excelente aceitação no mercado local. Sua carne é muito apreciada, é um peixe muito freqüente no mercado de Manaus e muito utilizado para o preparo de diversos pratos. Além de ser consumida *in natura*, sua carne também é aproveitada para a fabricação de farinha-de-peixe (“piracuí”), um produto muito consumido na região, sobretudo nas áreas interioranas. O acari-bodó, matéria-prima do “piracuí”, se mostra ideal para fabricação deste produto, pois apresenta baixo teor lipídico, e uma excelente fonte de proteínas (MORONI *et al*, 2006; SANTOS, FERREIRA; ZUANON, 2006).

A técnica de preparo do “piracuí”, ou farinha de peixe na língua indígena “Nheengatú”, consiste em pillar o peixe moqueado sem espinhas até reduzi-lo a pó, sendo então posto sobre um forno denominado “nhaenpuna” ou “yapuna” esfarinhado com as mãos até ficar completamente enxuto, obtendo-se assim um produto com textura floculenta e consumo bastante difundido entre os ribeirinhos da região amazônica, principalmente na região de Santarém (CASTRO, 1999; SENAC, 2000).

Mesmo com todos os aspectos nutricionais favoráveis, este produto demonstra problemas durante sua produção, uma vez que esta vem se mantendo praticamente inalterada, isto é, sendo realizada de maneira artesanal e rudimentar, com limitações de ordem tecnológica, o que lhe impõe sérias restrições sob o ponto de vista sanitário e comercial. Estes entraves podem ser denominados de pontos críticos e se relacionam possivelmente a falta de higiene na manipulação da matéria-prima e do produto final, dos materiais e utensílios empregados, envasamento, armazenamento e comercialização, além da própria qualidade do pescado utilizado. (CASTRO, 2003; SANTOS, 2002).

O objetivo deste trabalho foi a elaboração da farinha de pescado tipo “piracuí” a partir do acari-bodó, o efeito da temperatura de secagem sobre os parâmetros de cor instrumental e avaliação sensorial, assim como avaliar sua composição física e físico-química, composição de ácidos graxos, parâmetros microbiológicos e estabilidade durante o armazenamento.

## 1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste foi a elaboração de farinha de pescado tipo “piracuí” a partir do acari-bodó utilizando diferentes métodos de preparo, assim como o estudo da estabilidade dos produtos elaborados.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Caracterizar físico, físico-química e microbiologicamente a matéria-prima;
- Elaborar a farinha de pescado utilizando diferentes métodos de preparo, avaliando o rendimento em cada etapa e determinar o melhor método a partir dos parâmetros de cor e teste de aceitabilidade.
- Caracterizar físico e físico-quimicamente a farinha obtida pelo melhor método;
- Avaliar a vida-de-prateleira da melhor farinha a partir de análises físicas, microbiológicas e sensorial.
- Construir a isoterma de adsorção da melhor farinha;
- Realizar o estudo termoanalítico da melhor farinha.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DO PESCADO NA REGIÃO NORTE

A pesca se desenvolveu a partir da combinação das culturas indígenas locais e européias. Depois de séculos utilizando métodos tradicionais, essa atividade sofreu dois grandes impactos: um na década de 30, com a introdução da rede de cerco e outro na década de 60 com a chegada dos fios de nylon, mais resistentes e baratos, para a confecção de malhadeiras, sendo esses, até hoje, os principais métodos de captura de peixes na região. A pesca tem destacado papel sócioeconômico, quer como produtora de alimento quer como geradora de trabalho, renda e lazer para milhares de pessoas, tanto na zona rural quanto urbana (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

A Região Norte ocupa o segundo lugar no país, respondendo por 24,6% da produção nacional, sendo os Estados do Pará e Amazonas os mais representativos. O Estado do Pará, isoladamente, é responsável por 63% da produção da Região Norte e 15,5% da produção nacional, constituindo-se no maior produtor de pescado do país, tendo como categoria principal de produção, a pesca artesanal com 47% da produção total no ano (SANTOS; SANTOS, 2005).

O Estuário do Amazonas, região onde desembocam os rios Amazonas e Tocantins, estende-se na linha de costa dos Estados do Amapá e do Pará formando um ambiente aquático complexo com uma alta produtividade biológica, que suporta uma biomassa substancial de espécies de peixes exploradas por frotas artesanais e industriais estabelecidas em ambos os Estados. Esta região é considerada uma das regiões mais produtivas do país, estima-se que cerca de 40% da produção brasileira é originária desta área. Esta riqueza faz com que o local seja um grande pólo industrial de exploração de recursos pesqueiros (SANYO TECNO MARINE, 1998; PINHEIRO; FRÉDOU, 2004).

Ainda não se conhece com exatidão o número de peixes que ocorrem na Amazônia, mas as estimativas mais citadas vão de 1,5 a seis mil espécies. Trabalhos mais recentes e específicos fixam esse número em cerca de três mil, embora dezenas de espécies novas sejam descritas a cada ano e outro tanto seja colocado em sinonímia. Apesar desse indeterminismo, há um consenso de que se

trata da maior diversidade de peixes de água doce do mundo (SANTOS; SANTOS, 2005).

Apesar de toda esta diversidade, a exploração pesqueira se concentra em apenas algumas espécies e, além disso, com a falta de medidas que contribuam para o manejo adequado dos recursos pesqueiros, já se verifica sobre-exploração de alguns estoques, como: o do tambaqui desembarcado em Manaus e no Baixo Amazonas, o do caparari e do surubim no Médio Amazonas, e, ainda de pirarucu, piramutaba e dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), além de suas faunas acompanhantes (FREITAS *et al.*, 2004).

## 2.2 ACARI-BODÓ

O acari-bodó, também denominado de **carachama negra** (Peru), **cucha** (Colômbia), **zapato** (Bolívia) é um peixe de água doce da família dos cascudos e acaris (Loricaridae), e encontra-se em segundo lugar no número de espécies de peixes na América do Sul (cerca de 600). A maioria das espécies habita o fundo de lagos e rios, onde normalmente permanece imóvel, às vezes em troncos, ou se movimenta lentamente. (SÁ FILHO, 1998; SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

Estes peixes apresentam características anatômicas particulares, como corpo revestido por uma carapaça formada por placas ósseas e espinhos desenvolvidos nas nadadeiras peitorais e pélvicas com os quais se defendem de ataques de predadores naturais, dificultando também seu manejo e processamento. Têm um porte grande, até 50 cm e distingue-se da maioria das espécies de bodós pelo grande número de raios da nadadeira dorsal, que variam de 12 a 14. Essa espécie foi largamente citada na literatura até recentemente como *Pterygoplichthys multiradiatus* (BRITO, 1981; SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).



**Figura1.** Acari-bodó (*Liposarcus pardalis*, CASTELNAU, 1855)

É iliófago, alimenta-se de matéria orgânica particulada e microrganismos associados, como protozoários, fungos e bactérias. Foi observado que, fora da água

e com o corpo umedecido, essa espécie pode passar cerca de dois dias vivo, uma vez que apresenta respiração acessória, processada pelo estômago que tem forma de “U”. É uma das últimas espécies de peixes a abandonar as áreas de várzea durante o período da seca dos rios e é comum haver grandes mortandades de bodós que findam aprisionados em lagoas até a dessecação completa daqueles ambientes (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

De hábito bentônico e noturno, vivem agrupados em casais e na natureza tendem a se unir em blocos, procurando locais pouco oxigenados e ricos em matéria orgânica decomposta, mais abundantes em lagos e florestas inundadas por águas brancas (BRITO, 1980; SAINT-PAUL et al, 2000).

De acordo com BRASIL (2005), o Estado do Pará apresentou a maior produção de acari-bodó da Região Norte com um desembarque de 430,5 toneladas por ano, seguido pelo Estado do Amazonas que desembarcou 159,5 toneladas, estatística considerada baixa quando comparada com outras espécies como a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) com desembarques de 17.901,5 e 15.415,5 toneladas/ano respectivamente no Estado do Pará.

### 2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO PESCADO

No atendimento à crescente demanda de alimentos, os recursos pesqueiros podem contribuir significativamente para melhorar a qualidade nutricional da dieta, especialmente nos países em desenvolvimento (CÂNDIDO; NOGUEIRA; SGARBIEIRI, 1998).

Em geral, a exemplo de carnes, leites e ovos, o músculo esquelético do pescado é rico em proteínas e lipídios. As proteínas apresentam alto valor nutritivo com um balanceamento de aminoácidos essenciais, comparável à proteína padrão da FAO, sendo especialmente rico em lisina, um aminoácido limitante em cereais como arroz, milho e farinha de trigo (OGAWA; MAIA, 1999).

A importância do pescado está baseada no seu conteúdo em proteínas, vitaminas e sais minerais, entre outros elementos. Logo, considerando a importância quanto à ingestão de alimento protéico de origem animal, em muito o pescado pode contribuir como produto de elevado valor nutricional (SILVA, 1981).

A composição química dos peixes varia consideravelmente entre as diferentes espécies e também entre indivíduos de mesma espécie, dependendo da idade, sexo, meio ambiente e estação do ano, como pode ser visto na Tabela 1. As variações na composição química estão estreitamente relacionadas à alimentação, nado migratório e alterações sexuais relacionadas com a desova. O pescado tem períodos de inanição por razões naturais ou fisiológicas (como desova ou migração) ou então por fatores externos como a escassez de alimento (FAO, 1998).

**Tabela 1.** Composição química dos filés crus de curimatã (*Prochilodus nigricans*), jaraqui (*Semaprochilodus ssp*), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) em g/100g.

Parâmetro	Curimatã*	Jaraqui*	Piramutaba**	Acari-bodó***
Umidade	71,64	74,42	79,4	82,36
Proteínas	17,2	18,42	18,42	16,20
Gorduras	10,11	5,56	1,31	0,29
Carboidratos	0	0	0	0,34
Cinzas	1,05	1,60	0,87	0,82
Energia (kcal)	160	124	86	69,77

\*Tabela brasileira de composição dos alimentos da USP, 1998;

\*\* FILGUEIRAS, 2002;

\*\*\* CASTRO, LESSI, 2001

No caso específico do pescado é de grande importância para as áreas de processamento e nutrição que a composição química seja determinada, em virtude do direcionamento industrial da matéria-prima e conseqüentemente, o processamento mais adequado para cada espécie (SANCHEZ, 1989).

### 2.3.1 Água

Nos músculos e outros tecidos, a água desempenha um importante papel de solvente de solutos orgânicos e inorgânicos, criando um meio idôneo para os processos bioquímicos que acontecem nas células, participando também na conformação e reatividade das proteínas. No pescado somente uma parte do meio aquoso pode ser considerado como água livre, o resto está ligado em diferentes proporções nas interações próprias das soluções água-proteínas-lipídios (SIKORSKI, 1994).

As modificações na imobilização e conteúdos de água na carne induzidos por processamento influem sobre as propriedades reológicas, valor nutritivo e qualidade

organoléptica da carne de pescado, também exercem grande impacto, sobre a vida-de-prateleira do diferentes produtos (SIKORSKI, 1994).

O pescado contém de 60 a 85% de umidade e mantém relação inversa bem caracterizada com os lipídios. Quando o pescado é rico em lipídios, a umidade é baixa, porém a soma destes dois componentes está em torno de 80%. Ainda, a umidade varia entre as diversas partes do pescado, sendo menor na carne sanguínea (OGAWA; MAIA, 1999).

### 2.3.2 Lipídios

A concentração de lipídeos muda bastante de uma variedade para outra do ponto de vista quantitativo. Mas o que mais chama a atenção na composição das gorduras do pescado é que elas são muito diferentes das contidas em alimentos de origem animal, as quais se caracterizam pela saturação de suas ligações (SALINAS 2003).

No pescado há predominância de gordura insaturada, ou seja apresenta elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, os quais são de grande importância nos alimentos. Estes compostos possuem número de duplas ligações maior ou igual a 2, principalmente os das famílias ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6) (Badolato *et al.*, 1994).

A família ômega 3 (n-3) compreende o ácido graxo essencial alfa-linolênico (C18:3, n-3), do qual, por alongamento e dessaturação, são gerados os ácidos eicosapentaenóico (EPA - C20:5 n-3) e docosaexaenóico (DHA – (C22:6 n -3). A família ômega-6 compreende o ácido graxo essencial linoléico, que pode originar o ácido araquidônico. Ambos são essenciais, ou seja, não são sintetizados pelo organismo humano, sendo necessária sua ingestão na dieta (BELDA; POURCHET-CAMPOS, 1991; BADOLATO *et al.*, 1994).

Os ácidos graxos insaturados n-3 são encontrados em concentrações mais expressivas em lipídios de peixes e animais marinhos, especialmente aqueles procedentes de regiões frias, e são considerados de grande importância no metabolismo, por exercerem funções biológicas específicas (BELDA; CAMPOS, 1991; EWIN, 1997; HARRIS, 1999).

Os resultados das pesquisas vêm estabelecendo continuamente que, um aumento na ingestão de n-3 reduz os níveis de triglicérides do sangue. Além disso,



estudos feitos com base em intervenções de dietas comprovaram que o consumo de ácidos graxos poliinsaturados (n-3 e/ou óleos de pescado) reduz fatores bioquímicos de risco associados à doenças cardiovasculares, câncer, psoríase, artrite e diabetes (Department of Health, 1994; VISENTAINER; FRANCO, 2003).

Martinho (1996) avaliando os peixes amazônicos curimatã (*Prochilodus nigricans*, Agassiz, 1829), jaraqui (*Semaprochilodus sp*) e tucunaré (*Cichla sp*) em quatro épocas distintas, constatou a presença de EPA e DHA em quantidades representativas, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2.** Teores dos ácidos graxos EPA e DHA em peixes amazônicos no ano de 1992 no período de enchente fevereiro e março.

PEIXES	Lipídios (%)	EPA*	DHA*	n-3 (EPA+DHA)
Curimatã	3,31	3,23	4,33	7,56
Jaraqui	4,13	4,09	1,71	5,80
Tucunaré	5,62	4,08	4,97	9,05

\* porcentagem do total de lipídios.

Fonte: MARTINHO, 1996

Os lipídios presentes nas espécies de peixes ósseos podem ser divididos em dois grandes grupos: os fosfolipídios e os triglicerídeos. Os fosfolipídios constituem a estrutura integral da unidade de membranas na célula, portanto se denominam lipídios estruturais, já os triglicerídeos, são empregados para o armazenamento de energia em depósitos de gordura (FAO, 1998). Dependendo da quantidade de gordura no músculo, os peixes podem ser classificados em magros e gordos. Em geral, peixes de carne vermelha, ou seja, que possuem o pigmento muscular mioglobina, apresentam alto conteúdo de lipídio no músculo. Quanto aos peixes de carne branca, estes apresentam conteúdo de mioglobina baixo e o teor de lipídios no músculo situa-se abaixo de 1% (OGAWA; MAIA, 1999).

Salinas (2003) classifica os produtos de pesca de acordo com o teor de gordura como: magros (até 2%), semigordos (< 2 a < 8%) e gordos (> 8%).

### 2.3.3 Proteínas

As proteínas são os maiores constituintes de toda célula viva, e cada uma delas, de acordo com sua estrutura molecular, tem uma função biológica associada às atividades vitais. Nos alimentos, além da função nutricional, as proteínas têm propriedades organolépticas e de textura (CECCHI, 2003).

A composição protéica da carne de peixe é relativamente estável situando-se entre 10 e 20%, valor semelhante aos de animais de caça, formando com os ovos e leite, as mais importantes fontes protéicas de primeira ordem. Tais proteínas têm como característica principal, em comparação com as carnes de gado e de ave, quantidade menor de tecido conectivo e, dentro dele, proporção muito menor de elastina que de colágeno, por isso apresenta boa digestibilidade. (OGAWA, MAIA, 1999; CASTELO, BARABARA, 1983; SALINAS, 2002).

A carne do pescado apresenta proteínas de elevado valor biológico. Este valor é dado em função da qualidade dos aminoácidos presentes, o que comprova e justifica a riqueza nutricional atribuída ao pescado (MACHADO, 1984; NOGUEIRA & ALMEIDA, 1996; SALINAS, 2003).

#### **2.3.4 Elemento mineral**

O pescado, igualmente a outros organismos vivos, contém a maior parte dos noventa elementos que existem na natureza. A maior proporção do seu corpo está formada por carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio e enxofre. Além disso, há outros seis macroelementos que se encontram em quantidades de gramas por quilogramas, são eles: cálcio, magnésio, fósforo, sódio, potássio e cloro. Os demais estão presentes em menor quantidade, ou seja, mg ou µg por kg, ou até mesmo em elementos traços e ultratraços (RUITER, 1999).

Os macro e microelementos são importantes na nutrição humana, sendo alguns deles desejáveis em grandes quantidades e outros em níveis reduzidos, pois podem ser tóxicos em proporções superiores. Esses componentes são estáveis, variando sua concentração de 1 a 2% do total da composição química com exceção de alguns pescados (SIKORSKI, 1994; OGAWA, MAIA, 1999).

Os organismos aquáticos absorvem os minerais de sua dieta e da água circundante e os depositam no tecido esquelético, músculo e diversos órgãos. Estes animais são sensivelmente afetados pelos eletrólitos, além do que controlam sua pressão osmótica através de sais inorgânicos (RUITER, 1999; OGAWA, MAIA, 1999).

## 2.4 MICROBIOLOGIA DO PESCADO

O pescado em geral, é um alimento muito perecível, quando comparado com outros alimentos “*in natura*”, pois apresenta uma vida-útil relativamente curta. Dentre os alimentos hoje consumidos, o pescado é o que mais sofre deterioração *post mortem*, portanto as indústrias podem ter um crescimento de mercado, se puderem manter a qualidade por mais tempo, atendendo a demanda de entressafra (PRENTICE; SAINZ, 2004).

Enquanto o peixe está vivo sua pele atua como uma barreira mecânica à penetração das bactérias, razão pela qual seu músculo, quando recentemente capturado, é considerado estéril. Logo após a sua morte o peixe perde suas defesas tornando-se vulnerável ao ataque microbiano. O tipo de deterioração observado pode ser em grande parte, atribuído a alterações nos tecidos dos peixes, causadas pelo ataque de tipos específicos de bactérias e dos produtos gerados por elas. A extensão da deterioração é determinada pela carga microbiana inicial, pela temperatura do músculo do peixe, pelo tempo decorrido depois de sua morte e pelas práticas sanitárias adotadas (LEITÃO, 1977).

Os pescados tanto marinhos quanto de água doce possuem milhões de bactérias distribuídas principalmente nos intestinos, guelras e no limo superficial que os recobrem, sendo que os tecidos internos são usualmente estéreis. O grau de contaminação nestas regiões é extremamente variável (SILVA, 1981).

A microflora de água temperada, similarmente a de águas tropicais, está dominada por bactérias psicrófilas gram-negativas, pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Salmonella* e *Flavobacterium*. Membros das Vibrionáceas (*Vibrio* e *Photobacterium*) e Aeromonadáceas (*Aeromonas* spp.) são também bactérias aquáticas comuns e típicas da flora bacteriana em pescado. Organismos Gram positivos como *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* e *Corineformes* também estão presentes. Mas em geral, as bactérias gram-negativas dominam a microflora (FAO, 1998).

Esta microflora varia de acordo com o habitat da espécie, particularmente com a temperatura, profundidade das águas e grau de contaminação destas. No entanto após a captura surgem novas fontes de contaminação como gelo, manipulação, equipamentos e armazenamento, que modificam ou aumentam a microflora presente no pescado, com eventual introdução de patógenos e outras

bactérias com habitat não restrito ao ambiente marinho, como o *Clostridium perfringes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, que provavelmente representam contaminações de fonte terrestre (SILVA, 1981; PEDROSA-MENABRITO; REGENSTEIN, 1988; GELLI, 1988; LEITÃO, 1994 *apud* RIBEIRO, 2005).

Como a decomposição do pescado é causada principalmente por bactérias, uma das maneiras de se retardar essa decomposição é diminuir a temperatura até um nível em que as bactérias não cresçam ou o faça muito lentamente. Sabe-se que tanto a atividade enzimática como a microbiana está altamente influenciada pela temperatura, logo em níveis de temperatura de 0 à 25 °C a atividade microbiana é relativamente mais importante e alterações na temperatura tem maior impacto no crescimento microbiano (TORNES; GEORGE, 1976; FAO, 1998).

## 2.5 FARINHA DE PESCADO

Farinha de pescado pode ser definida como o produto obtido pela secagem e moagem de peixes, inteiros ou não, e resíduos da indústria de produtos de pescado, visando essencialmente a alimentação animal. É geralmente um produto sólido obtido através da remoção total ou parcial da água, do óleo do pescado e dos resíduos (GEROMEL; FORSTER, 1982).

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (1997) em seu artigo 471 e seus parágrafos estabelece:

Considera a farinha de pescado, além de outros, como um subproduto não comestível de pescado.

Parágrafo 1º - Entende-se por farinha de pescado o subproduto obtido pela cocção de pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado.

Parágrafo 2º - Permite-se, também, o tratamento pela coação e secagem sob vácuo ou por qualquer outro processo adequado.

