



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**PRODUÇÃO DE SOPA INSTANTÂNEA COM RESÍDUOS DE TAMBAQUI (*Colossoma  
macropomum*)**

**RHERYSONN PANTOJA DE JESUS**

**MANAUS  
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**RHERYSONN PANTOJA DE JESUS**

**PRODUÇÃO DE SOPA INSTANTÂNEA COM RESÍDUOS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, área de concentração em Ciência de Alimentos.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Jose Inhamuns**

**MANAUS  
2015**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar sempre presente em minha vida e tornar tudo possível.

A minha mãe-avó Marieta Pantoja de Jesus pelo exemplo de vida, amor, carinho e ser responsável por tudo ter sido possível até aqui. Obrigado por tudo mãe!

A minha esposa Micaela Paloma pelo companheirismo, compreensão, ajuda, amor e paciência. Obrigado por cada dia, você é muito importante em minha vida!

Ao meu orientador Professor Antônio Jose Inhamuns por toda atenção, apoio, confiança, paciência, incentivo, amizade, ensinamentos e exemplo profissional, transmitidos diariamente.

Ao professor Antônio Fábio por toda paciência, ensinamentos, confiança, carinho, amizade e apoio diários.

A professora Cláudia Cândida pela atenção, ajuda e ensinamentos durante a realização da análise elementar.

A todos do laboratório de tecnologia do pescado, pela orientação, companhia, apoio e risos ao longo do curso.

Aos meus amigos da Universidade Federal do Amazonas, por toda ajuda prestada durante o curso e por tornar os momentos difíceis bem mais fáceis de serem vividos. Muito obrigado!

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização do presente trabalho.

Se você quer transformar o mundo, experimente primeiro  
promover o seu aperfeiçoamento pessoal e realizar  
inovações em seu próprio interior.

Estas atitudes se refletirão em mudanças positivas no seu  
ambiente familiar.

Deste ponto em diante, as mudanças se expandirão em  
proporções cada vez maiores.

Tudo o que fazemos produz efeito, causa algum impacto.

Dalai Lama

## RESUMO

Dados divulgados pelo IBGE mostram que a população da região amazônica tem a maior proporção de consumo de pescado por habitante no Brasil. Com o objetivo de elaborar um novo produto a base deste alimento, que é bastante apreciado pelos consumidores da região, com sabor, comodidade e valor agregado, a partir, de uma espécie de peixe de grande aceitabilidade por seu ótimo paladar e valor nutricional, aprimorou-se a produção de sopa instantânea desidratada de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Amostras de cabeças e carcaças pré-cozidas foram utilizadas, adicionadas de legumes, verduras e condimentos para aprimorar o sabor e aumentar seu valor nutricional, tendo a utilização da liofilização como processo tecnológico para que se tenha uma maior estabilidade e agregação de valor. Foram realizadas análises físico-químicas envolvendo composição centesimal, atividade de água, pH, minerais além do valor calórico e análises microbiológicas. As análises físico-químicas mostraram conteúdo proteico (acima de 32%) e valor calórico (acima de 440 kcal), superior aos produtos similares disponíveis no mercado e juntamente com as análises microbiológicas indicaram a viabilidade de consumo das sopas produzidas por até 180 dias de estocagem sob temperatura ambiente e em embalagem específica. Na análise elementar, para uma porção de 200 ml de sopa, foi verificado quantidade de sódio abaixo de muitas sopas comerciais. Baseados nestes dados, conclui-se que a utilização de resíduos de cabeça e carcaça de tambaqui pode ser uma alternativa viável como matéria prima de baixo custo e produção de novos produtos a base de pescado, agregando valor aos resíduos e atendendo os consumidores no requisito de alimento seguro para consumo, alto valor nutricional e de fácil preparo.

**Palavras-chave:** Tambaqui; liofilização; resíduos de pescado; sopas desidratadas.

## ABSTRACT

Data released by IBGE shows that the population of the Amazon region has the highest proportion of fish consumption per capita in Brazil. With the goal of developing a new product based on this food, which is appreciated by consumers in the region, with taste, convenience and value, from a kind of great acceptability of fish, great taste and nutritional value, we improved the production of instant dehydrated soup, with tambaqui waste (*Colossoma macropomum*). Samples of pre-cooked fish heads and carcasses were used, added of vegetables and condiments to enhance flavor and increase their nutritional value, and the use of lyophilization as a technological process in order to have greater stability and value. Physico-chemical analyzes involving centesimal composition, water activity, pH, minerals beyond the caloric value and microbiological were performed. The physico-chemical analyzes showed protein content (over 32%) and calorific value (over 440 kcal) superior to similar products available in the market and with microbiological analyzes indicated the feasibility of consumption of soups produced up to 180 days storage at room temperature and specifies packaging. On elemental analysis, for a portion of 200 ml of soup, the amount of sodium was observed under many commercial soups. Based on these data, it is concluded that the use of head waste and and carcasses of tambaqui can be a viable alternative as a raw material of low cost and production of new products to fish-based, adding value to waste and given consumers the requirement of food safe for consumption, high nutritional value and easy preparation.