Parágrafo 3º - É permitida a secagem por simples exposição ao sol, desde que essa prática não acarrete maiores inconvenientes.

Parágrafo 4º - Para efeito de classificação consideram-se dois tipos de farinha de pescado: de 1ª qualidade ou tipo comum e de 2ª qualidade.

1 - A farinha de pescado de 1ª qualidade (tipo comum) deve conter no mínimo 60% (sessenta por cento) de proteína; no máximo 10% (dez por cento) de umidade,

no máximo 8% (oito por cento) de gordura, no máximo 5% (cinco por cento) de cloretos expressos em NaCl e no máximo 2% (dois por cento) de areia.

2 - A farinha de pescado de 2ª qualidade, deve conter no mínimo 40% (quarenta por cento) de proteína, no máximo 10% (dez por cento) de umidade, no máximo 10% (dez por cento) de gordura, no máximo 10% (dez por cento) de cloretos expressos em NaCl e no máximo 3% (três por cento) de areia.

Ogawa; Maia (1999) classificam a farinha de pescado em quatro tipos, farinha branca (white meal) onde são utilizados peixes de carne branca, com baixo teor de lipídios e pigmentos no músculo, apresentando alto valor como ração. Farinha escura (brown meal) obtida de peixes com carne vermelha, com maior teor lipídico e pigmentos que a carne branca, escurece durante a estocagem e apresenta menor valor como ração quando comparada com a farinha branca. Farinha grossa (scraps meal) elaborada a partir de partes não comestíveis do peixe e a farinha integral (whole meal), onde há aproveitamento total de nutrientes pela concentração e reintegração da fração hidrossolúvel.

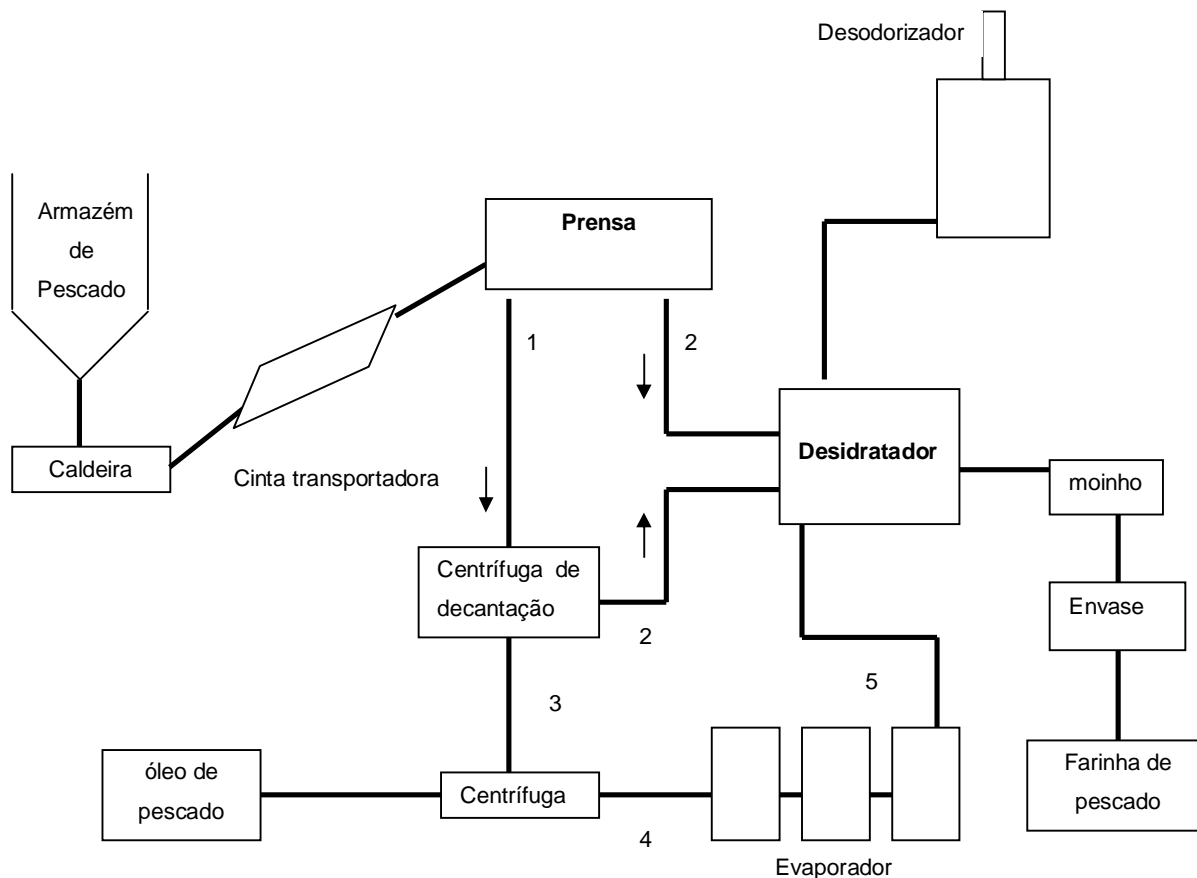
A produção de farinha de pescado constitui o principal método para o aproveitamento das capturas mundiais de peixes não comestíveis e dos desperdícios procedentes das plantas de filetagem. Além disso, a farinha de pescado pode ser destinada a alimentação animal e/ou produção de fertilizante, bem como para a extração de óleo (WINDSOR; BARLOW, 1984; MACHADO, 1984).

Dentre os alimentos de origem animal, a farinha de pescado é amplamente empregada na aquicultura, sendo a principal fonte protéica nas rações para a maioria das espécies cultivadas. É uma excelente fonte de energia digestível, boa fonte de minerais essenciais, elementos traços e vitaminas. Pelo fato de apresentar elevado valor biológico, perfil adequado de aminoácidos essenciais, bons níveis de cálcio e fósforo e vitaminas, é considerada como alimento padrão para ensaios experimentais. Porém, é um dos ingredientes mais caros em rações para estes animais (TACON, 1993; PEZZATO, 1995).

Segundo Berger *et al.* (1968) as farinhas de pescado produzidas para a alimentação animal não podem ser utilizadas na alimentação humana, pois devido ao alto teor de gordura que o produto apresenta, em contato com o ar torna a farinha rançosa e produz sabores inaceitáveis. A farinha deve ser desengordurada e os fosfatídeos removidos, para que o produto tenha estabilidade.

Há vários métodos para a produção de farinha de pescado, desde uma simples secagem ao sol até sofisticados processos industriais. Dentre estes, o mais simples se traduz na moagem da matéria-prima com posterior secagem, podendo ser natural ou por meio artificial. Já no processo em escala industrial (Figura 2), o pescado é cozido, prensado, seco e moído em equipamentos apropriados, onde a qualidade do produto obtido é superior ao processo artesanal (SPARRE, 1965; SANCHEZ, 1989).

O processamento em escala industrial citado acima, ou seja, a obtenção por via úmida, é o método mais empregado mundialmente e baseia-se no cozimento da matéria-prima para separação dos sólidos (proteínas, peles, escamas, espinhas e ossos) dos líquidos (água, óleos e solúveis), seguido por prensagem para ocorrer a separação das duas fases (prensa helicoidal), recuperando-se cada fase para tratamento posterior separadamente. Da fração líquida, após clarificação extrai-se o óleo por centrifugação, enquanto a fase aquosa é concentrada para recuperação dos solúveis. As substâncias recuperadas não lipídicas podem ser misturadas à torta sólida resultante da prensagem. Os sólidos são recuperados por secagem a vácuo para evitar uma grande desnaturação das proteínas. A farinha obtida pode eventualmente, ser tratada por solvente para ser totalmente desengordurada, resultando dessa forma, num produto mais estável a oxidação (CONSIDINE; CONSIDINE, 1982; OGAWA; MAIA, 1999).



1 – Líquidos e sólidos de pequeno tamanho; 2 – Sólidos; 3 – Óleo/água de cola; 4 – Água de cola; 5 - Concentrado

**Figura 2.** Fluxograma de obtenção de farinha de pescado (OETTERER, 1994)

### 2.5.1 Farinha de pescado tipo “piracuí”

A diminuição do estoque de peixes comercialmente importantes em todo o mundo, a importância nutricional do pescado como alimento humano, e a questão ambiental, são razões que apontam para a necessidade de se utilizar a totalidade do pescado capturado. Dependendo da espécie e de seu uso final, cerca de 25 a 75% da matéria-prima remanescente é utilizada para alimentação animal ou está sendo desperdiçada durante o processamento da porção destinada ao consumo humano. Considerando que aproximadamente 50% da captura total de pescado é constituída de carne comestível e que o homem está consumindo praticamente a metade desses recursos, conclui-se que uma grande quantidade de pescado, e conseqüentemente de proteínas está sendo totalmente perdida (COELHO, 2003).

De acordo Coelho (2003) há necessidade de uma busca contínua do aumento na oferta de suprimentos protéicos, principalmente quando se trata de produção de origem animal como o pescado, cujas possibilidades de uma participação mais eficaz no mercado dependem, entre outras coisas, do desenvolvimento de novas técnicas de industrialização. O problema do baixo consumo de pescado pode ser solucionado com a elaboração de novos produtos através da diversificação das formas de processamento, dando ao pescado uma imagem mais aceitável pela população.

A farinha de pescado pode ser uma dessas alternativas, e define-se como o subproduto obtido pela cocção de pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado. Sendo o pescado um produto altamente perecível, sua transformação em farinha dá lugar a um produto com elevado teor protéico, que resiste quase por completo a alterações de armazenagem durante meses ou até anos (BRASIL, 1980; WINDSOR; BARLOW, 1984).

Segundo Castelo; Bárbara (1983), o “piracuí”, ou farinha de peixe do Amazonas é um alimento indígena, que os silvícolas e seus descendentes diretos, os “caboclos”, da Amazônia utilizam há séculos, com o fim de compensar a falta de pescado em determinadas épocas do ano. Utilizando métodos primitivos, assam peixes e da carne obtida, primeiro retiram o couro e as escamas, desidratam em forno, o mesmo que utilizam para fazer farinha de mandioca. Chegado o ponto preciso é guardado em “paneiros” próximos a fogões para ser consumido nos meses posteriores.

No Estado do Pará, é produzida na região denominada de Baixo Amazonas, principalmente nos municípios de Santarém, Monte Alegre, Alenquer e Prainha, utilizando principalmente os peixes acari (*Liposarcus pardalis*), tamuatá (*Callichthys* sp.) e mapará (*Hypophthalmus* sp.). Este produto possui um sabor agradável e uma textura esponjosa que somado a reação natural do organismo frente à proteína tornam o “piracuí” um alimento de grande aceitação (CASTELO; BARBARA, 1983; GUIMARÃES *et al.*, 1988).

O “piracuí” é muito apreciado na forma de bolinhos, similar ao bacalhau, em vatapá substituindo o camarão, frita em gordura para ser adicionado à farinha, em tortas e em “mugica”, espécie de sopa engrossada com farinha de mandioca fina (GUIMARÃES *et al.*, 1988).



Este produto representa uma importante fonte protéica, média de 70% de proteína de ótima digestibilidade, na dieta da população, especialmente, a de baixa renda. O valor da farinha de pescado não está somente na quantidade, mas na qualidade de proteína presente. Os aminoácidos existentes encontram-se balanceados, o que torna o produto adequado às exigências nutricionais humana ou animal. Sendo assim a qualidade da proteína é basicamente determinada pela presença de aminoácidos essenciais e pelo balanceamento apropriado existente, como demonstrado na Tabela 3. Além das proteínas, devemos salientar também a presença de lipídios (entre 4 e 8%), de sais minerais (entre 12 e 33%) e de umidade que varia de 6 a 10% (WINDSOR, 1971; JESUS *et al.*, 1991; CASTRO, 1999). A composição centesimal da farinha de pescado tipo piracuí a partir de diversos espécies de peixes está apresentada na Tabela 4.

Castro (1999) estudando o “piracuí” de acari-bodó e aruanã constatou que 100g de uma mistura de “piracuí” e farinha de mandioca é capaz de satisfazer 37,23% das recomendações protéicas diárias e 9,83% das recomendações calóricas diárias que segundo orientação da CAFA (Comissão de Alimentação das Forças Armadas) seria de 100g de proteína/homem/dia e 3600 kcal/homem/dia, confirmando o alto valor nutritivo das proteínas do pescado.

**Tabela 3.** Composição em aminoácidos dos produtos obtidos (“piracuí”) de acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) e aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*) em mg de aminoácido por 100g de amostra (CASTRO, 1999).

<b>Aminoácidos</b>	<b>Acari-bodó assado</b>	<b>Acari-bodó cozido</b>	<b>Aruanã assado</b>	<b>Aruanã cozido</b>
Asparagina	5707	5920	6223	5247
Glutamato	9070	9560	9766	8402
Serina	2397	2350	2401	2265
Histidina	1404	1460	1547	1277
Glicina	2209	2900	2842	1952
Treonina	2084	2190	2212	1944
Alanina	3256	3490	3534	3031
Arginina	4419	4510	4757	4061
Tirosina	2281	2330	2365	2133
Cisteína	7129	11430	11025	6985
Valina	3023	3110	3040	2809
Metionina	2004	2090	1951	1837
Triptofano	ND	ND	ND	ND
Fenilalanina	2576	2790	2851	2364
Isoleucina	2773	2780	2914	2603
Leucina	4821	4770	5171	4514

Lisina	4794	4900	5090	4679
Prolina	2245	2630	2221	2446
Total de aa	62.321 mg	69.210 mg	69.910 mg	58.549 mg
Total de aa essenciais	33.050 mg	35.660 mg	35.954 mg	29.201 mg

Fonte: CASTRO, 1999

De acordo com Silva (1991) os valores para o conteúdo mineral encontrado em g/100g no “piracuí” de acari-bodó pré-assado foram: cálcio 0,52, magnésio 0,05, fósforo 0,70, sódio 2,74 e potássio 1,32 e para “piracuí” pré-cozido foram cálcio 0,49, magnésio 0,03, fósforo 0,78, sódio 2,96 e potássio 1,65.

**Tabela 4.** Composição de farinha de peixe “piracuí” a partir diferentes espécies de peixes amazônicos.

<b>Espécies</b>	<b>Água</b>	<b>Proteína</b>	<b>Gordura</b>	<b>Cinzas</b>
Surubim/Piramutaba	8,7	70,1	19,2	2,0
Jaraqui	8,1	59,1	24,9	7,8
Piranha	3,6	46,8	44,2	5,4
Surubim	11,5	60,0	24,2	4,2
Acari-bodó	12,6	69,1	3,1	14,9
Cuiu-cuiu	14,3	71,5	8,0	6,1
Traira	5,8	76,7	11,4	6,0
Total (média)	9,23	64,76	19,29	6,63

Fonte: CASTELO, BARBARA, 1983

Entretanto, há dois pontos críticos que devem ser levados em consideração durante a produção e o armazenamento da farinha de peixe: a rancificação e a contaminação por microrganismos. Estes fatores, além de diminuir o tempo de vida-de-prateleira do produto, podem causar efeitos indesejáveis ao alimento e, conseqüentemente à saúde (STEVANATO, 2006).

## 2.6. ATIVIDADE DE ÁGUA ( $A_w$ ) EM ALIMENTOS SECOS

A água é o componente mais importante dos produtos alimentícios, pois exerce uma forte influência sobre as variáveis de um processo e características do produto e atributos de estabilidade. A deterioração dos alimentos está associada ao teor de água disponível para que as alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas ocorram. O processamento de alimentos tem a função de evitar as deteriorações que afetariam a aceitação do alimento pelo consumidor (MOLINA-FILHO; M. PEDRO; TELIS-ROMERO; BARBOZA, 2006).

A forma como a água afeta a natureza física e as propriedades dos alimentos é complicada devido à interação entre a água e o meio, o que envolve a estrutura física, bem como a composição química dos diversos solutos incluindo polímeros e colóides ou partículas dispersas (PARK; BIN; BROD, 2001).

A atividade de água ( $A_w$ ) é o indicador capaz de medir a água livre existente no alimento que favorece ao metabolismo microbiano e ao desencadeamento de reações autolíticas, e pode ser expressa como a relação entre a pressão parcial de vapor de água de uma solução ou alimento e a pressão de vapor da água pura, a mesma temperatura (CHEFTEL; CHEFTEL, 1992; FENNEMA, 1993).

A ciência de alimentos, baseando-se nos estudos de física e química, vem mostrando há muitos anos que os problemas tecnológicos citados acima estão relacionados com o teor de água dos produtos, mais especificamente com a parte de água que se encontra disponível, ou livre, no sistema (JARDIM, 1993).

A determinação da atividade de água é uma das medidas mais importantes no processamento e na análise dos materiais biológicos, devido a sua importância no que diz respeito à qualidade e estabilidade. A afinidade existente entre a água e os outros componentes de um produto define sua higroscopicidade que é muito marcante nos produtos e torna-se uma característica fundamental a influenciar os processos de manuseio, estocagem e consumo de materiais biológicos (TEIXEIRA NETO; QUAST, 1993).

É possível estabelecer uma relação estreita entre o conteúdo de água livre no alimento e sua conservação. Numa escala de valores de 1 a 0, a atividade de água tem seus limites máximo e mínimo expressos respectivamente, de modo que quanto mais próximo de 1, mais perecível será o produto. Alimentos frescos e crus apresentam  $A_w$  superior a 0,92 e são considerados perecíveis, já os alimentos desidratados situam-se em faixas de  $A_w$  inferiores a 0,60, razão pela qual apresentam menores riscos de deterioração microbiana (CASTRO, 1999).

Em geral as bactérias necessitam de maiores valores de  $A_w$  para crescimento, com as gram-negativas necessitando de maiores valores que as gram-positivas. A maior parte das bactérias deteriorantes de alimentos não cresce com  $A_w$  menor que 0,91, ao passo que os mofos podem crescer com  $A_w$  de 0,80. A respeito das bactérias patogênicas, o *Staphylococcus aureus* cresce até com 0,86. O menor valor

encontrado de  $A_w$  para bactérias de qualquer tipo será de 0,75 (bactérias halofílicas) (JAY, 2005).

Ao contrário do que se observam para os microrganismos, baixas  $A_w$  irão propiciar o desencadeamento de outros tipos de reações deteriorativas. São reações complexas que ocorrem na presença de oxigênio e de ácidos graxos insaturados e que são catalisadas por enzimas, pela luz ou por traços de metais (rancificação oxidativa) (CASTRO, 1999).

**Tabela 5.** Valor mínimo aproximado de  $A_w$  para o crescimento de microrganismos importantes em alimentos.

Organismos	$A_w$
<b>Grupos</b>	
Maioria das bactérias	0,9
Maioria das leveduras	0,88
Maiorias dos mofos	0,80
<b>Organismos específicos</b>	
<i>Clostridium botulinum</i> , tipo E	0,97
<i>Pseudomonas</i> spp.	0,97
<i>Acinetobacter</i> spp.	0,96
<i>Escherichia coli</i>	0,96
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0,95
<i>Bacillus subtilis</i>	0,95
<i>Clostridium botulinum</i> , tipos a e b	0,94
<i>Candida utilis</i>	0,94
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,94
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86

Fonte: JAY, 2005

A oxidação de lipídios é um processo inerente ao organismo animal e extremamente importante no seu metabolismo, contudo, ao mesmo tempo em que o oxigênio é essencial, sua presença também é perigosa em função da possibilidade da ocorrência de reações de oxidação. É um processo de difícil controle, que pode causar a destruição de componentes importantes dos alimentos, como ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis e pigmentos, deterioração do sabor, descoloração, destruição de nutrientes e formação de compostos tóxicos, além de danos às estruturas celulares e aos tecidos animais (KANNER, 1994; ADAMS, 1999).

Estudos comprovam que os pigmentos heme da carne iniciam e catalisam a oxidação dos tecidos musculares o que resulta no odor e flavor rançoso. A rancificação é definida como a mais notável das alterações, e é caracterizada como um fator adverso de qualidade (ALLEN; HAMILTON, 1983; KARWOWSKA; DOLATOWSKI, 2007).

BÓRQUEZ, et al. (1997) avaliando a estabilidade dos ácidos graxos poliinsaturados em concentrado de peixe liofilizado estocado a 25°C e em diferentes atividades de água (0,33, 0,52, 0,65, 0,76, 0,84), observaram que houve modificação significativa medida através da velocidade de oxidação do ácido graxo n-3, ocorrendo decréscimo do ácido graxo a partir da primeira semana de estocagem e conseqüentemente decréscimo do nível de oxidação nos produtos com  $A_w$  abaixo de 0,84. Concluíram que nestas condições a  $A_w$  elevada retarda a ocorrência da oxidação lipídica e que a concentração final de ácidos graxos é fortemente dependente da  $A_w$ . Produtos secos a base de peixes e alimentos marinhos são mais vulneráveis a oxidação lipídica, pois possuem número elevado de ácidos graxos poliinsaturados e vários são os agentes pró-oxidantes tais como proteínas heme e a presença de traços de metais. As oxidações lipídicas em baixas  $A_w$  foram favorecidas pela falta do efeito protetor e amortecedor da molécula de água.

A água age como uma barreira protetora da oxidação, formando pontes de hidrogênio com os hidroperóxidos produzidos nas reações de radicais livres e impedindo-os de se decomporem, formando novos radicais livres. Com isso, as velocidades das reações são bem reduzidas nas faixas de  $A_w$  mais altas (TEIXEIRA NETO, 1993).

A oxidação de lipídios em alimentos é considerada um risco para saúde humana, pois alguns produtos deste processo são considerados agentes alterogênicos e parecem ter propriedades mutagênicas e carcinogênicas. Portanto para os alimentos desidratados, a escolha de embalagens com baixa permeabilidade ao oxigênio e com barreiras a luz e ao vapor de água são importantes na manutenção da estabilidade do produto (CASTRO, 1999; KARWOWSKA; DOLATOWSKI, 2007).

## 2.7 ISOTERMAS DE SORÇÃO

As isotermas de sorção são a representação gráfica da umidade relativa de equilíbrio ou da pressão parcial de vapor de um produto em função de seu teor de umidade a uma determinada temperatura. Elas podem ser de sorção ou de dessorção, segundo a determinação da umidade do produto tenha sido feita ao longo de um processo de umedecimento ou secagem (TEIXEIRA NETO, 1997).

A isoterma de sorção apresenta uma relação fundamental entre a atividade de água e o conteúdo da umidade de equilíbrio de um alimento a uma dada temperatura. Caracteriza o estado da água no alimento e é de interesse fundamental para diferentes aplicações em ciência e tecnologia de alimentos (SINGH; SINGH, 1996).

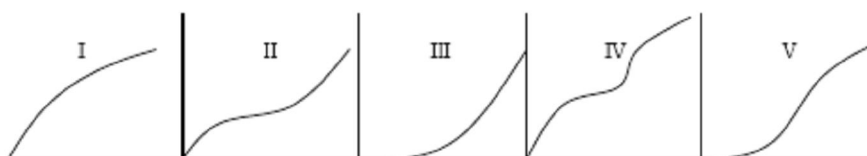
No que tange à secagem, as isotermas de sorção são requeridas para determinar o conteúdo de umidade de equilíbrio da amostra em função da umidade relativa (ou atividade de água) do ar de secagem. O conhecimento da isoterma de equilíbrio é também importante para a predição da estabilidade e mudança da qualidade durante a embalagem e armazenamento de formulações de produtos desidratados (PEZZUTTI; CRAPISTE, 1997).

Para muitas substâncias, as curvas de isotermas de dessorção são marcadamente deslocadas para a esquerda das curvas de isotermas de sorção, quer dizer, o teor de umidade do produto, a uma determinada temperatura corresponde a dois valores de umidade relativa, dependendo se o material está ganhando ou perdendo umidade. A defasagem entre as isotermas de dessorção e sorção é chamada de histerese (YOUNG, 1976; PRADO, 1998).

Os pontos para o levantamento da isoterma de um alimento devem ser obtidos experimentalmente e então plotados em gráficos, a partir disto, a curva obtida pode ser modelada com uma equação (MOURA; GERMER, 1997). Alguns modelos empíricos e teóricos têm sido propostos para o ajuste das curvas de umidade de equilíbrio de vários produtos, em função da atividade de água e também da temperatura. Dentre os mais comuns podem ser citados os modelos de BET (LABUZA, 1968), GAB (SCHÄR; RUÈGG, 1985) e Oswin (OSWIN, 1946), pela relativa precisão e generalidade de uso.

A umidade da monocamada dada pela equação de BET é descrita como um valor crítico, abaixo do qual nenhuma reação de deterioração pode ocorrer pela ausência de mobilidade das moléculas. Acima desse valor a água pode ser capaz de atuar como solvente para os reagentes. Contudo, alimentos de baixa umidade são materiais amorfos, nos quais os reagentes estão “imobilizados” na forma vítrea. Um aumento da temperatura deste material pode levar a um aumento da mobilidade destas moléculas que estavam “imobilizadas” e permitir, assim, as reações de deterioração (BARONI, 1997).

Brunauer et. al. (1940) classificou as isotermas de sorção segundo a sua forma em cinco tipos gerais . Tipo I é o tipo de Langmuir. Tipo II tem a forma de “S” o sigmoidal, e é uma das relações não lineares que com maior freqüência aparece em distintos tipos de alimentos. As três restantes não têm nome específico, talvez uma característica destacável seja o que as isotermas de tipo III são típicas de produtos ricos em componentes solúveis tais como açúcar ou sal no alimento (RAHMAN, 1995).



**Figura 3.** Cinco tipos de isotermas de adsorção de Van der Waals (BRUNAUER et. al. 1940)

## 2.8 ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA

A estabilidade ou vida-de-prateleira de um alimento é definida como o período de tempo em que o mesmo pode ser conservado sob determinadas condições de temperatura, umidade, luz, etc., sofrendo pequenas alterações, que são consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (NETO *et al*, 1991).

Os alimentos caracterizam-se como sistemas físico-quimicamente e biologicamente ativos, logo seu estado dinâmico move-se continuamente para níveis de redução. Portanto, para cada alimento em particular, existe um intervalo de tempo finito após a produção que abrigará níveis ideais de qualidade organoléptica e de microrganismos sob condições de armazenamento (TAOUKIS *et al.*, 2000).

Testes químicos, microbiológicos e físicos estão sendo amplamente usados em estudos de qualidade dos alimentos. Características usadas pelo consumidor para avaliar um produto, como propriedades de flavor, cor e textura podem ser medidas instrumentalmente ou quimicamente. O estudo de reações químicas e biológicas e alterações físicas que ocorrem em alimentos durante e após o processamento, permite o reconhecimento dos fatores mais importantes para sua segurança, integridade e qualidade total. Parâmetros físico-químicos e

microbiológicos podem ser usados para avaliar quantitativamente a qualidade. Os valores destes parâmetros podem ser correlacionados a resultados sensoriais para o mesmo alimento e um limite que corresponda a menor qualidade organoléptica aceitável pode ser estabelecida. Entretanto deve-se tomar cuidado com o fato de a correlação dos valores dos parâmetros químicos individuais com os dados sensoriais não serem freqüentemente confiáveis, devido à qualidade organoléptica total corresponder a um número de fatores variáveis (TRANT *et al*, 1981).

De acordo com os princípios fundamentais da cinética química, a escala de alteração de qualidade nos alimentos é expressa geralmente como função da composição e fatores ambientais, como demonstrado na Equação 1 (SAGUY, KAREL, 1980).

$$dQ/dT = F(C_i, E_j) \quad (1)$$

Onde  $C_i$  são os fatores de composição, como concentração de compostos reativos, catalisadores inorgânicos, enzimas, inibidores de reação, atividade de água, assim como populações de microrganismos e  $E_j$ , são os fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa, pressão total e parcial de diferentes gases, luz e estresses mecânicos.

A metodologia estabelecida consiste em primeiro identificar as reações químicas e biológicas que influenciam a qualidade e segurança dos alimentos para então avaliar as reações de impacto mais crítico na deterioração (LABUZA; SCHMIDL, 1985).

## 2.9 ESTUDO TERMOANALÍTICO

A análise térmica foi definida como um grupo de técnicas nas quais uma propriedade física de uma determinada substância e/ou seus produtos de reação é medida, enquanto a amostra é submetida a uma programação de temperatura. Esta análise difere um pouco das outras técnicas analíticas instrumentais, pois seu desenvolvimento deu-se progressivamente, em função de trabalhos exaustivos de pesquisadores isolados, não sendo caracteristicamente uma técnica de marketing ou de divulgação intensiva, como ocorreu com outras técnicas instrumentais que ao



longo dos anos surgiram como panacéia universal analítica (SANTOS, 2004; DANTAS, 2006).

Estas técnicas incluem a determinação da temperatura na qual as mudanças ocorrem, a medida da energia absorvida durante a transição de fase ou reação química e a avaliação de mudanças físicas resultantes de mudanças na temperatura. Além disso, a análise térmica proporciona resultados quantitativos termodinâmicos e cinéticos quanto às propriedades dos materiais, podendo inclusive ser empregada para caracterizar material de síntese, com a vantagem do menor tempo de ensaio e a utilização de pequenas quantidades de amostras (BRAZIER, 1980; CAMMENGA, EPPLE, 1995; MARKOVIC et al., 1998; RAPRA, 1997; SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002; ARAUJO; MOTHÉ, 2003).

As áreas de aplicação da análise térmica incluem os estudos de decomposição térmica, determinação de umidade, de voláteis, de resíduos e teor de cinzas, oxidação térmica, cinética de reação de cura, diagrama de fases, determinação de calor específico, determinação de transição vítrea, de fusão, de tempo de armazenamento (shelf-life), dentre outros. São cinco as técnicas de análise térmica mais utilizadas atualmente: Análise Termogravimétrica (TG) /Termogravimetria Derivativa (DTG), Análise Térmica Diferencial (DTA), Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), Análise Termo-Mecânica (TMA) e Análise Dinâmico-Mecânica (DMA) (BRAZIER, 1980; MARKOVIC et.al, 1998; SIRCAR et. al, 1999; ARAUJO; MOTHÉ, 2003; MATÉRIA, 2008).

A TG é uma das técnicas de análise térmica em que as variações de massa da amostra (ganho ou perda) são monitoradas como uma função da temperatura e/ou tempo, enquanto a substância é submetida a um programa controlado de temperatura, sob uma atmosfera especificada. Ela é basicamente quantitativa de forma que a mudança na massa pode ser corretamente determinada. Porém, a temperatura em que as mudanças de massa ocorrem, depende das características da amostra, sendo, pois um parâmetro da avaliação qualitativa que pode ser correlacionado com outros resultados se as mesmas condições de operação forem empregadas (IONASHIRO; GIOLITO, 1980, WEDLANDT, 1986; HARWALKAR; MA, 1990; FERNADES, 1995; SANTOS, 2001).

Caso a mudança de massa não seja observada, podem ser utilizadas outras técnicas térmicas tais como: DSC, DTA e TMA. Os resultados de experimentos termogravimétricos são curvas, nas quais se observam variações de massa, de

modo que se originem produtos voláteis (IONASHIRO; GIOLITO, 1980, WEDLANDT, 1986; HARWALKAR; MA, 1990; FERNADES, 1995).

Nos estudos termogravimétricos, de acordo com Shugar (1990) as principais aplicações são: decomposição e estabilidade térmica das substâncias orgânicas e inorgânicas e dos mais variados materiais, tais como: polímeros, alimentos, fármacos e outros.

A Termogravimetria Derivada (DTG) é a derivada primeira da curva termogravimétrica, ou seja, a derivada da variação de massa em relação ao tempo ou temperatura. A curva DTG apresenta as informações de uma forma mais visualmente acessível, mostrando com mais clareza os pontos inicial e final do processo, sendo a área diretamente proporcional à variação de massa, levando à pronta determinação da temperatura do pico e indicando as temperaturas inicial e final do processo (FERNANDES, 1995).

Na análise de DSC a diferença de temperatura é convertida em uma medida de energia por unidade de massa, associada a uma mudança de fase que causa o aumento da diferença de temperatura. Qualquer transição que envolva uma mudança na quantidade de calor do material pode ser detectada e medida por DSC qualitativamente ou quantitativamente (RAPRA, 1997; SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Matéria – prima**

Foram adquiridos 78 exemplares de acari-bodó (*Liposarcus pardalis*, CASTELNAU, 1855), provenientes da Feira do Tablado localizada no município de Santarém, no Estado do Pará. A aquisição dos peixes foi realizada no mês de outubro, na vazante, ou seja, na época em que se encontravam em maior volume de produção.

As amostras de peixe foram evisceradas no local da aquisição e em seguida foram acondicionados, em caixa térmica, com gelo em escama 1:1 (peixe:gelo), para então serem transportadas via aérea até o município de Belém ao Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará, onde foram lavados com água clorada (5 ppm) para retirada de vestígios de guelras, vísceras e restos de sangue, embalados em sacos de polietileno, etiquetados e congelados em freezer a -18°C.

#### **3.2 MÉTODOS**

##### **3.2.1 Análise morfométrica da matéria-prima**

No laboratório, os peixes foram pesados e medidos o comprimento, largura e espessura com auxílio de trena e paquímetro antes de seu congelamento. Em seguida, as amostras foram padronizadas por peso para fins de amostragem.

##### **3.2.2 Elaboração da farinha de pescado tipo “piracuí”**

###### *3.2.2.1 Processamento do “piracuí” cozido e assado*

Para a obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó cozido, os peixes foram colocados em um recipiente de inox e levados ao banho-maria a temperatura de 95°C por 40 minutos. O controle da temperatura foi realizado

utilizando-se um termopar e a determinação do tempo de cozimento foi baseada no tempo necessário para liberação do músculo da carapaça de cinco exemplares de peixe.

Já para farinha de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó assado, os cinco exemplares de peixe foram dispostos em recipiente de inox e então colocados em forno de fogão a gás semi-industrial a temperatura de 200°C por três horas. A definição da temperatura de exposição de 200°C foi baseada em estudos realizados por Castro (1999). A determinação do tempo de assar foi baseada em testes preliminares, que definiram como três horas o tempo em que o músculo foi totalmente liberado da carapaça.

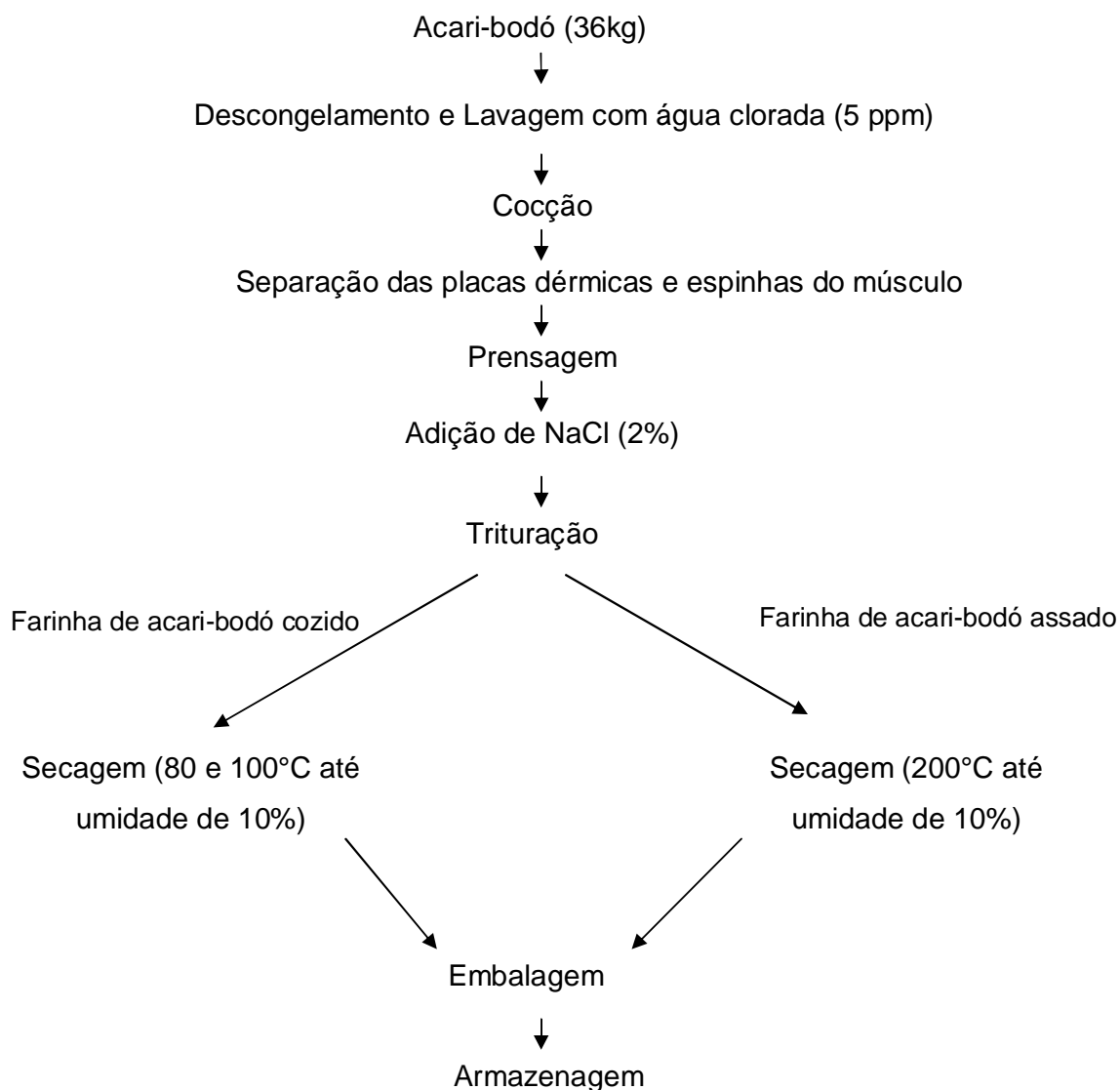
Para ambos os processos, os peixes foram retirados dos recipientes e dispostos em basquetas plásticas à temperatura ambiente até o resfriamento. Após o resfriamento, o músculo foi separado da carapaça e espinhas e prensado manualmente para retirar o excesso de água. Em seguida, foi adicionado 2% de NaCl em relação ao peso da massa adquirida para então ser triturada em processador doméstico da marca Wallita para uniformizar a amostra. O percentual de cloreto de sódio utilizado foi definido a partir de testes preliminares.

No processo de secagem da farinha obtida por cozimento, a amostra foi dividida em duas porções, uma delas foi seca na temperatura de 80°C e a outra a 100°C de acordo com testes preliminares e Castro (1999), em estufa com circulação forçada de ar da marca QUIMIS modelo Q 314 M122 até umidade de 10%, conforme recomendações da RIISPOA (1997). O tempo de secagem das porções individuais de 100g nas temperaturas de 80 e 100°C foram cinco e três horas respectivamente com homogeneização a cada trinta minutos. O controle da umidade foi feito em balança de infravermelho da marca GEHAKA modelo BG 200.

Para secagem da farinha obtida de acari-bodó assado, aplicou-se uma temperatura de 200°C em forno de fogão a gás até atingir a umidade de 10%. A definição da temperatura do forno foi baseada em estudos realizados por Castro (1999) que também utilizou a temperatura mínima do forno para secar a farinha de acari-bodó assado. O tempo de secagem de 100g desta farinha foi de 1 hora com agitação a cada 10 minutos. O controle da umidade foi feito em balança de infravermelho da marca GEHAKA modelo BG 200.

Após a secagem, as amostras de “piracuí” a partir de acari-bodó cozido e assado foram resfriadas em temperatura ambiente e envasadas a vácuo em

embalagens de nylon com polietileno de baixa densidade na camada interna com barreira ao oxigênio e vapor d'água, flexível, leve e transparente, envolvidas com papel alumínio e armazenadas a temperatura ambiente para posteriores análises. A Figura 4 mostra o fluxograma do processamento do "piracuí".



**Figura 4.** Fluxograma de processamento de “piracuí” cozido.

### 3.2.3 Preparação dos bolinhos de “piracuí” a partir das farinhas obtidas

Para realização da análise sensorial foi elaborado bolinho de “piracuí”, por ser a forma de consumo do produto na região amazônica, cuja formulação encontra-se na Tabela 6. Os bolinhos de “piracuí” foram feitos com adição mínima de condimentos, para preservar o sabor da farinha e fritos em óleo de soja a temperatura 180°C por 3 minutos em tacho elétrico para frituras da marca PROGÁS modelo PR310 CLE.

**Tabela 6.** Percentual dos ingredientes utilizados na elaboração dos bolinhos de “piracuí”.

Ingrediente	%	(g)
Farinha	20	60
Purê de batata	78	234
Cebola	2	3
Cheiro verde	2	3
Ovo	*	*
Total	100	300

\*Foi utilizada uma unidade de ovo para cada 300g de massa.



**Figura 5.** Fluxograma de obtenção dos bolinhos de “piracuí”. (a) Acari-bodó; (b) farinha de pescado tipo “piracuí”; (c) bolinhos antes da fritura; (d) bolinhos após a fritura.

### 3.2.4 Análise sensorial

Para a avaliação sensorial nos tempos 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias, foi aplicado o Teste de Aceitabilidade mediante escala hedônica estruturada em nove pontos, desde desgostei muitíssimo até gostei muitíssimo.

A intenção de compra das amostras em todos os tempos de armazenamento foi avaliada utilizando uma escala de cinco pontos que variou de “certamente não compraria” (1) a “certamente compraria” (5).

Os provadores também indicaram a frequência que consomem pescado utilizando os quesitos: mais de 3 vezes por semana, de 2 a 3 vezes por semana, de 1 a 2 vezes por semana, quinzenalmente e mensalmente.

Para o cálculo do índice de aceitação (IA) e índice de intenção de compra (IC) foi utilizada a Equação 2:

$$IAouIC(\%) = M / X \times 100 \quad (2)$$

Onde:  $M$  = média das notas obtidas

$X$  = nota máxima para o teste de aceitabilidade (9) e intenção de compra (5)

### **3.2.5 Análises físicas e físico-químicas do filé de acari-bodó e da farinha de pescado tipo “piracuí”**

*3.2.5.1 Umidade:* foi realizada em estufa com circulação de ar a 105°C até peso constante conforme método 932.12 AOAC (1997).

*3.2.5.2 Extração dos lipídios totais:* foi realizada através do método de Soxhlet utilizando o solvente éter de petróleo de acordo com método 948.22 AOAC (1997).

*3.2.5.3 Proteína bruta:* realizada pelo método de Kjeldahl, conforme método 940.25 AOAC (1997). Este método consiste de três etapas: digestão, destilação e titulação das amostras e utilizou-se o fator 6,25 para a conversão do total de nitrogênio para proteína.

*3.2.5.4 Cinzas:* foram determinadas por incineração em mufla a 550°C, de acordo método 938.08 AOAC (1997).

*3.2.3.5 Cálculo do valor calórico:* foi obtido aplicando-se os fatores de Atwater 4 - 9 - 4 kcal/g para os valores de proteínas, lipídios e carboidratos totais, respectivamente; segundo ANDERSON *et al.* (1988) e a Resolução RDC n°360, de 23 de Dezembro de 2003.



3.2.5.6 *Determinação de cloretos na farinha de pescado tipo “piracuí”*: determinado segundo método de Mohr 937.09 AOAC (1997).

3.2.5.7 *Bases voláteis totais (BVT) no pescado fresco*: de acordo com a metodologia de Brasil (1981).

3.2.5.8 *Atividade de água ( $A_w$ )*: foi realizada através de medida direta em higrômetro da marca Decagon modelo AQUAlab 3TE, na temperatura de 25°C, que aplica o princípio do ponto de orvalho, onde a água é condensada em superfície espelhada e fria e detectada por sensor infravermelho.

3.2.5.9 *Cor instrumental na farinha de pescado tipo “piracuí”*: a avaliação de cor do “piracuí” foi feita utilizando colorímetro MINOLTA modelo CR 310, obtendo-se parâmetros de L\* (luminosidade), a\* (intensidade do vermelho) e b\* (intensidade do amarelo).

A diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) foi calculada de acordo com a Equação 3:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

3.2.5.10 *Perfil de ácidos graxos da farinha de pescado tipo “piracuí” por cromatografia gasosa*

- **Etapas da determinação**

A) Extração dos lipídios totais – Bligh; Dyer (1959).

B) Transesterificação dos lipídios totais

A transesterificação dos ácidos graxos dos lipídios totais foi realizada segundo o procedimento de Lepage; Claude (1984). Em um tubo pirex de 35 mL com tampa rosqueada, revestida com teflon pesou-se 176,3mg da matéria graxa. Adicionou-se 10mL da solução KOH/metanol 0,1N agitou-se ligeiramente e colocou-se em banho-maria a exatamente 70°C por 75 minutos, com agitação a cada 15

minutos. Após o resfriamento da amostra, foram adicionados 4mL da solução de HCl/metanol 0,12N, e em seguida a amostra retornou ao banho-maria por mais 20 minutos. Posteriormente, foram adicionados 10mL de hexano e 20mL de água miliQ, sendo a amostra mantida em repouso a 4°C por 24 horas para que ocorresse a separação das fases. O sobrenadante foi retirado por filtração, concentrado em rota-vapor e acondicionado em frascos com tampa rosqueada. Em seguida foram adicionados 10mL de isooctano e a amostra foi mantida a -18°C até o momento da leitura.

### C) Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos

Os ésteres de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo à gás da marca Varian, modelo CP – 3380, equipado com detector de ionização de chama (Flame Ionization Detector – FID) e coluna capilar de sílica fundida modelo CP – Sil 88 (66 x 0,25). Foi injetado 1µL de amostra em sistema split sendo Hélio usado como gás de arraste numa vazão de 1mL/min. A temperatura do injetor foi de 245°C e do detector de 250°C. O tempo total das análises foi de 45 minutos.

A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (NV-Check USA). A área dos picos cromatográficos foi efetuada utilizando o software Star W.S 6.0 (VARIAN EUA).

### D) Quantificação dos ácidos graxos da farinha de pescado tipo “piracuí”.

Os ácidos graxos da farinha pescado tipo “piracuí” foram quantificados em porcentagem relativa da área dos picos dos ácidos graxos. Os cálculos foram realizados conforme Equação 4.

(4)

$$\% \text{Área relativa dos ácidos graxos} = \frac{\text{área do ácido graxo}}{\text{área total dos ácidos graxos}} \times 100$$

### 3.2.5 Análises microbiológicas

As amostras de acari-bodó “*in natura*” e farinha de pescado foram analisadas quanto aos parâmetros exigidos pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de

2001, que são: Coliformes a 45°C, Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp e seguiram a metodologia descrita por Vanderzant; Splittstoesser (1992).

Para o estudo de vida-de-prateleira da farinha de pescado tipo “piracuí” foram realizadas todas as análises microbiológicas exigidas pela legislação já citadas e contagem de bolores e leveduras e de bactérias halofílicas

### **3.2.6 Estudo de vida de prateleira**

Para a avaliação da estabilidade da farinha de peixe foram considerados os parâmetros  $A_w$ , avaliação microbiológica e cor instrumental. As análises foram realizadas a cada 15 dias durante 90 dias de armazenamento. Os produtos foram mantidos em local com umidade média de  $47,13\% \pm 8,56$  e a temperatura  $24,48^\circ\text{C} \pm 0,98$  durante todo o período de avaliação. O controle da umidade e da temperatura foi realizado com auxílio de um termo-higrômetro digital da marca GETEC modelo HT200. Para a representação do tempo zero de avaliação, foram separadas amostras logo após o processo de embalagem.

### **3.2.8 Isotermas de adsorção**

Para obtenção dos dados de adsorção foi utilizado o método do dessecador descrito por Assunção; Pena (2007). Foram pesados ( $\approx 1,5\text{g}$ ) de farinha de pescado tipo “piracuí” (dentro das cápsulas do aparelho de atividade de água) em balança semi-analítica. Em seguida as cápsulas+amostra foram submetidas à desidratação à temperatura ambiente ( $\approx 25^\circ\text{C}$ ), em dessecador contendo sílica-gel na base, por um período de 24 horas, afim de alcançar a menor atividade de água possível. Após este período, as amostras foram transferidas para um dessecador contendo água na base, a temperatura ambiente ( $\approx 25^\circ\text{C}$ ), com variação de  $\pm 1^\circ\text{C}$  para iniciar a adsorção.

Nos ensaios de adsorção, retirou-se amostras em duplicata, em tempos crescentes (pseudo-equilíbrio), para determinar a umidade (diferença de massa), com o auxílio de uma balança semi-analítica e a  $A_w$  com auxílio de um higrômetro AQUAlab 3TE. Durante todos os ensaios as amostras foram submetidas à inspeção visual, a fim de acompanhar alterações visivelmente perceptíveis como: caking (compactação), escurecimento e crescimento de fungos.

A isoterma de adsorção foi construída para a temperatura de 25°C, a partir da relação existente entre as umidades do produto e as  $A_w$  correspondentes, com auxílio do programa Statistica 5.0.

### 3.2.8.1 Predição das isotermas de adsorção

Foram testados oito modelos matemáticos, três bi-paramétricos (Tabela 7) e cinco tri-paramétricos (Tabela 8), na predição dos dados de adsorção da farinha de pescado tipo “piracuí”. O ajuste dos modelos foi realizado com auxílio do aplicativo Statistica versão 5.0 utilizando a metodologia de estimativa de Quasi-Newton. Os parâmetros utilizados para avaliar os ajustes foram: o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio médio relativo (P), conforme a Equação 5.

(5)

$$P = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{pre}}}{m_{\text{exp}}} \right|$$

**Tabela 7.** Modelos bi-paramétricos utilizados na predição de isotermas de adsorção.

Nome da equação	Modelos	Referência
Halsey	$m = \left[ \frac{-a}{\ln a_w} \right]^{\frac{1}{b}}$	CHIRIFE; IGLESIAS (1978)
Bet linearizada	$\frac{a_w}{(1-a_w)m} = \frac{1}{m_0 \cdot C} + \frac{(C-1)}{m_0 \cdot C} \cdot a_w$	BRUNAUER et al. (1938)
Owsin	$m = a \left[ \frac{a_w}{1-a_w} \right]^b$	CHIRIFE; IGLESIAS (1978)

$m$  = umidade;  $m_0$  = monocamada;  $A_w$  = atividade de água;  $a$ ,  $b$  e  $C$  = constantes.

**Tabela 8.** Modelos tri-paramétricos utilizados na predição de isotermas de adsorção.

Nome da equação	Modelos	Referência
GAB	$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot k \cdot a_w}{[(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot k \cdot a_w)]}$	MAROULIS et al (1988)
BET	$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot a_w \left( \frac{1 - (n + 1) \cdot a_w^n + n \cdot a_w^{n+1}}{1 - (1 - c) \cdot a_w - c \cdot a_w^{n+1}} \right)}{1 - a_w}$	PARK; NOGUEIRA (1992)
Anderson	$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot k \cdot a_w}{[1 + (c - 2) \cdot k \cdot a_w + (1 - c) \cdot k^2 \cdot a_w^2]}$	BOQUET; CHIRIFE; IGLESIAS (1980)
Anderson e Hall	$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot k \cdot a_w}{[1 + (c - 2 \cdot k) \cdot a_w + (k^2 - c \cdot k) \cdot a_w^2]}$	BOQUET, CHIRIFE e IGLESIAS (1980)
Gascoyne e Pethig	$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot k \cdot a_w}{[1 + (c - 2 \cdot k) \cdot a_w + (k - c) \cdot k^2 \cdot a_w^2]}$	BOQUET, CHIRIFE e IGLESIAS (1980)

*m = umidade; m<sub>0</sub> = monocamada; A<sub>w</sub> = atividade de água; a, b, c, k, n = constantes.*

### 3.2.9 Estudo termoanalítico da farinha de peixe tipo “piracuí”

As técnicas TG e DTG foram utilizadas para estudar a decomposição térmica da farinha de peixe tipo “piracuí” obtida por secagem a 80°C e da farinha de peixe tipo “piracuí” comercial em função da perda de massa quando estas foram submetidas a uma variação de temperatura. Foi utilizado o aparelho da marca Shimadzu modelo DTG-60H SIMULTANEOUS DTA-TG apparatus do Laboratório de Catálise e Oleoquímica da Universidade Federal do Pará. O intervalo de temperatura explorado foi de 25 a 800°C e a razão de aquecimento de 10°C min<sup>-1</sup>. Utilizou-se um cadinho de alumina e as massas iniciais das amostras foram 14,95 mg e 9,20mg para farinha de peixe obtida e para a farinha comercial. Foi utilizada atmosfera dinâmica de nitrogênio a uma vazão de 50 mL min<sup>-1</sup>.

O estudo termoanalítico foi aplicado para verificar a temperatura inicial de degradação de compostos orgânicos, e dessa forma definir a temperatura máxima de exposição deste produto ao processo de fritura. Além disso, criar um padrão de identidade do produto a base de acari-bodó, levando em consideração as curvas TG/DTG e DSC.

### 3.2.10 Análise estatística

Os resultados das análises físico e físico-químicas foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Aos dados da avaliação morfométrica foi aplicada a análise de regressão ( $R^2$ ).

A isoterma de adsorção foi analisada através da análise de regressão ( $R^2$ ) desvio médio relativo (P). Todas as avaliações estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Statistica versão 5.0 (STATSOFT INC., 1995).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

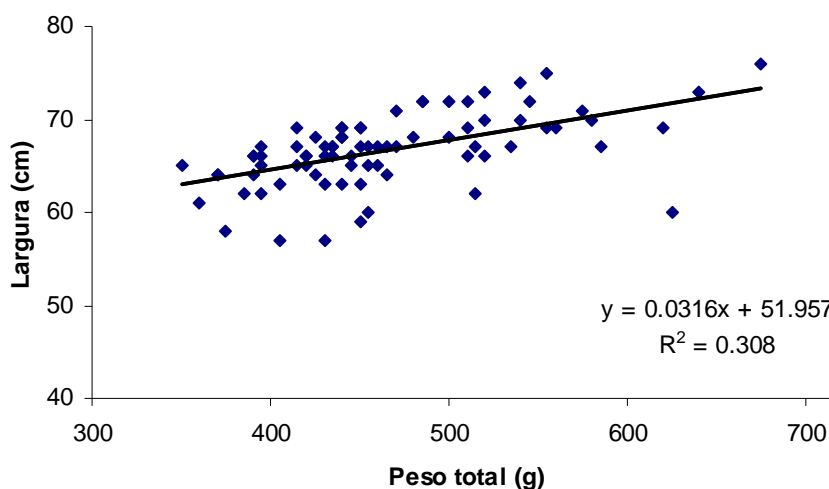
### 4.1 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO ACARI-BODÓ

Os resultados da avaliação morfométrica do lote de 36kg de acari-bodó, proveniente da Feira do Tablado (Santarém – PA) estão expostos na Tabela 9.

**Tabela 9.** Caracterização morfométrica do acari-bodó (*Liposarcus pardalis*, CASTELNAU, 1855).

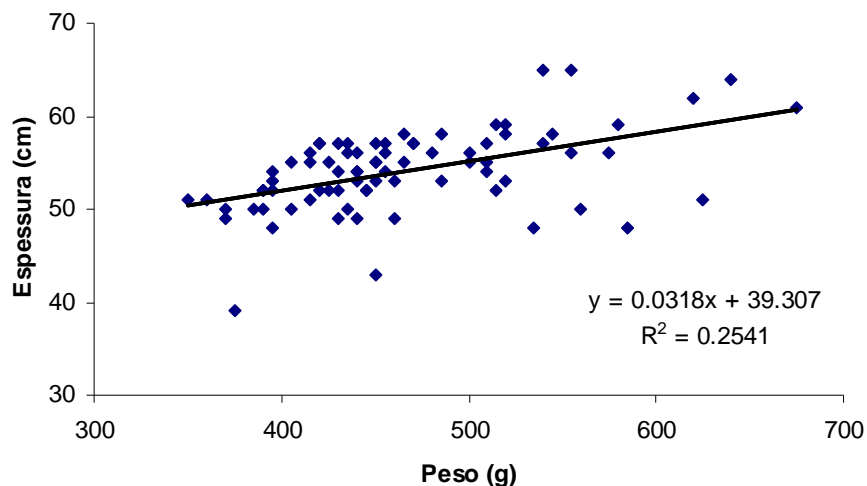
Características físicas	Número de exemplares	Valor mínimo	Valor máximo	Média dos valores*	Desvio padrão
Peso total (g)	78	350	675	465,96	68,92
Largura (cm)	78	57	76	66,67	3,92
Espessura (cm)	78	39	65	54,10	4,34
Comprimento (cm)	78	32	43	36,92	2,27
Filé (g)	5	85	155	117	29,71
Casca, espinhas e filetagens (g)	5	235	425	300	82,01

A relação entre a largura e o peso total do acari-bodó está representado na Figura 6.



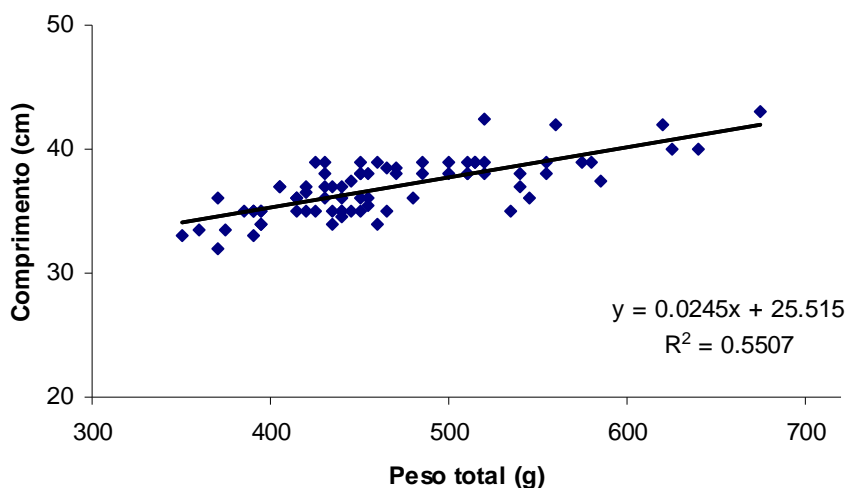
**Figura 6.** Relação entre a largura e o peso total do acari-bodó.

A largura variou de 57 até 76cm com uma média de  $66,67 \pm 3,92$ cm e o peso do acari desde 350 a 675g com a média de  $465,96 \pm 68,92$ . A relação de espessura e peso total do acari-bodó está representada na Figura 7.



**Figura 7.** Relação entre espessura e peso total do acari-bodó

Ocorreram variações de 39 até 65 cm de espessura no acari-bodó, com média de  $54,10 \pm 4,34$ cm. Assim como ocorreram para o comprimento, que foram de 32 a 43 cm, com média de  $36,92 \pm 2,27$ , a relação entre peso total e comprimento está representada pela Figura 8.



**Figura 8.** Relação entre comprimento e peso total do acari-bodó



A Tabela 10 mostra os modelos de regressão linear obtidos para as figura 6, 7 e 8 e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

**Tabela 10.** Modelos de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

<b>Equações de regressão</b>	<b><math>R^2</math> (%)</b>
Largura = $51,957+0,0316$ Peso	30,8
Espessura = $39,307+0,0318$ Peso	25,4
Comprimento = $25,515+ 0,0245$ Peso	55,1

Os peixes avaliados foram obtidos de pesca extrativa e por esse motivo não apresentam valores de peso, comprimento, largura e espessura uniformes, explicando os baixos valores para os coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

Os dados aplicados às equações logísticas podem determinar a idade do peixe, porém as avaliações dos parâmetros citados devem ser realizadas primeiramente em animais cultivados, para que seja possível a elaboração de um padrão de crescimento a partir do acompanhamento dos espécimes. Os dados fornecidos pelas equações logísticas para os parâmetros citados, não puderam ser aplicados para a determinação da idade do acari-bodó já que esse peixe é capturado exclusivamente por pesca extrativa.

Simões et. al. (2007) estudando a tilápia Tailandesa determinou a idade deste peixe utilizando as equações logísticas e obteve como resultado 281 e 407 dias.

#### 4.2. ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA MATÉRIA PRIMA

Os resultados das avaliações físicas e físico-químicas do filé de acari-bodó, estão representados na Tabela 11.

A análise dos dados demonstra que o acari-bodó classifica-se como um peixe com baixo conteúdo de gordura, ou seja, menor que 2% (PIGOTT; TUCKER, 1990) e com elevado teor protéico, confirmando as avaliações feitas por Castro; Lessi (2001), que encontraram para o mesmo peixe percentual de lipídios de 0,29% e de proteínas de 16,20%. O percentual de umidade se aproximou do valor encontrado por Souza *et al.* (2003) que foi de 83,42%, assim como o teor de proteínas de 15,26%.

**Tabela 11.** Composição centesimal e análises físicas do filé de acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) nos meses de setembro a outubro.

<b>Parâmetro</b>	<b>Acari-bodó</b>
<b>Umidade (%)</b>	82,16 ± 0,34
<b>Proteínas (%)</b>	17,15 ± 0,10
<b>Gorduras totais (%)</b>	0,25 ± 0,04
<b>Cinzas (%)</b>	0,74 ± 0,03
<b>Energia kcal/100g</b>	70,85
<b>Bases voláteis totais (mgN/100g)</b>	9,76
<b>Atividade de água</b>	0,98

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata.

Natarajan; Sreenivasa (1961) consideram dentro da composição centesimal, valor de cinzas para o filé está na faixa de 0,81 a 1,95%, podendo alcançar 5,14% quando se considera peixes inteiros. A avaliação deste parâmetro no filé de acari mostrou percentual de 0,74%, valor inferior ao previsto pelo autor e por Souza et al. (2003), que encontrou para o mesmo animal 1,03% de cinzas. Esta variação pode ter ocorrido devido a fatores como: estação do ano, alimentação e local de captura. Os dados apresentados na Tabela 11 mostram resultados de animais capturados no município de Santarém no período de safra da espécie, que compreende os meses de setembro e outubro.

Comparando os dados do acari-bodó com outros peixes de água doce como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (SZENTTAMÁSY, 1993) e o curimatã (*Prochilodus cearensis*) (MAIA, 1999) com 75,54 e 76,3% de umidade, 19,2 e 18,6% de proteínas, 3,79 e 3,08% de lipídios e 1,82 e 1,3% de cinzas respectivamente, pode-se verificar diferenças entre os teores de umidade, lipídios e cinzas. Segundo Geromel; Forster (1982) conforme aumenta o teor de gordura no músculo do pescado, o teor de água diminui na mesma proporção. Portanto, no músculo de acari-bodó, onde o teor de lipídios apresenta-se abaixo de 0,5%, o elevado teor de umidade neste animal era esperado.

O resultado de bases voláteis totais para o acari-bodó adquirido vivo foi de 9,76mgN/100g, demonstrando que o pescado encontrava-se dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira, que considera 30mgN/100g de pescado. Valores menores ou iguais a 30 miligramas de nitrogênio por 100 gramas tem mostrado ser compatível com os limites de aceitação sensorial e contagem de microrganismos de muitas espécies, levando alguns países a adotarem oficialmente

este valor como máximo para a comercialização (BRASIL, 1978; ICMSF,1985; BRASIL, 1997).

De acordo com Eiroa (1981) e Adams; Moss (1997), a atividade de água superior a 0,90 permite o crescimento de bactérias, valores superiores a 0,80 permitem o crescimento de fungos em geral e superiores a 0,61 permitem o crescimento de fungos xerófilos. Baseado nesta informação, o filé de acari-bodó com  $A_w$  igual a 0,98, demonstrou ser uma matéria-prima altamente susceptível a deterioração microbiana.

Os resultados para as análises microbiológicas para detecção de *Salmonella* sp. contagem de Estafilococos coagulase positiva e coliformes a 45°C estão apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12.** Análises microbiológicas do filé de acari-bodó “*in natura*”

Microrganismos	Filé de acari-bodó	Legislação
Coliformes a 45°C	NMP* > 1.100/g	Máx. 10 <sup>2</sup> NMP/g
Estafilococos coagulase positiva	1x10 <sup>1</sup> UFC*/g	Máx. 10 <sup>3</sup> UFC/g
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência	Ausência em 25g

\*Nomenclatura: NMP: número mais provável, UFC: unidade formadora de colônia

O número mais provável de coliformes a 45°C por grama de amostra, superou o limite previsto na legislação, indicando condições higiênicas insatisfatórias desta matéria-prima. A determinação destes microrganismos é usada no controle da qualidade dos produtos alimentícios, já que a presença destes em alimentos processados evidencia contaminação pós-sanitização ou práticas de higiene aquém dos padrões indicados. As condições em que se procedeu a evisceração dos peixes foi inadequada, pois o local da coleta das amostras não oferecia os mínimos critérios para manipulação, influenciando na alta contagem destes microrganismos. Mesmo assim, foi extremamente necessária a realização da evisceração no local da coleta, pois o acari-bodó é um peixe detritófago e se este procedimento não fosse feito haveria grandes chances de perda de todo o lote.

Para a contagem Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp, o filé de acari-bodó estava de acordo com a RDC nº12 de 2001. A espécie *Staphylococcus aureus* é a espécie que está associada mais frequentemente as doenças estafilocócicas de origem alimentar. Cepas de outras espécies produtoras de coagulase do gênero *Staphylococcus*, como *S. hyicus* e *S. intermedius*, podem ser produtoras de toxina, razão pela qual é feita a pesquisa de Estafilococos coagulase

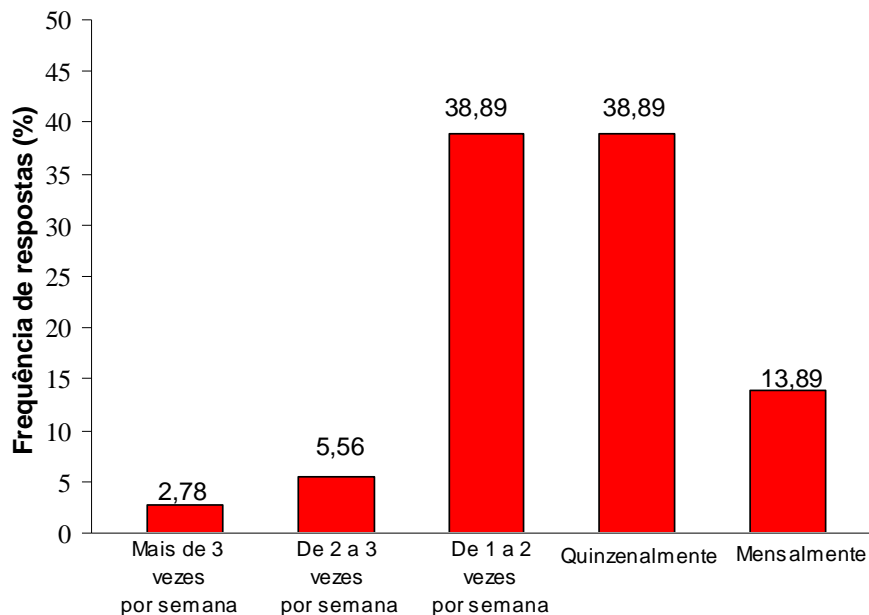
positiva (SC+) em alimentos. O gênero *Salmonella* indica a presença das mais importantes bactérias que causam intoxicações alimentares e são transmitidas através dos alimentos contaminados (HALPIN-DOHNALEK, MARTH; 1989; BOURGEOIS *et al.*, 1994; JAY, 2005; FRANCO; LANDGRAF, 1996; LIBRELATO; LOPES-SHIKIDA, 2005).

#### 4.3 FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ”

##### **4.3.1 Definição da metodologia de obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí”**

###### *A) Análise sensorial*

A frequência de consumo dos provadores usados como julgadores da farinha de pescado tipo “piracuí” é visualizadas na Figura 9. A análise dos dados permitiu concluir que a maioria dos provadores consomem pescado de 1 a 2 vezes por semana e quinzenalmente (77,78%) e apenas 2,78% dos provadores consomem pescado mais de três vezes por semana, confirmando a presença majoritária de outros alimentos em detrimento do pescado.



**Figura 9.** Frequência de consumo de pescado dos provadores usados como julgadores no teste de aceitabilidade.

Os resultados da análise sensorial das três farinhas (farinha de acari-bodó cozido com secagem a 80 e 100°C – FABC 80°C e FABC 100°C e farinha de acari-bodó assado com secagem a 200°C – FABA 200°C) apresentados na Tabela 13, demonstraram que não houve diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entre as FABC nas temperaturas 80 e 100°C. Entretanto, quando as FABC foram comparadas a FABA 200°C, verificou-se diferença significativa no mesmo nível de significância.

**Tabela 13.** Aceitação sensorial do atributo sabor das amostras de farinha de pescado tipo “piracuí” com secagem nas temperaturas de 80, 100 e 200°C (valores em notas).

Farinhas	Atributo – sabor
FABC 80°C	7,97 <sup>a</sup> ± 1,04
FABC 100°C	8,03 <sup>a</sup> ± 1,04
FABA 200°C	5,86 <sup>b</sup> ± 1,44

*Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).*

Pode-se verificar ainda, que as maiores médias foram obtidas pelas FABC 80 e 100°C, demonstrando que os provadores apresentaram preferência pelo método do cozimento para elaboração da farinha em detrimento do método de assar.

### B) Cor instrumental

As Tabelas 14 e 15 mostram os valores das variáveis  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E^*$  para as farinhas de “piracuí” cozido e assado antes e após a secagem nas temperaturas de 80, 100 e 200°C.

A FABC 80°C, mostrou menor variação de cor ( $\Delta E^*$ ) em relação à farinha de acari-bodó cozido *in natura* (FABCIN), quando comparada com a FABC 100°C e com a FABA 200°C. O parâmetro  $L^*$  da FABC 100°C e a variável de cromaticidade  $b^*$  das FABC 80 e 100°C apresentaram diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) quando comparadas com a FABCIN.

**Tabela 14.** Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó cozido antes e após a secagem nas temperaturas de 80 e 100°C.

Amostra	L	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$
FABCIN	49,70 <sup>a</sup> ± 1,09	6,10 <sup>a</sup> ± 0,19	15,07 <sup>a</sup> ± 0,39	—
FABC 80°C	50,42 <sup>a,b</sup> ± 0,25	6,32 <sup>a,b</sup> ± 0,22	19,57 <sup>b</sup> ± 0,10	4,57 <sup>a</sup> ± 0,15
FABC 100°C	52,01 <sup>b</sup> ± 1,13	5,94 <sup>a,c</sup> ± 0,05	22,15 <sup>c</sup> ± 0,61	7,49 <sup>b</sup> ± 1,13

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).

A variável  $L^*$  das FABC 80 e 100°C aumentou em relação à FABCIN, mostrando que as amostras ficaram mais claras após a secagem. O aumento da variável  $L^*$  em direção a uma melhor reflexão difusa se deve ao deslocamento da variável de cromaticidade  $b^*$  para o sentido do amarelo, principalmente na FABC 100°C. As variações neste parâmetro ( $\Delta b^*$ ) contribuíram em maior número para a variação total de cor. Quando se comparou as amostras de FABC entre si, verificou-se que apenas o parâmetro  $L^*$  não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

A FABA 200°C apresentou a maior variação total de cor, relacionada principalmente com a variável  $L^*$ . Este parâmetro indica que o valor de  $L^*$  tende para o preto, ou seja, o escurecimento da amostra quando comparada com a farinha de acari-bodó assado *in natura* (FABAIN). Verificou-se ainda, diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) para os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  quando comparados à FABAIN.

**Tabela 15.** Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó assado antes e após a secagem na temperatura 200°C.

Amostra	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$
FABAIN	49,39 <sup>a</sup> ±1,09	6,64 <sup>a</sup> ± 0,19	15,31 <sup>a</sup> ± 0,39	—
FABA 200°C	40,70 <sup>b</sup> ± 0,15	7,43 <sup>b</sup> ± 0,11	19,01 <sup>b</sup> ± 0,16	9,51 ± 0,93

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ )

**Tabela 16.** Variação das variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  após a secagem nas temperaturas de 80, 100 e 200°C.

Amostra	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
FABC 80°C	0,72 ± 0,37	0,22 ± 0,24	4,38 ± 0,11
FABC 100°C	2,31 ± 1,29	0,16 ± 0,07	7,08 ± 0,77
FABA 200°C	8,69 ± 1,20	0,79 ± 0,10	3,70 ± 0,48

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata.

A Tabela 17 apresenta os resultados de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e a diferença total de cor das três farinhas obtidas, levando em consideração somente o produto após a secagem.

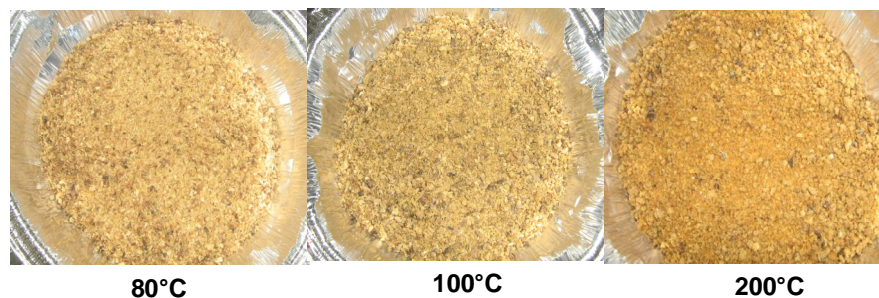
Os valores de  $L^*$  para as FABC 80 e 100°C não mostram diferença significativa ao nível de 5%, já a FABA 200°C diferiu das FABC 80 e 100°C para o mesmo parâmetro. A variável de cromaticidade  $a^*$  mostrou diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) para todas as farinhas obtidas. A variável  $b^*$  não manteve diferença significativa entre a FABC 80°C e a FABA 200°C. O valor de  $\Delta E^*$  para FABC 100°C e FABA 200°C diferiu significativamente do valor da FABC 80°C, mostrando que o aumento da temperatura eleva os valores de  $\Delta E^*$ .

**Tabela 17.** Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) da farinha de “piracuí” de acari-bodó cozido e assado após a secagem, nas temperaturas de 80, 100 e 200°C.

Amostra	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$
FABC 80°C	50,42±0,25 <sup>a</sup>	6,32±0,22 <sup>a</sup>	19,57±0,10 <sup>a</sup>	4,57 ± 0,15 <sup>a</sup>
FABC 100°C	52,01±1,13 <sup>a</sup>	5,94±0,05 <sup>b</sup>	22,15±0,61 <sup>b</sup>	7,49 ± 1,13 <sup>b</sup>
FABA 200°C	40,70±0,15 <sup>b</sup>	7,43±0,11 <sup>c</sup>	19,01±0,16 <sup>a</sup>	9,51 ± 0,93 <sup>b</sup>

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ )

A Figura 10 mostra as farinhas obtidas pelos dois métodos e suas respectivas temperaturas de secagem.



**Figura 10.** FABC 80 e 100°C e FABA 200°C.

O resultado da análise sensorial e de cor das três farinhas obtidas permitiu concluir que a melhor condição de obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí” é pelo método de cozimento. Na avaliação sensorial as FABC não diferiram entre si, já na análise de cor, o  $\Delta E^*$  foi decisivo na escolha da temperatura de secagem. A FABC com secagem a 80°C mostrou o menor valor de  $\Delta E^*$  em relação a sua farinha *in natura*, ou seja, menor alteração na cor.

#### **4.3.2 Composição centesimal e análises físicas da farinha de pescado tipo “piracuí”**

A massa média de acari-bodó “*in natura*” equivalente a 78 exemplares utilizados nesse experimento foi de 31,295kg. Após o processo de obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí” (cozida e assada) o peso obtido foi de 1,77kg, correspondendo a 5,65% da massa inicial do pescado, conforme exposto na Tabela 18. O baixo rendimento encontrado para o processo de obtenção da farinha de pescado tipo piracuí a partir de acari-bodó cozido e assado pode estar relacionada ao elevado teor de umidade do acari-bodó (82,16%). Mesmo com baixos valores de rendimento, a farinha de pescado tipo “piracuí” apresentou valores satisfatórios de proteínas (74,65%).



**Tabela 18.** Determinação do rendimento na produção do “piracuí” durante as etapas do processamento.

Produto	Acari-bodó cozido		Acari-bodó assado		Total Kg
	Peso(kg)	%	Peso (kg)	%	
Peixe inteiro eviscerado	27,85	100	3,45	100	31,30
Músculo de peixe recuperado	4,69	16,84	0,62	18,05	5,31
“Piracuí” obtido em relação ao peixe inteiro	1,67	6,00	0,1	2,83	1,77
Rendimento “piracuí” em relação ao músculo recuperado	-----	35,63	-----	15,66	-----

Quando se observou o rendimento do “piracuí” em relação ao peixe inteiro pode-se verificar que o “piracuí” cozido apresentou rendimento (6%) superior ao do “piracuí” assado (2,83%), confirmando as avaliações feitas por Castro (1999) também utilizando acari-bodó. Oikawa (1990), estudando o rendimento das etapas do processamento de “piracuí” a partir de acari-bodó e tilápia, encontrou para o bodó rendimento de 12,5% de farinha em relação ao peso total do peixe. Entretanto o percentual de umidade de 26% da farinha avaliada por Oikawa foi o principal responsável pelo elevado valor do rendimento.

O rendimento do “piracuí” cozido e assado obtido por Castro (1999) foi respectivamente de 8,70% e 5,68 %, mostrando que os valores de rendimento para “piracuí” de acari-bodó cozido se aproximam dos valores encontrados neste trabalho, não ocorrendo o mesmo para os valores do “piracuí” de acari-bodó assado. O rendimento inferior para a farinha de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó assado observado por Castro (1999) e neste trabalho pode estar relacionada com a alta temperatura utilizada para assar o peixe e secar a farinha, entretanto, o autor não expõe em sua pesquisa a temperatura utilizada em seu experimento.

O rendimento do “piracuí” cozido e assado, respectivamente, expresso em relação ao músculo de peixe recuperado foi de 35,63% e 15,66%.

Na Tabela 19 estão apresentados os resultados das análises físicas e físico-químicas da farinha de pescado tipo “piracuí”.

**Tabela 19.** Composição centesimal e análises físicas da farinha de pescado tipo “piracuí”.

Parâmetro	“Piracuí”
Umidade (%)	10,69 ± 0,41
Proteínas (%)	74,65 ± 1,11
Gorduras totais (%)	7,38 ± 0,04
Cinzas (%)	7,71 ± 0,12
Energia kcal/100g	365,02
Cloretos (%)	4,83 ± 0,14
Atividade de água	0,561

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata.

O processo de secagem alterou as porcentagens dos componentes da matéria-prima “*in natura*”, pois ao reduzir a quantidade de água e de outros componentes voláteis ocorreu um aumento das concentrações de lipídios totais, proteína e cinzas. A secagem para preparação da farinha alterou a umidade, reduzindo-a de 82,16% para 10,69%. Este valor está de acordo RIISPOA (1997), que descreve que o pescado seco íntegro não deve conter mais que 12% de umidade. Desta forma, a farinha obtida neste trabalho está dentro do recomendado para que suas características sensoriais e nutritivas não sejam afetadas. Guimarães et. al (1988) avaliando farinhas de pescado tipo “piracuí” provenientes de Santarém, Monte Alegre e Belém, observou a uma média de 18,79% de umidade, demonstrando um processo de secagem incompleto e interferência da umidade do ambiente no produto, fatores que comprometem a vida de prateleira deste produto.

O valor protéico encontrado na farinha obtida foi de 74,65%, demonstrando que o “piracuí” é uma excelente fonte de proteína animal na alimentação humana. Castro (1999) encontrou para o mesmo produto 75,58%, Sá Filho (1998) avaliando o “piracuí” comercializado no mercado do Ver-o-Peso em Belém, verificou um percentual de 63,80%, enquanto Castelo; Bárbara (1983) estudando sete espécies de peixe encontraram teores de proteínas variando de 46,8% a 76,7%.

Após o processamento do pescado “*in natura*” em farinha de peixe, verificou-se que o teor de lipídios aumentou de 0,30% para 7,38% respectivamente. O valor deste constituinte neste trabalho foi superior ao encontrado por Castro (1999) 4,76%, e próximo ao estudado por Castelo; Barbara (1983), que é de 8%. Este percentual de lipídios unido à baixa  $A_w$  é suficiente para promover oxidação lipídica no produto, logo o uso de embalagens livres de oxigênio e protegidas da luz é ideal para o armazenamento deste produto.

De acordo com RIISPOA (1997) em seu artigo 466, que regulamenta pescado seco, o percentual de resíduo mineral fixo, deve ser inferior a 5,5%. O teor de cinzas encontrado neste trabalho (7,71%) ultrapassou o valor previsto na legislação, porém está abaixo do valor médio encontrado por Guimarães et. al. (1988) 10,75% e por Castelo; Barbara (1983) 14,9%, e se aproxima do valor estudado por Castro (1999) 6,50%. A variação deste parâmetro está relacionada com fatores sazonais e fisiológicos do animal, porém a presença de espinhas e carapaça na farinha e a adição ao acaso de cloreto de sódio elevam ou diminuem os valores de cinzas.

A atividade de água foi reduzida de 0,98 no pescado "*in natura*" para 0,561 no produto processado, demonstrando que o produto está seguro microbiologicamente de bactérias patogênicas.

#### 4.4 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA FARINHA DE PESCADO TIPO "PIRACUÍ"

A Tabela 20 apresenta os resultados da composição em ácidos graxos expresso em porcentagem de área relativa dos ácidos graxos.

Foi encontrado um total de 13 componentes nos lipídios totais para a farinha de pescado tipo "piracuí" no tempo zero de armazenamento, com predominância dos ácidos graxos palmítico (16:0), com valor de 29,33%, oléico (18:1n-9) com 20,32%. e linoléico (18:2n-6) com 8,18%. Stevanato (2006) avaliando a composição lipídica da farinha de cabeça de tilápia, também avaliou a predominância dos mesmos ácidos graxos em seu produto.

**Tabela 20.** Composição em ácidos graxos da farinha de pescado tipo “piracuí”.

Notação	% Ácidos Graxos
<b>C14:0</b> <i>Mirístico</i>	3,13
<b>C14:1</b> <i>Miristoléico (n-5)</i>	1,61
<b>C16:0</b> <i>Palmítico</i>	29,33
<b>C16:1</b> <i>Palmitoléico (n-7)</i>	7,87
<b>C18:0</b> <i>Estearico</i>	7,12
<b>C18:1</b> <i>Oléico (n-9)</i>	20,32
<b>C18:1</b> <i>Vaccênico (n-7)</i>	3,26
<b>C18:2</b> <i>Linoléico (n-6)</i>	8,18
<b>C20:0</b> <i>Araquídico</i>	nd
<b>C20:1</b> <i>Eicosenóico</i>	nd
<b>C18:3</b> <i>α - Linolênico (n-3)</i>	5,00
<b>C20:2</b> <i>Eicosadienóico</i>	nd
<b>C20:3</b> <i>Eicosatrienóico</i>	nd
<b>C20:4</b> <i>Araquidônico (n-6)</i>	nd
<b>C22:0</b> <i>Behênico</i>	nd
<b>C22:1</b> <i>Docosenóico</i>	6,33
<b>C20:5</b> <i>Timnodônico EPA (n-3)</i>	1,72
<b>C24:0</b> <i>Lignocérico</i>	nd
<b>C24:1</b> <i>Nervônico (n-9)</i>	0,95
<b>C22:6</b> <i>Cervônico DHA (n-3)</i>	5,19

<sup>1</sup>Valores de ácidos graxos expressos em porcentagens de área relativas dos ácidos graxos

<sup>2</sup> nd – Não detectado

Os ácidos graxos da família n-6, principalmente o ácido araquidônico (C20:4 n-6) e o linoléico (C18:2 n-6), não são comuns em organismos aquáticos, ao quais mantêm predominantemente os ácidos graxos da série linolênica (família n-3), entretanto, em alguns peixes de água doce, podem ser encontradas altas concentrações de ácidos graxos da família n-6 (MARTINO; TAKAHASHI, 2001). No presente trabalho, o ácido araquidônico não foi detectado, enquanto que foi quantificada uma quantidade considerável de C18:2 n-6.

Avaliando os ácidos graxos da série n-3, o ácido linolênico (C18:3 n-3) apresentou porcentagem de área relativa de 5% e seus derivados de cadeia muito longa os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) obtiveram 1,72% e 5,19% respectivamente. Martinho (1996) avaliando os peixes de água doce curimatã, jaraqui e tucunaré verificou no período de vazante máxima (outubro/novembro) média percentual de EPA de 4,07, 7,08, e 5,27% e DHA de 2,97, 3,68 e 3,42% respectivamente. As variações dos resultados entre os peixes de água doce podem ser explicadas com base na alimentação destas espécies, pois os peixes avaliados por Martinho (1996) são carnívoros e o acari-bodó é iliófago.

Visentainer et. al. (2000), encontrou no filé de atum, sardinha e bonito percentuais de EPA de 9,48, 18,68 e 14,00 e DHA 16,25, 13,77 e 16,50. Quando se compara os teores de EPA e DHA de peixes de água doce com peixes marinhos, verifica-se que as porcentagens destes ácidos graxos são maiores em peixes marinhos.

A Tabela 21 mostra o somatório dos ácidos graxos: poliinsaturados (AGPI), monoinsaturados (AGMI), saturados (AGS), série ômega-6 (n-6), série ômega-3 (n-3) e das razões dos ácidos graxos AGPI/AGS e n-6/n-3.

**Tabela 21.** Somatório e razões de ácidos graxos na farinha de pescado tipo “piracuí”.

Somatórios e razões	% Ácidos graxos na farinha de pescado tipo “piracuí” no tempo zero
AGPI	20,09
AGMI	39,38
AGS	39,59
n-6	8,18
n-3	11,91
AGPI/AGS	0,51
n-6/n-3	0,69

*AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3); n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); AGPI/AGS (razão entre somatório dos ácidos poliinsaturados e saturados) e n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).*

O somatório dos AGPI, AGMI e AGS foram de 20,09, 39,38 e 39,59% respectivamente. Os ácidos graxos poliinsaturados (número de ligações maior ou igual a 2) dos peixes são susceptíveis a oxidação, entretanto Stevanato (2006) estudando a vida de prateleira da farinha de cabeça de tilápia não verificou diferença significativa no percentual destes ácidos graxos durante o armazenamento de 90 dias (AGPI 16,02%).

O Departamento de saúde e segurança social da Inglaterra - DHSS (1994), recomenda que o valor da razão AGPI/AGS seja no mínimo 0,45. Valores inferiores a este, caracterizam alimentos pouco saudáveis, especialmente em relações às doenças cardiovasculares. O valor encontrado para a razão AGPI/AGS para a farinha de pescado tipo “piracuí” no tempo zero foi de 0,51, podendo este alimento ser enquadrando como saudável. Andrade et. al. (1997) determinaram esta relação no tecido muscular de várias espécies de água doce no Brasil, 0,86 (carpa –

*Cyprinus carpio*), 0,61 (dourado – *Salminus maxillosus*) e 0,52 (cascudo abacaxi – *Megaloancistrus aculeatus*).

A relação dos ácidos graxos n-6/n-3 na farinha de pescado obtida de acaribodó foi de 0,69 estando dentro do intervalo recomendado pelo Department of Health (1994), que propõe uma relação dos ácidos graxos n-6/n-3 de no máximo 4. O único contribuinte para o somatório n-6, foi o ácido graxo 18:2n-6 e, para o somatório n-3, foi o ácido graxo 22:6n-3. Ferreira et. al. (2004) trabalhando com tilápia assada em forno elétrico, encontrou uma razão n-6/n-3 de 6,77%, valor muito superior ao encontrado para o produto obtido neste trabalho.

#### 4.5 ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA

##### 4.5.1 Análise microbiológica

Atualmente não existem padrões microbiológicos estabelecidos para a farinha de pescado tipo “piracuí” na legislação brasileira, portanto utilizou-se o padrão microbiológico referente a pescados secos e/ou salgados disposto na Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001. A Tabela 22 apresenta as contagens de coliformes a 45°C, Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella*, bolores e leveduras e bactérias halofílicas durante os 90 dias de armazenamento.

**Tabela 22.** Contagem de microrganismos na farinha de pescado tipo “piracuí” embalada a vácuo e armazenada a temperatura ambiente.

Microrganismo	Tempo em dias						
	0	15	30	45	60	75	90
<b>Coliformes a 45°C (NMP/g)</b>	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
<b>Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)</b>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>	< 1X10 <sup>1</sup>
<b><i>Salmonella</i></b>	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>	AUS	3,0x10 <sup>2</sup>	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
<b>Halofílicas</b>	1,570X10 <sup>3</sup>	6,1X10 <sup>2</sup>	4,5X10 <sup>2</sup>	1,16X10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>2</sup>	2,63x10 <sup>3</sup>	8,6X10 <sup>2</sup>

AUS – Ausência

A quantificação de coliformes a 45°C, é usada como indício da presença de bactérias potencialmente patogênicas de origem fecal, como *Escherichia coli*. De acordo com Brasil (2001) o limite máximo para presença deste microrganismo é de

$10^2$  NMP/g. As amostras de farinha de pescado mostraram ausência deste microrganismo durante o tempo de armazenamento de 90 dias.

A presença de Estafilococos coagulase positiva em alimentos é sugestiva da presença de *Staphylococcus aureus*, e seu limite para pescados secos e/ou salgados é de  $5 \times 10^2$  UFC/g. Durante a estocagem, a contagem de Estafilococos coagulase positiva foi  $< 1 \times 10^1$  em todas as avaliações, portanto dentro do limite estabelecido.

No que se refere à pesquisa de *Salmonella*, deve haver ausência, já por ser patogênica, pode causar infecções quando encontrada no produto. No presente trabalho houve ausência de *Salmonella* na farinha (tempo zero) e no fim do armazenamento (90 dias).

Na legislação brasileira não existe limite definido para a presença de bactérias halofílicas em pescados e derivados, no entanto, todas as amostras (tempo 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90) apresentaram contaminação por estes microrganismos.

Estas bactérias são responsáveis pela deterioração “vermelha” conhecida por este nome devido à cor de suas colônias, definindo, desta forma, aparência da maioria dos pescados salgados. Esta contaminação além de causar pigmentação vermelha, produz odor desagradável e limosidade nos produtos (WATANABE, 1960; HALL, 2001; FREITAS FILHO; FREITAS, 2002). Vilhelmsson; Hafsteinsson; Kristjansson (1996 e 1997), estudando bacalhau salgado verificou aparecimento de “vermelhão” em contagens de halofílicas de  $10^5$  UFC/g. Lourenço; Souza; Silva (2008) também observou deterioração “vermelha” em contagens superiores a  $3 \times 10^6$  UFC/g em pirarucu comercializado na cidade de Belém.

Apesar da farinha de pescado tipo “piracuí” apresentar contaminação em todos os tempos de armazenamento, não foram verificadas colônias características destas bactérias, levando em consideração seus produtos de deterioração como colônias caracteristicamente vermelhas, limosidade e odor desagradável.

Foi observada presença de bolores e leveduras apenas no tempo 15 dias de armazenamento com contagem de  $3,0 \times 10^2$  UFC/g. Para os demais tempos de armazenamento estes microrganismos não foram detectados na farinha de pescado tipo “piracuí”, pois a presença destes microrganismos não é esperada nas faixas de atividades de água verificadas durante o armazenamento. Esta contagem isolada pode indicar contaminação em alguma etapa da avaliação ou mesmo falha durante a manipulação da embalagem em que se encontrava o produto.

Durante os 90 dias de armazenamento a farinha de pescado tipo “piracuí” mostrou-se microbiologicamente estável a ação de microrganismos patogênicos, porém foi susceptível a ação de deterioradores como as bactérias halofílicas que estiveram presentes durante todo o tempo de avaliação.

#### 4.5.2 Cor instrumental

A Tabela 23 apresenta os resultados dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  durante os 90 dias de armazenamento.

A análise dos dados permite concluir que não houve diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) para os parâmetros  $a^*$  e  $\Delta E^*$ , enquanto que para as variáveis  $L^*$  e  $b^*$  foi observada diferença significativa no mesmo nível de confiança.

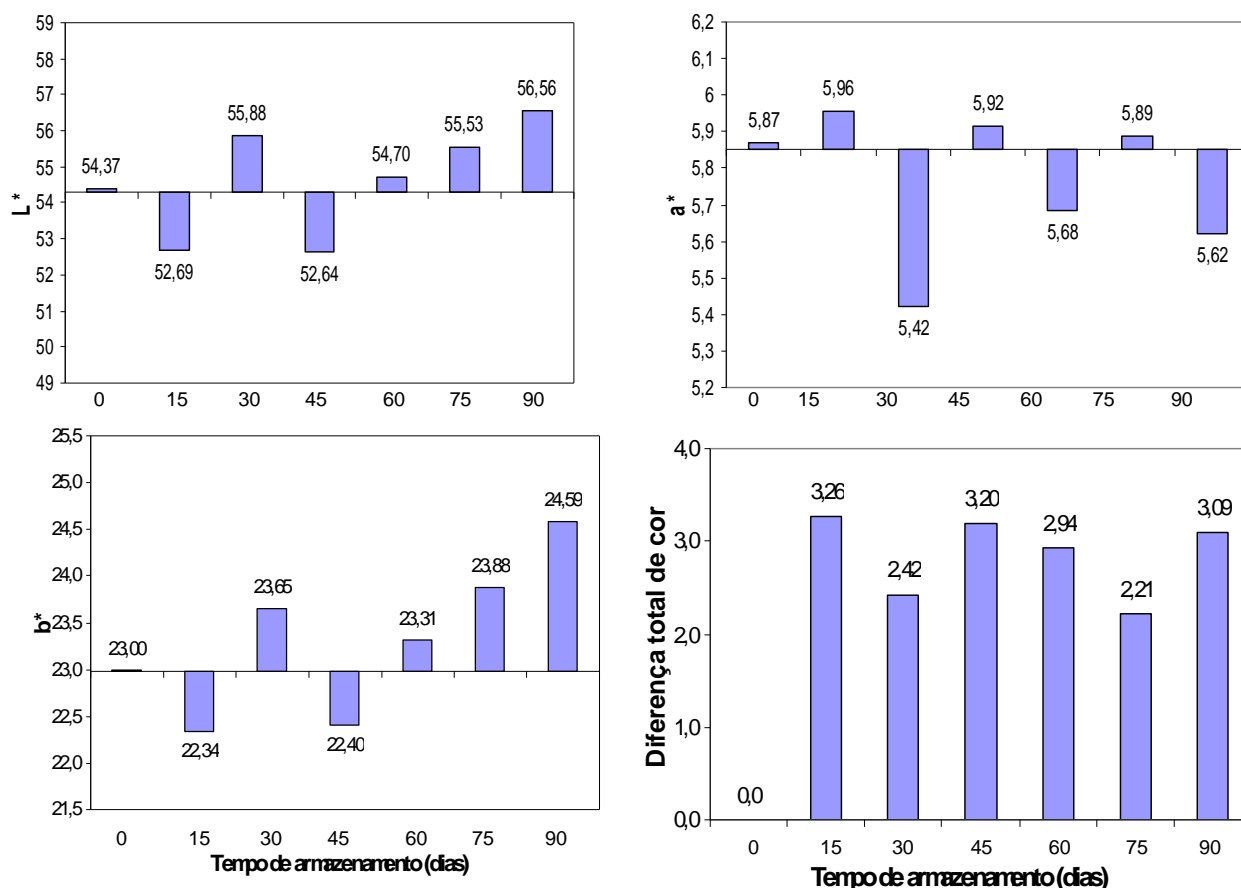
**Tabela 23.** Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) em relação ao padrão (tempo 0) da farinha de pescado tipo “piracuí” durante estocagem por 90 dias a temperatura ambiente.

Tempo de estocagem (dias)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$
0	54,37 <sup>a,b</sup> ± 0,53	5,87 <sup>a</sup> ± 0,51	23,00 <sup>a,b</sup> ± 0,83	-----
15	52,69 <sup>a</sup> ± 0,31	5,96 <sup>a</sup> ± 0,07	22,34 <sup>b</sup> ± 0,17	3,26 <sup>a</sup> ± 0,93
30	55,88 <sup>a,b</sup> ± 0,75	5,42 <sup>a</sup> ± 0,15	23,65 <sup>a</sup> ± 0,17	2,42 <sup>a</sup> ± 3,14
45	52,64 <sup>a</sup> ± 0,16	5,92 <sup>a</sup> ± 0,01	22,40 <sup>b,c</sup> ± 0,09	3,20 <sup>a</sup> ± 1,04
60	54,70 <sup>a,b</sup> ± 0,99	5,68 <sup>a</sup> ± 0,07	23,31 <sup>a,c</sup> ± 0,11	2,94 <sup>a</sup> ± 1,80
75	55,53 <sup>a,b</sup> ± 0,05	5,89 <sup>a</sup> ± 0,04	23,88 <sup>a</sup> ± 0,08	2,21 <sup>a</sup> ± 2,45
90	56,56 <sup>b</sup> ± 0,04	5,88 <sup>a</sup> ± 0,02	23,82 <sup>a</sup> ± 0,02	3,09 <sup>a</sup> ± 3,48

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ )

Para os tempos 30, 60, 75 e 90 dias verificou-se uma tendência dos valores de  $L^*$  no sentido de uma melhor reflexão difusa, representando um aumento médio de 2,39%. A variável de cromaticidade  $b^*$  teve seus valores aumentados nos tempos 30, 60, 75 e 90 dias com média de 2,90%.





**Figura 11.** Acompanhamento das variações do parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ), das variáveis de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) para a farinha de pescado tipo “piracuí” durante 90 dias de armazenamento.

#### 4.5.3 Atividade de água ( $A_w$ )

A Tabela 24 e a Figura 12 apresentam os valores de atividade de água ( $A_w$ ) das diferentes amostras de farinha de pescado tipo “piracuí” durante o período de armazenamento de 90 dias.

As farinhas de pescado tipo “piracuí” nos tempos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) da farinha no tempo zero de armazenamento.

Quando se comparou o tempo zero e o tempo 90 dias, observou-se um aumento de 3,03%, já a avaliação do período total de armazenamento permitiu verificar um aumento médio de 3,64%.

O tempo 30 dias foi o que apresentou maior aumento, 4,81%, porém esta variação não permitiu o desenvolvimento de coliformes a 45°C, *Salomonella* sp.,

Estafilococos coagulase positiva e bolores e leveduras, estando o produto de acordo com as avaliações microbiológicas realizadas durante o período de armazenamento.

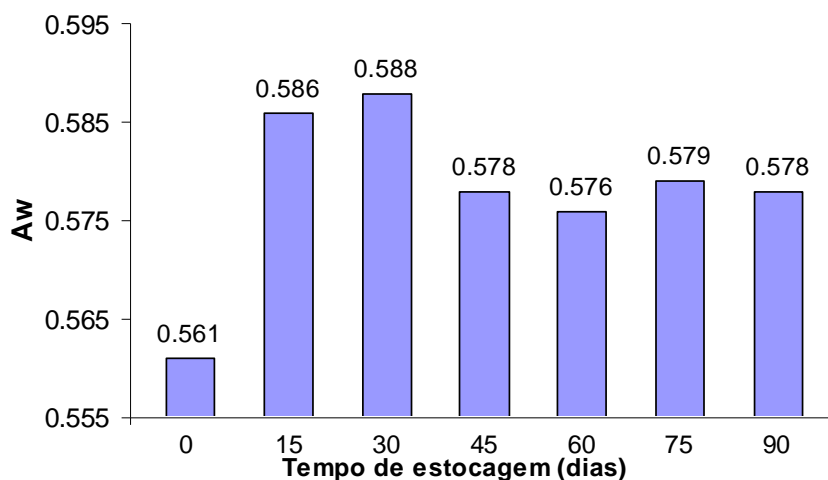
A variação na  $A_w$  do produto durante o armazenamento pode estar relacionada à manipulação inadequada das embalagens durante a análise, ou seja, o tempo de exposição do produto ao ar durante as embalagens estarem abertas, pode ter sido fundamental para a variação. Outro fator que poderia ser levantado quanto a esta questão, seria a embalagem utilizada, entretanto o material de embalagem (nylon com polietileno de baixa densidade na camada interna) apresenta barreira ao oxigênio e ao vapor d'água, logo a embalagem não pode ser associada a variação da  $A_w$  do produto no período de estudo.

**Tabela 24.** Determinação da  $A_w$  da farinha de pescado tipo “piracuí” durante 90 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

$A_w$	Tempo em dias						
	0	15	30	45	60	75	90
	0,561 <sup>a</sup>	0,586 <sup>b,c</sup>	0,588 <sup>b</sup>	0,578 <sup>c,d</sup>	0,576 <sup>b,d</sup>	0,579 <sup>d</sup>	0,578 <sup>b,d</sup>

*Médias com expoentes diferentes em uma mesma linha indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).*

Segundo Jay (2005), as bactérias halofílicas crescem em atividades de água de até 0,75, entretanto na farinha de pescado tipo “piracuí” obtida neste trabalho verificou-se a presença destes microrganismos em todos os tempos de armazenamento, incluindo o tempo de zero de análise.



**Figura 12.** Variações da  $A_w$  da farinha de pescado tipo “piracuí” durante o armazenamento de 90 dias.

#### 4.5.4 Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial da farinha de pescado tipo “piracuí” servido na forma bolinhos de peixe são mostrados na Tabela 25, levando em consideração apenas o atributo de sabor.

**Tabela 25.** Aceitação sensorial do atributo sabor das amostras de farinha de pescado tipo “piracuí” durante o tempo de estocagem de 90 dias (valores em notas).

Tempo de estocagem (dias)	Atributo - Sabor	Índice de aceitação (%)
0	7,75 <sup>a,b</sup> ± 1,05	86,11
15	8,34 <sup>a</sup> ± 0,83	92,71
30	7,75 <sup>a,b</sup> ± 0,92	86,11
45	8,13 <sup>a,b</sup> ± 0,79	90,28
60	7,31 <sup>b</sup> ± 1,49 <sup>b</sup>	81,25
75	7,59 <sup>a,b</sup> ± 1,07	84,38
90	8,16 <sup>a,b</sup> ± 0,85	90,63

*Valores das médias expressos com seus desvios padrão.*

*Médias com expoentes diferentes em uma mesma linha indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ )*

A análise de variância e teste de Tukey da análise sensorial realizada na farinha de pescado tipo “piracuí” durante os 90 dias de armazenamento demonstrou que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) de sabor nos tempos de armazenamento. As notas verificadas para cada tempo de estocagem sempre se mantiveram entre gostei muito e gostei moderadamente, demonstrando boa aceitabilidade do produto durante todo o período de armazenamento. Os índices de aceitação das amostras em seus referidos tempos de armazenagem foram sempre superiores a 80% sendo que a farinha no tempo 15 dias apresentou o maior percentual de aceitação.

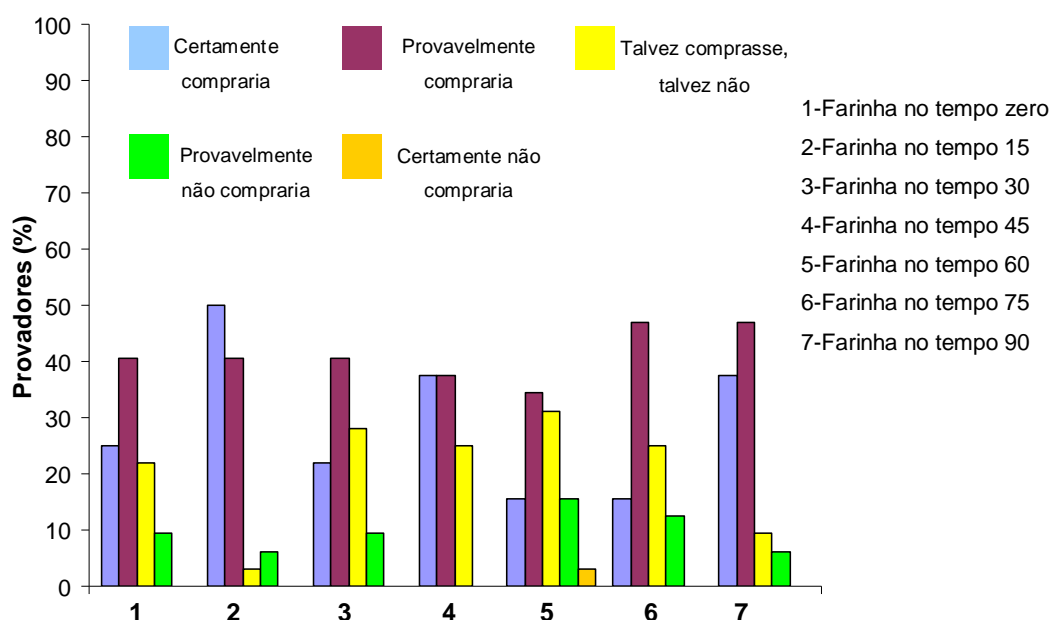
A somatória das notas dos itens certamente e provavelmente compraria o produto foi de 65,63%, 90,63%, 62,51%, 75%, 50,01%, 62,51% e 84,38%, para os tempos 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de estocagem, respectivamente. Ao mesmo tempo, se observou para as intenções certamente e provavelmente não comprariam o produto valores de 9,38%, 6,25%, 9,38%, 0,0%, 18,76, 12,50 e 6,25 para os tempos de armazenamento propostos.

A avaliação das atitudes de compra pelos provadores mostrou que a farinha armazenada durante 15 dias teve melhor intenção de compra quando comparada com os demais tempos de armazenagem. Esse melhor índice pode estar relacionado com a qualidade dos insumos utilizados na fabricação, como o purê de

batata ou com a etapa de fritura, a qual contribui decisivamente para o sabor do produto analisado.

Quanto às atitudes certamente e provavelmente não compraria, a farinha no tempo 45 apresentou o menor percentual entre todos os tempos estabelecidos.

Levando em consideração o tempo total de armazenamento à temperatura ambiente, a farinha de pescado tipo “piracuí”, demonstrou boa aceitabilidade quanto ao atributo sabor.



**Figura 13.** Intenção de compra dos provadores para farinha de pescado tipo “piracuí” durante os tempos de armazenamento avaliados (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias).

#### 4.6 ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

Os dados de equilíbrio de adsorção de umidade para a farinha de pescado tipo “piracuí” a 25°C ajustados pelo modelo de BET, são apresentados na Tabela 26 e Figura 14. É importante ressaltar que durante a obtenção dos dados de adsorção (Tabela 26), através de inspeção sensorial, foram observadas alterações nas características do produto como: perda de fluidez e intensificação do aroma.

A farinha de pescado tipo “piracuí” apresentou isotermas do tipo III, segundo classificação da IUPAC (1985). O mesmo comportamento foi observado por Molina-

Filho et. al. (2006) na obtenção de isotermas de sorção de carne de tambaqui pré-desidratada osmoticamente. Normalmente, produtos ricos em proteínas, como a farinha de pescado tipo piracuí (74,65%), apresentam isotermas do tipo II, como foi verificado por Assunção e Pena (2004) estudando resíduo seco de camarão-rosa. A adição de sal tanto na farinha de pescado tipo piracuí como na carne do tambaqui pode ter influenciado o tipo característico de isoterma.

**Tabela 26.** Dados de adsorção para a farinha de pescado tipo “piracuí” a 25°C.

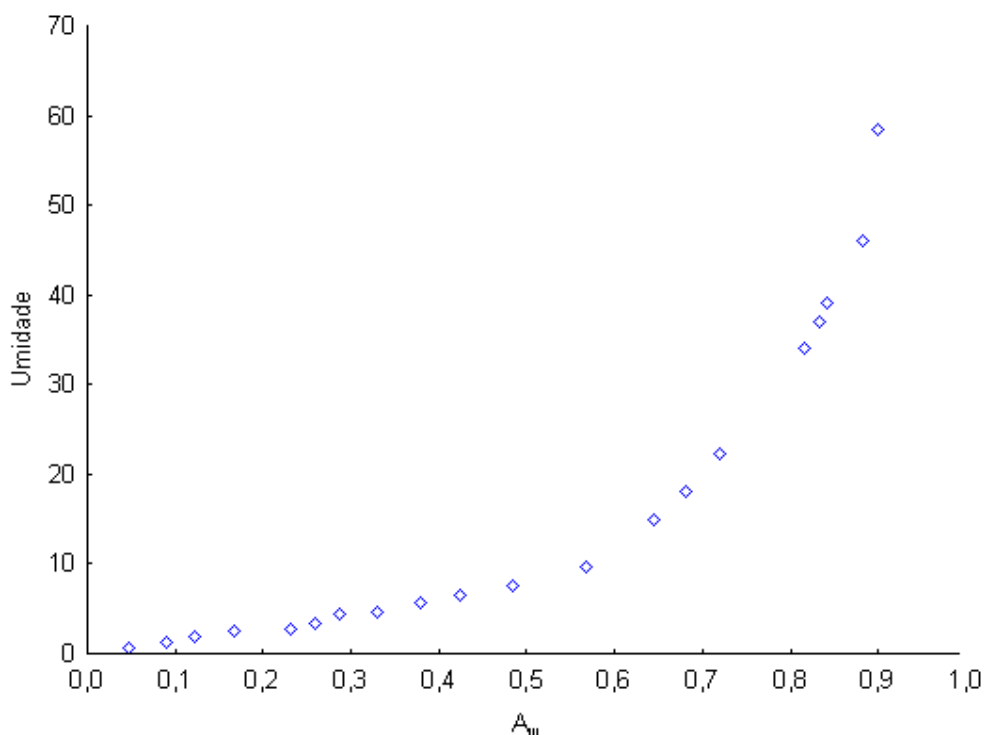
$A_w$	M (m H <sub>2</sub> O/100g b.s)
0,048	0,58
0,089	1,23
0,123	1,68
0,168	1,93
0,231	2,56
0,260	2,81
0,287	4,31
0,330	4,71
0,380	5,78
0,423	6,49
0,485	7,66
0,567	9,59
0,645	14,87
0,680	18,06
0,719	22,33
0,816	34,16
0,833	37,10
0,842	39,12
0,883	45,93
0,900	58,39

*Médias de duas determinações.*

Foi observado que a isoterma de adsorção deste produto apresentou comportamento linear até níveis intermediários de  $A_w$ , assumindo uma forma exponencial em  $A_w$  superior a 0,6 indicando, que em ambiente com umidades superiores a 60%, este produto requer maiores cuidados, pois adsorverá água com facilidade e estará mais susceptível a reações de deterioração e proliferação de microrganismos patogênicos.

Com base nos dados de adsorção da Tabela 23, o produto apresentará estabilidade microbiológica ( $A_w < 0,6$ ) se apresentar valores de umidade abaixo de 10 g.100 g<sup>-1</sup> b.s. Entretanto, quando se fez a relação da isoterma de adsorção com o estudo de vida-de-prateleira, verificou-se que mesmo em atividade de água abaixo

de 0,6 ocorreu crescimento de bactérias do tipo halófilas, ou seja, os dados oferecidos pela isoterma não oferecem estabilidade microbiológica da farinha de pescado tipo “piracuí” para este tipo de microrganismo.



**Figura 14.** Isoterma de adsorção para farinha de pescado tipo “piracuí” a 25°C.

#### 4.6.1. Predição das isotermas de adsorção

A Tabela 27 apresenta os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios médios relativos (P), utilizados para avaliar os ajustes dos dados de adsorção da farinha de pescado tipo “piracuí” aos modelos matemáticos.

Analisando os modelos em função do  $R^2$  constata-se que todos apresentaram ótimo ajuste para predição da isoterma de adsorção da farinha de pescado tipo “piracuí” por apresentarem coeficientes de determinação próximos de um ( $R^2 \approx 1$ ).

A análise dos desvios médios relativos (P) mostrou que todos os modelos tri-paramétricos apresentaram bom ajuste, já entre os modelos bi-paramétricos, concluiu-se que estes não são os mais indicados para prever isotermas de adsorção para este produto. Segundo Lomauro, Bakshi e Labuza (1985) são considerados bons ajustes aqueles para os quais o valor de P é inferior a 10%

De uma maneira geral pode-se dizer que os modelos de GAB, BET, Anderson, Anderson e Hall e Gascoyne e Pethig podem prever isotermas de

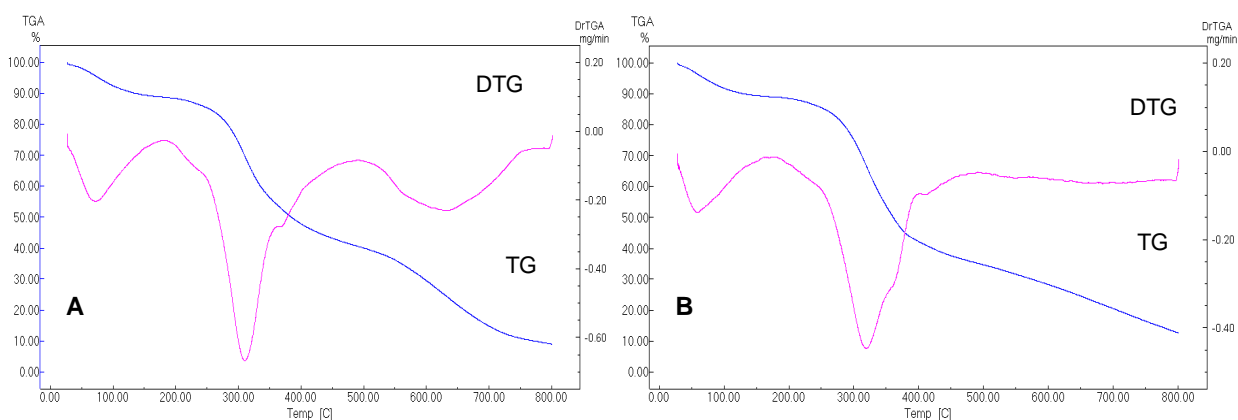
adsorção da farinha de pescado tipo “piracuí” e que o modelo de BET se sobressai entre todos os tri-paramétricos por apresentar menor valor de P.

**Tabela 27.** Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios médios relativos obtidos através dos ajustes.

		Nome da equação	$R^2$	P
Modelos tri-paramétricos		GAB	0,9975	9,82
		BET	0,9972	6,96
		Anderson	0,9975	9,82
		Anderson e Hall	0,9975	9,82
		Gascoyne e Pethig	0,9975	9,82
Modelos bi-paramétricos		Halsey	0,9935	40,38
		BET Learizada	0,9946	12,73
		Owsin	0,9967	10,43

#### 4.7 ESTUDO TERMOANALÍTICO DA FARINHA DE PESCADO TIPO “PIRACUÍ”

A Figura 15 apresenta as curvas TG e DTG para farinha de pescado tipo “piracuí” e da farinha comercial, mostrando as perdas de massa desde a temperatura ambiente (25°C) até 800°C.



**Figura 15.** Gráfico TG e DTG da (A) farinha de pescado tipo “piracuí” obtida pelo método de cozimento com secagem a 80°C e (B) farinha de pescado tipo “piracuí” comercial.

As curvas de TG/DTG revelaram que a farinha de pescado tipo “piracuí” obtida por secagem a 80°C e a farinha comercial apresentaram tonset (temperatura de início de degradação) em torno de 271°C e 278°C respectivamente e que, a perda de massa sofrida por este material até a tonset foi de 10,89% e 10,92% em relação à massa inicial, indicando que o produto pode ser processado em temperaturas menores que 271 e 278°C, sem que haja degradação dos compostos orgânicos envolvidos.

O percentual envolvido na perda de massa destes materiais até a tonset foi definido como a umidade do produto. A análise deste parâmetro está de acordo com a farinha de pescado tipo “piracuí” obtida por secagem a 80°C, entretanto difere do resultado de umidade encontrado para farinha comercial que foi de 24,69%..

Da temperatura de tonset até 356°C na farinha obtida neste trabalho e 361°C na farinha comercial, ocorreu perda de massa da ordem de 48,08 e 47,74% podendo representar a soma dos teores de proteínas e lipídios presentes nos produtos, devido à existência de um largo pico na curva DTG. Deste modo, não foi possível quantificar isoladamente o teor de cada componente das farinhas avaliadas por TG e DTG, nas condições em que o ensaio foi realizado.

A curva revelou ainda, perda de massa de 31,69% no intervalo de temperatura de 554 a 800°C compreendendo o percentual de cinzas (7,71%) da farinha de pescado tipo “piracuí” obtida por secagem a 80°C. A curva TG da farinha comercial mostrou perda de massa de 28,73% entre as temperaturas de 554 e 800°C, entretanto a DTG não apresentou nenhum evento térmico neste mesmo intervalo de temperatura, não podendo representar degradação de compostos.



## 4.8 CONCLUSÕES

As equações logísticas propostas pela caracterização morfométrica do acari-bodó não apresentaram bons ajustes devido a não uniformidade dos peixes utilizados na avaliação.

A partir da composição físico-química matéria-prima pode-se concluir que o acari-bodó enquadra-se como um peixe magro e representa uma ótima fonte de proteínas de origem animal, sendo excelente matéria-prima para obtenção da farinha de pescado tipo “piracuí”.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, o acari está de acordo com a RDC 12 de janeiro de 2001 para *Salmonella* e Estafilococos coagulase positiva, tendo o limite ultrapassado para coliformes a 45°C.

Entre as metodologias de obtenção da farinha de acari-bodó a que apresentou as melhores respostas de acordo com o teste de aceitabilidade e cor instrumental foi a farinha obtida por cozimento com secagem a 80°C.

O rendimento da farinha de pescado tipo “piracuí” obtida foi de 6%.

Na composição centesimal da farinha de pescado tipo “piracuí” com secagem a 80°C verificou-se que a umidade está dentro do valor estabelecido pela legislação e que o seu alto percentual proteico a caracteriza como fonte inquestionável de proteína animal na alimentação humana.

O perfil de ácidos graxos do produto mostrou presença de ácidos graxos da série n-3 e n-6 dentro do esperado para peixes amazônicos. As relações AGPI/AGP e n-6/n3 definiram o produto como saudável.

Quanto ao estudo de vida-de-prateleira, a farinha de pescado tipo “piracuí” demonstrou boa estabilidade física e sensorial, e problemas quanto a estabilidade microbiológica devido a presença de bactérias halofílicas durante os 90 dias de armazenamento.

Os resultados da isoterma de adsorção do produto, permitiu verificar que as atividades de água inferiores a 0,6 utilizadas neste trabalho não foram suficientes para inibir o crescimento de bactérias halofílicas.

A análise térmica definiu 271°C como a temperatura limite que este produto pode ser exposto para que não haja perda de compostos orgânicos.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS C. A. Nutricines: **Food components in health and nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1999; 2:11-32.
- ADAMS, M.R.; MOSS, M.O.O. **Microbiología de los alimentos**, Acribia, S.A., p. 44, 1997.
- ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. Rancidity in Foods. London: **Applied Science Publishers**, 1983. p. 109-130.
- ANDERSON, L. A., DIBBLE, M.V, TURKKI, P. R., MITCHELL, H.S., RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. Rio de Janeiro. Guanabara, 1988. Cap. 10, p. 680.
- ANDRADE, A. D; VISENTAINER, J. V; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Ômega-3 fatty acids in baked freshwater fish from South of Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 47, n. 1, p. 73-76, 1997.
- ARAUJO, C.R., MOTHÉ, C.G. Uso de programa computacional aliado às técnicas de análise térmica para determinação de parâmetros cinéticos de compósitos de PU/fibra de curauá. **Revista Analytica**, v. 4, p. 37-43, 2003.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. A.O.A.C. (Washington, EUA). **Official methods of analysis**. 16º ed, 3rd rev, Washington, 1997.
- ASSUNÇÃO, A.B.; PENA, R.S Comportamento higroscópico do resíduo seco de camarão-rosa. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(4):786-793, out.-dez. 2007.
- BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J.B.; AMARAL MELO, M.R.P.; TAVARES, M.; CAMPOS, N.C.; AUED PIMENTEL, S.; MORAI, C.. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos, pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2001. 401p.
- BELDA, M.C.R.; CAMPOS, M.A.P. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 11, p. 5-33, 1991
- BERGER, J.; GROTH, E.; VERRONE, N.V.M.A.; GALLO, V. **Proteína concentrada de peixe (FPC): pré-projeto**. São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1968. 99p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Canadian Journal Biochemistry. Physiology**., v. 37, p. 911-917, 1959.
- BOQUET, R.; CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. A. On the equivalence of isotherm equations. **Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 345-349, 1980.

BOURGEOIS, C.M.; MESCLE, J.F.; ZUCCA, J. **Microbiología alimentaria**. Zaragoza: Acribia, S.A., 1994. 437p.

BORQUEZ R.; KOLLER W.D.; WOLF W.; SPIES W.E.L., Stability of n-3 fatty acids of fish protein during drying and storage. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Volume 30, Number 5, August 1997 , pp. 508-512(5).

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA)**. Brasília, 1997

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos para oficiais controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – Métodos físicos e químicos**. Brasília, 1981. Cap.11, p.5-6: Pescado fresco.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial**. Brasília, DF. 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 360. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial**. Brasília, DF. dezembro de 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde. Código Sanitário: Decreto Nº 12.342. Aprova o regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de estado da saúde. **Imprensa Oficial do Estado**. São Paulo, SP. 27 de setembro de 1978.

BRASIL, Ministério da Saúde. Regulamento técnico. Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Potaria Nº 451** de 19 de setembro de 1997.

BRAZIER D.W. Application of thermal analytical procedures in the study of elastomers and elastomer systems. **Rubber Chemistry and Technology**, v.53, p. 437-511, 1980.

BRITO, A. L. **Aspectos anatômicos e considerações sobre os hábitos do (*Pterygoplichtys multiradiatus*, HANCOK, 1828) do Bolsão do Janauacá**. 1981. 102f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/FUA. Manaus, 1981.

BRUNAUER, S.; EMMET, P.H.; TELLER, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. **Journal American Chemical Society**, v.60, p.309-319, 1938.

BUCHHEIM, W. **Foodstuffs**. In: Procedures in electron microscopy. London: John Wiley, 1998.

CAMMENGA, H.K.; EPPLE, M. Basic principle of thermoanalytical techniques and their applications in preparative chemistry. **Angew. Chem.**, Int. Ed. Engl., Weinheim, v.34, n.11, p.1171-1187, 1995.

CÂNDIDO, L. M. B., NOGUEIRA, A. K., SGARBIEIRI, V. C. Propriedades funcionais de concentrados protéicos de pescado por vários métodos. **Brazilian Food Technology**, Campinas, 1 (1,2): 7-89, jan/dez. 1998.

CARDELLO, H. M. A. B., CARDELLO, L. Teor de vitamina c, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial e manga (Mangífera indica L.) Var. Haden, durante o amadurecimento. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol 18. n. 2. Campinas maio/julho, 1998.

CASTELO, F. P., BARBARA, M. A. "piracuí" do Amazonas, alimento indígena de alto valor protéico. III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA. **Anais**. Manaus, 1983.

CASTRO, F. C. P. Concentrado protéico de peixe como suplemento alimentar nas forças armadas: emprego, produção e estabilidade de concentrado protéico de "piracuí" na ração operacional de combate de selva. I WORKSHOP BRASILEIRO EM APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DE PESCADO. **Anais**. Itajaí - SC, 2003.

CASTRO, F.C. P, LESSI, E. Produção e emprego do concentrado protéico de peixe, "piracuí" de Acari-bodó, *Pterygoplichtys multiraditus* (HANCOCK, 1928), na ração operacional das forças armadas. **Revista de medicina militar**. PUBLICAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DA DIRETORIA DE SAÚDE DO EXÉRCITO. Ano II, n.28, janeiro 2001.

CASTRO, F.C. P., **Produção e Estabilidade durante a estocagem de concentrado protéico de pescado (Piaracuí) de acari-bodó, *Pterygoplichthys multiradatus* (Hancock, 1928) e aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829)**. 1999. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade do Amazonas. Manaus, 1999.

CASTRO, L. A. B. Bioquímica do pescado – I – Composição química. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**. São Paulo: Instituto de Pesca, 1988. 16p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. rev. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CERDEIRA, R. G. P., RUFFINO, M. L., ISAWC, V. J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre, PA - Brasil. **Acta Amazônica**. 27 (3): 213-228, 1997.

CHAVES, José Ribeiro Paes. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimento e bebidas**. Viçosa: UFU, 2001.

CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. 2 ed. – Zaragoza: Acribia, 1992.

COELHO, G. M. Rendimento e composição química de pescados e carcaças residuais da filetagem industrial: uma comparação. I WORKSHOP BRASILEIRO EM APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DO PESCADO. **Anais**. Itajaí, 2003.

COHEN, D. M. How many recent fishes are there? **Proc. Calif. Academy Sciences**, Ser. 4, 38: 341-346.

CORRÊA, N. C. F. **Estudo da cinética de extração de óleo da semente de maracujá com CO<sub>2</sub> supercrítico**. 1994. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pará. Belém, 1994.

DANTAS, H. J. **Estudo Termoanalítico, Cinético e Reológico de Biodiesel Derivado do Óleo de Algodão (*Gossypium hisutum*)**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2006.

DEPARTMENT OF HEALTH. Report on Health and Social Subjects nº 46. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. HMSO, London, 1994, 178p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996, 132p.

**ECOLOGIA MICROBIANA DE LOS ALIMENTOS 2**. Produtos Alimentícios - ICMSF. Ed. Acribia - vol II, 1985.

EIROA, U.M.N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Bol. ITAL**, v. 18, n.3, p. 353-383, 1981.

EWIN, J. **O Lado Sadio das Gorduras**. Trad. de Ana Beatriz Rodrigues. Editora Campus Ltda, Rio de Janeiro, 1997. 162p

FAO, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação. Documento Técnico de Pesca 348 - **El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad**. Laboratorio Tecnológico. Ministério da Pesca. Editado por H.H. Huss, Dinamarca, 1998.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acriba, 1993.

FERNANDES, V. J. **Curso de Análise Térmica (TG, DSC, DTA e TMA)**. UFRN, Natal, 1995.

FERREIRA, M. W., BRESSAN, M. C., VIEIRA, J. O., CHALFIN, L. T. F., SOUZA, R., SILVEIRA, L. S. M. (2004). Perfil de ácidos graxos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de cocção. In: XIX CBCTA - Ciência e Tecnologia de Alimentos: Estratégia Para o Desenvolvimento, Recife. Resumos, Cdroom 1.

FILGUEIRAS, L. A. **Determinação da vida de prateleira de filés congelados de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*, Valenciennes, 1840)**. 2002. 56f.

Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade do Amazonas. Manaus, 2002.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. Ed. Ateneu: São Paulo, 1996.

FREITAS, C. E. C., LIMA, A. C., RABELLO, J. G., NASCIMENTO, F. A., SOUZA, F. K. S., CARDOSO, R. S., SANTOS, I. L. A., SOUZA, D. V., SOUSA, R. G. C., SOUZA, W. C. **Ecologia e manejo dos recursos pesqueiros do rio Unini (Barcelos – Amazonas)**. Projeto de Pesquisa do Departamento de Ciências Pesqueiras. Universidade Federal do Amazonas. 2004.

FREITAS, C. E. C., RIVAS, A. A. F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia. **Ciência e Cultura**. vol. 58 n° 3. São Paulo: Julho/Setembro, 2006.

FREITAS FILHO, E. L. F; FREITAS, J. A. Ocorrência de Vermelhão em Produtos Salgados. **Higiene Alimentar**. v. 16, n. 94, p. 50-54, 2002.

GEROMEL, E. J.; FORSTER, R. J. **Princípios fundamentais em tecnologia de pescados**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia e Coordenadoria da indústria e comércio, 1982.

GLEISLER, R. KNOPPEL, H. A., SIOLI, H. **The ecology of freshwater fishes in Amazônia, present and future tasks for research**. Appl. Set. Develop, 2: 144-162.

GUIMARÃES, M. C. F.; OLIVEIRA, M. L. S.; FERREIRA, F. A. M.; Caracterização química e microbiológica da farinha de peixe “piracuí”. 6º Encontro de Profissionais de Química da Amazônia, 1988, Manaus. **Anais**. Manaus: Conselho Regional de Química 6ª Região, 1988. p. 50-57.

HALL, G.M. **Tecnología del Procesado del Pescado**. Acribia: Zaragoza, 305p, 2001.

HALPIN-DOHNALEK, M.I.; MARTH, E.H. *Staphylococcus aureus*: production of extracellular compounds and behavior in foods: a review. **J. Food Protec.**, v.52, p.267-282, 1989.

HANDBOOK OF AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. AOCS. 2-Thiobarbituric acid value – Direct method. Washington, 1997.

HARRIS, W.S. Nonpharmacologic treatment of hypertriglyceridemia: focus on fish oils. **Clin. Cardiol.**, v. 22, (suppl. II): p. 40-3, 1999

HARWALKAR, V. R.; MA, C-Y.; **Thermal Analysis of Foods**, 1st ed., Elsevier Applied Science: Londres, 1990.

ICMSF. **Microrganismos de los alimentos**. Técnicas de analisis microbiológico. Vol 1. Editorial Acribia, Zaragoza, 1983.

INHAMUNS, A. J; MENDONÇA, M. R. M; SOUZA, A. F. L. Produção do Concentrado Protéico de Pescado Artesanal (“piracuí”) a partir da Pira catinga (*Callophysus*

Macropterus) Espécie de Bagre do Estado do Amazonas. WORKSHOP G1-PESCADO. Inovações Tecnológicas e Valor Agregado na Tecnologia do Pescado: Pesquisas Brasileiras. SEAFOOD Expo Latin América. **Anais**. São Paulo, 2006.

IONASHIRO, M.; GIOLITO, I. **Cerâmica**, v. 26, n. 121, p. 17-24, 1980.

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry. Reporting physisorption data for gas / solid systems. **Pure & Appl. Chem.**, v. 57, n. 4, p. 603-619, 1985.

JARDIM, D. C. P. **Atividade de água: considerações teóricas e práticas**. Campinas: ITAL, 1993.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2005.

JESUS, R. S., FALCÃO, P. T., CARVALHO, N. L. A., CASTELO, F. P. CARNEIRO, A. R. X., **Técnicas para a conservação e industrialização de pescado da Amazônia**. In: **Bases Científicas para Estratégia de Preservação de Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas**. Volume 1 – 1991.

KANNER, J. Oxidative process in meat and meat products – Quality implications. **Meat Science**, Barking, v. 36, n.1-2, p. 169-189, feb., 1994. Special issue.

KARWOWSKA, M., DOLATOWSKI, Z. J. The effect of antioxidants on the oxidative process in beef. *Acta Scientiarum Polonorum*, **Technology Aliment** 6(1) 2007, 17-25.

KHURI A.J.; CORNELL F.A. **Response surfaces: design and analyses**. New York: Merce Dekker. 510p, 1996.

LABUZA, T. P.; SCHMIDL, M. K. Accelerated shelf-life testing foods. **Food Technology**. 39 (9): 57-62, 64, 1985.

LABUZA, T. P. Sorption phenomena in foods. **Food Technology**, v.22 n.3, p15-24, 1968.

LEITÃO, M. F. F. **Microbiologia do pescado e controle sanitário no processamento**. Rio de Janeiro: ITAL, 1977.

LEPAGE, G.; ROY, C. C. Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. **Journal of Lipid Research**, v.25, p. 1391 – 1396, 1984.

LIBRELATO, F. R.; LOPES-SHIKIDA; S. A. R. Segurança Alimentar: um estudo multidisciplinar da qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo-PR. **Informe Gepec**, v. 9, n. 2, p. 27-50, 2005.

LOMAURO, C. J.; BAKSHI, A. S.; LABUZA, T. P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equation. Part I: fruit, vegetables and meat products. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**. v. 18, p. 111-117, 1985.



LOURENCO, L. F. H.; SOUSA, C L.; SILVA, I. Q. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (*Arapaima gigas*) seco/salgado comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produto similar em laboratório visando estabelecer a vida-de-prateleira. **Higiene Alimentar**, v. 22, p. 15-23, 2008.

MACHADO, Z. L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: SUDENE, 1984.

MAIA, E. L., OLIVEIRA, C. C. S., SANTIAGO A. P, CUNHA, F E. A., HOLANDA, F C. A. F., SOUSA, J A. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.19 n.3 Campinas Sept./Dec. 1999.

MARKOVIC, M.C., CHOUDHURY, N.R., DIMOPOULOS, M., WILLIAMS, D.R.G., MATISONS, J. Charcterization of elastomer compounds by thermal analysis. **Thermchimica Acta**, v. 316, p. 87-95, 1998.

MAROULIS, Z.B.; TSAMI, E.; ARINOS-KOURIS, D.; SARAVACOS, G.D. Application of the GAB model to the sorption isotherms for dried fruits. **Journal of Food Engineering**, v.7, p.63-70, 1988.

MARTINHO, A. C. S. **Ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 em peixes dos rios amazônicos Curimatã (*Prochilodus nigricans*, Agassiz, 1829), Jaraqui (*Semaprochilodus sp*) e Tucunaré (*Cichla sp*)**. 1996. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade do Amazonas. Manaus, 1996.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N. S. A importância da adição de lipídios em rações para a aqüicultura. **Óleos e grãos**, n. 58, p. 32-7, 2001.

MATÉRIA Técnica: TA Instruments. Thermal analysis application brief: Kinetics of drying by thermogravimetric analysis. **TA-134**. Disponível em: [www.tainstruments.co.jp/application/pdf/Thermal\\_Library/Applications\\_Briefs/TA134](http://www.tainstruments.co.jp/application/pdf/Thermal_Library/Applications_Briefs/TA134). Acesso em 26 jul. 2008.

MOLINA-FILHO, L.; M. PEDRO, M. A.; TELIS-ROMERO, J.; BARBOZA, S. H. R. Influência da temperatura e da concentração do cloreto de sódio (NaCl) nas isotermas de sorção da carne de tambaqui (*Colossoma macroparum*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 453-458, abr.-jun. 2006.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnica de Avaliação Sensorial**. 2ª Edição. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984

MORAES, S. M. L., VIANA, C. M., MOARAI, A. R. C., ALVARENGA, R. C. Estudo bacteriológico do “piracuí” amazônico. IV Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos. Olinda, 1997. **Anais**, p. 32.

MORONI, F. T, ALMEIDA, V. M. F., JESUS, R. S., LESSI, E. Alterações post – mortem e aproveitamento tecnológico de músculo de acari-bodó, *Liposarcus pardalis* (CASTELNAU, 1855), conservado em gelo e congelado. Inovações Tecnológicas e Valor Agregado na Tecnologia do Pescado: Pesquisas Brasileiras. SEAFOOD Expo Latin América. **Anais**. São Paulo, 2006.

MORONI, F. T. **Alterações post-mortem do músculo de acari-bodó, *Liposarcus pardalis* (CASTELNAU, 1855) conservado em gelo ou congelado e seu aproveitamento tecnológico.** 2005. 150f. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2005.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Predição de atividade de água em alimentos e modelação matemática de isotermas de sorção. In: JARDIM, D. C. P.; GERMER, S. P. M. **Atividade de água em alimentos.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1997. Cap. 12.

NATARAJAN, U.M.; SREENIVASA, A. Proximate and mineral composition of freshwater fishes. **Indian Journal of Fisheries.** Bhavanisagar, v.8, n.2, p.422-429, 1961.

NETO, R. L., VITALI, A., A., QUAST, D. G., MORI, E. E. M. Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados. **Manual Técnico n°6.** Campinas: ITAL, p. 65-83, 1991.

NOGUEIRA, G. V., ALMEIDA, I. C. S. **Um processo simplificado para fabricação da farinha de pescado em pequena escala (Alimentação humana ou ração animal): Uma contribuição para racionalizar a fabricação do “piracuí”.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pará. Belém, 1996.

OCHOCKA, R. J., WESOLOWSKI, M., LAMPARCZYK, H. Thermal analysis supported by principal component analysis of essential oil samples. **Termochim. Acta**, v.173, p. 199-210, 1990.

OETTERER, M.; SOUZA DIAS, P de A. Agroindústria de pescado: farinha de peixe. **Informativo Técnico da ESALQ**, n.14, 1994. 21p.

OGAWA, M., MAIA, E. L. **Manual de pesca.** São Paulo: Livraria Varela, 1999.

OIKAWA, K. Processamento de farinha de peixe piracuí. Belém: EMATER, 1990. 13p. (Série Informe Técnico, 6).

OSWIN, C. R. The kinetics of package life, III, the isotherms. **Journal Chem. Ind., London**, v. 65, p. 419, 1946.

PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal. **Journal Food Science**, v.32, n. 5, p. 357- 367, 1985.

PARK, K. J., BIN, A., BROD, F. P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 21: 73-77, jan.-abr. 2001.

PARK, K. J.; NOGUEIRA, R. I. Modelos para ajuste de isotermas de sorção de alimentos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 80-86, 1992.

PEDRERO, A. L., PANGBORN, R. M. **Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos**. México: Alhambra, 1997.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO E CRUSTÁCEOS, 1995. Campos de Jordão. **Anais**. Campos do Jordão: CBN, 1995, v. 1. p.34-52.

PEZZUTTI, A.; CRAPISTE, G. H. Sorptional equilibrium and drying characteristics of galic. *Journal of Food engineering*, v31, p. 113 – 123, 1997.

PIGOTT, G; TUCKER, B. **Sea food effects of technology on nutrition**, 1st edit, Edit Marcel Dekker, INC, New York, USA, 1990.

PINHEIRO, L. A., FRÉDOU, F. L. Caracterização geral da pesca industrial desembarcada no Estado do Pará. **Revista Científica da Universidade Federal do Pará**. Vol. 4. Abril, 2004.

PRADO, M.E.T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para obtenção de tâmara passa**. 1998. 218f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

PRENTICE, C., SAINZ, R. L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 25(1): 127-131, jan.-mar. 2005.

RABELO, A. M. A. **Métodos sensoriais para análise do pescado**. In: CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO. Leopoldianum Editora e Edições Loyola. São Paulo, p.106- 116, 1988.

RACANICCI, A. M. C, MENTEN, J. F. M., IAFIGLIOLA, M.C., GAIOTTO, J. B., PEDROSO, A. A., Efeito da adição do antioxidante BHT e do armazenamento sobre a qualidade da farinha de carne e ossos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 2 n. 2. Campinas Maio/Ago, 2002.

RAHMAN, M. S. **Food Properties HandBook**. CRC Press. 1st edit, New York, USA, 1995.

RAPRA review reports. Thermal Analysis of Polymers, **Rapra technology** Ltd., Report 95, v. 8, n. 11, p. 1-39. 1997.

REY, F.J., CHAMORRO, O., GIL, F. J. M., GIL, J. M. Characterization of fatty acid methyl esters by thermal analysis. **J. of Thermal Anal.** v.40, p. 463-473, 1993.

RIBEIRO, S. C. A. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de filés de mapará (*Hypophthalmus edentatus*)**. 2005. 288f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

RUFFINO, M. L. **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará - 2001/** Mauro Luís Ruffino (Coordenador). IBAMA/AM, Provárzea, 2002.

RUITER, A. **El Pescado y los Productos Derivados de la Pesca. Composición, propiedades nutritivas y estabilidad.** Zaragoza: Acribia, 1999.

RUIVO, U. E. **Análise sensorial na avaliação da qualidade do pescado.** In: Controle de qualidade do pescado. Leopoldinum Editora e Edições Loyola. São Paulo, p. 69-80, 1988.

SÁ FILHO, J. C. **Comparação da composição química do “piracuí” vendido no mercado do Ver-O-Peso e em um ponto comercial pré-determinado do município de Belém – Pa para verificar se estão dentro dos padrões.** Monografia (Especialização em Ecologia e Higiene do Pescado) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, 1998.

SAGUY, I, KAREL, M. Modeling of quality deterioration during food processing and storage. **Food Technology.** 34 (2), 78-85, 1980.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M.A.V.; GARCIA, M.; FABRE, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W.J. Fish communities in Central Amazon white and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 235-250, 2000.

SALINAS, R. D. **Alimentos e Nutrição : introdução a bromatologia.** 3 edição. Porto Alegre: Artmed, 2003.

SANCHEZ, L. **Pescado.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. 61p.

SANTOS, G. M., FERREIRA, E. J. G., ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus.** IBAMA/AM, Provárzea, 2006.

SANTOS, G. M., SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **ESTUDOS AVANÇADOS** 19 (54), 2005.

SANTOS, J. M. dos. **Microscopia eletrônica de varredura aplicada às ciências biológicas.** Jaboticabal: FUNEP, 1996. 56p.

SANTOS, J. C. O. **Estudo termoanalítico e cinético da degradação térmica de óleos e lubrificantes automotivos.** 2004. 170f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa , 2004.

SANTOS, J. C. O. **Parâmetros termoanalíticos, cinéticos e reológicos de óleos comestíveis comerciais.** 2001. 178 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2001.

SANTOS, M. A. S. A cadeia produtiva da pesca artesanal no Estado do Pará: Estudo de caso no nordeste paraense. **Amazônia: Ci. & Desenvolvimento**, Belém, v.1, n.1, jul. /dez. 2005.

SANTOS, V. B. **Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2004.

SANYO TECNO MARINE. **Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins rivers mouth areas in the federative republic of Brazil.** 334 p., 1998.

SCHÄR, W.; RUÈGG, M. The Evaluation of GAB Constants from Water Sorption Data. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 18, p. 225-229, 1985.

BOSISIO, A.; LODY, R.; MEDEIROS, H.; SOUZA, M. *Culinária amazônica: o sabor da natureza.* Rio de Janeiro: Editora Senac Nacional, 2002. 152p.

SILVA, C. R. **O pescado como alimento.** Viçosa: UFV, 1981. 15p

SILVA, I. Q.; LOURENÇO, L. F.H. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (*Arapaima gigas*) seco/salgado comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produtos seco/salgado em laboratório visando estabelecer a vida-de-prateleira. **PIBIC-Relatório Técnico – Científico.** Belém, 2005.

SILVA, M. H M. **Levantamento de parâmetros de qualidade do produto “Medalhão de Peixe”elaborado a partir de carne mecanicamente separada.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2006.

SILVEIRA, M. O. O. **Preparo de amostra biológica para microscopia de varreura eletrônica de varredura.** In.: W. de SOUZA (ed.). Manual sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica de varredura, Técnicas básicas. Sociedade Brasileira de Microscopia Eletronica, 1989. v. 1, p. 71-82.

SIKORSKI, Z. E. **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación.** Zaragoza: Editora Acribia, 1994.

SIRCAR, A.K., GALASKA, M.L., RODRIGUES, S., CHARTOFF, R.P. Glass transition of elastomers using thermal analysis techniques. **Rubber Chemistry and Technology**, v. 72, n. 3, p. 513-552, 1999.

SHUGAR, G.J. **The Chemist's Ready Handbook.** McgrAw-Hill Inc. USA, 1990.

SKOOG, A.S., HOLLER, F.J., NIEMAN, T.A. Métodos térmicos. ----- **Princípios de Análise Instrumental**, Bookman, S.P., 2002.

SOUZA, L. C. M; MORONI, F. T; LESSI, E. JESUS, R. S. Avaliação do rigor e determinação da composição centesimal em acari-bodó, *Liposarcus pardalis* (CASTELNAU,1855) In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 13, 2003, Porto Seguro. **Anais.** Porto Seguro. 2003. p.21 - 25.

SPARRE, T. Fish meal: manufacture, properties and utilization. In: BORGSTROM, G. **Fish as food.** Michigan. Academic Press, 1965. Vol. 3. p. 411-413.

STATISTICA **for Windows.** Version 5.5. USA: StatSoft, 2000.

STEVANATO, F. B. **Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar**. 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

SZENTTAMÁSY, E.R.; BARBOSA, S.M.V.B.; OETTERER, M.; MORENO, I.A.M. Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Sci. Agric.**, Piracicaba, SP. 50(2):303-310, jun./set., 1993.

**Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - USP**. Versão 4.1. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS (1998). Disponível em [http://www.fcf.usp.br/Tabela/buscar\\_alim.asp](http://www.fcf.usp.br/Tabela/buscar_alim.asp). - Acesso em 12/01/2007.

TACON, A.G.J. **Feed Ingredients for warm water fish: meal and other processed feedstuffs**. Rome: FAO, 1993.

TAOUKIS, P. S., LABUZA, T. P. SAGUY, I. S. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. In: The Handbook of food Engineering Practice.

TEIXEIRA NETO, R. O. **Atividade de água e transformações dos alimentos**. Campinas: ITLA, 1993.

TEXEIRA NETO, R. O., QUAST, D. G. **Isotermas de adsorção de umidade em alimentos**. Campinas: ITAL, v. 8, p. 141-197, 1993.

TORNES, E. Y. GEORGE, P. La conservación del pescado – industria conservera. **Revista tecnica de la industria de conservas de pescados**. N. 44, 1976.

TRANT, A. S., PANGBORN, R. M., LITTLE, A. C. Potential fallacy of correlating hedonic responses with physical and chemical measurements. **Journal of Food Science**. 41, 583.

VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for the microbiological. Examination of Food**, 3.ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

VILHELMSSON, O.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTJANSSON, J.K. Isolation and characterization of moderately halophilic bacteria from fully cured salted cod (bachalao). **J. Appl. Bacteriol.** v.81, p. 95-103, 1996.

VILHELMSSON, O., HAFSTEINSSON, H.; KRISTJANSSON, J.K. Extremely halotolerant bacteria characteristic of fully cured and dried cod. **International Journal of Food Microbiology**, v.36, n.1, p.163-170, 1997.

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M. R. B. **Composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos graxos LNA, EPA E DHA no tecido muscular de Tilápias (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça**. 2003. 192f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

VISENTAINER, J, V.; CARVALHO, P. O; IKEGAKI, M; PARK, Y. K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciênc. Technol. Aliment.** vol.20 n.1 Campinas Apr. 2000.

YOUNG, J.H. Evaluation of models to describe sorption and desorption equilibrium moisture content isotherms of Virginia – type peanuts. **Transaction ASAE**, v.19, p.146, 1976.

WATANABE, K. Bactéria vermelha do peixe salgado. **Brasil Salineiro**, p.12-13, 1960.

WENDLANDT, W. W. M.; **Thermal Analysis**, 3rd ed., John Wiley & Sons: New York, 1986.

WINDSOR, M., BARLOW, S. **Introducion a los subproductos de pesqueria**. Espanha: Ed Acribia, 1984.