**Keywords:** Tambaqui; lyophilization; fish by-products; dehydrated soups.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADP: Adenosina difosfato

ATP: Adenosina Trifosfato

Aw: Atividade de Água

DHA: Ácido docosaheptaenóico

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA: Ácido eicosapentaenoico

FAO: Food and Agriculture Organization

FIESP: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FRXDO: Fluorescência de Raios-x por Dispersão de Ondas

IBOPE: Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística

IFT: Institute of Food Technologists

INPA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

MPA: Ministério da Pesca e Aquicultura

NMP: Número Mais Provável

pH: Potencial Hidrogeniônico

SUFRAMA: Superintendência da Zona Franca de Manaus

UFAM: Universidade Federal do Amazonas

UFC: Unidade Formadora de Colônia

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa continental em 2010 e 2011 discriminada por Unidade da Federação.....	11
Figura 2: Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> , CUVIER, 1818).....	24
Figura 3: Resíduos de tambaqui (cabeça e carcaça).....	34
Figura 4: Cabeças de tambaqui imersas em água clorada. ....	35
Figura 5: Carcaças de Tambaqui imersas em água clorada.....	35
Figura 6: Sanificação dos outros ingredientes.....	36
Figura 7: Utensílios imersos em água clorada.....	36
Figura 8: a) Pesagem e envase das amostras em suas embalagens. b) Amostras das sopas envasadas (S.E.= Sopa da Carcaça; S.C.=Sopa da Cabeça; S.M.= Sopa Cabeça + Carcaça). ....	38



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Características organolépticas do pescado fresco e do deteriorado.....	23
Quadro 2: Diferença entre desidratação convencional e a liofilização. ....	30
Quadro 3: Formulações das sopas de liofilizadas produzidas com resíduos de tabaqui. ....	37
Quadro 4: Composição Centesimal e Valor Energético de algumas sopas desidratadas comerciais.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Rendimento do processamento de diferentes subprodutos obtidos a partir de resíduos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	43
Tabela 2: Composição centesimal dos resíduos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ). .....	44
Tabela 3: Análises físico-químicas e valor energético das sopas liofilizadas produzidas com subprodutos de resíduos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	46
Tabela 4: Composição mineral das sopas liofilizadas de resíduos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ). .....	48
Tabela 5: Contagens microbiológicas das sopas liofilizadas de resíduos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), durante 180 dias de estocagem à temperatura ambiente. ....	49

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
<b>2.1 A Produção Pesqueira no Brasil e na Amazônia</b> .....	11
<b>2.2 Consumo de Pescado</b> .....	12
<b>2.3 Características Gerais do Pescado</b> .....	14
<b>2.4 Indicadores da qualidade higiênico-sanitárias do pescado</b> .....	16
<b>2.5 Alterações físico-químicas no pescado</b> .....	21
<b>2.6 Avaliação sensorial do frescor do pescado</b> .....	22
<b>2.7 Considerações sobre o Tambaqui (Classificação taxonômica e características)</b> .....	23
<b>2.8 Resíduos da Produção de Pescado</b> .....	25
<b>2.9 Introdução de novos produtos a base de resíduos de pescado</b> .....	27
<b>2.10 Processo de Liofilização</b> .....	28
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	32
<b>3.1 Geral</b> .....	32
<b>3.2 Específicos</b> .....	32
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
<b>4.1 Material</b> .....	33
4.1.1 Matéria-Prima.....	33
<b>4.2 Métodos</b> .....	33
4.2.1 Avaliação sensorial do pescado.....	33
4.2.2 Preparo das matérias primas para a elaboração das sopas.....	33
4.2.3- Preparação da sopa de resíduos do tambaqui.....	36
4.2.4- Liofilização da sopa de resíduos do tambaqui .....	38
<b>4.3 Análises da qualidade dos subprodutos residuais e da sopa</b> .....	38
4.3.1 Análises Físico-químicas.....	38
4.3.1.1 Análise Centesimal.....	38
4.3.1.2 Potencial Hidrogênionico (pH) .....	40
4.3.1.3 Atividade de Água.....	40
4.3.2 Minerais.....	40
4.3.3 Análises microbiológicas .....	41

4.3.2.1 Preparo das amostras .....	41
4.3.4 Estabilidade Comercial .....	43
4.3.5 Análise Estatística .....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Rendimento .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Caracterização físico-química da cabeça e carcaça .....</b>	<b>44</b>
<b>5.3 Caracterização físico-química e teor de minerais das sopas .....</b>	<b>45</b>
<b>5.4 Caracterização microbiológica e estabilidade comercial .....</b>	<b>48</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria de alimentos vem desenvolvendo cada vez mais produtos versáteis, e práticos para o consumo. Isto se deve as exigências da população, que hoje tem um ritmo de vida mais acelerado, quer por motivos profissionais, quer pelas suas responsabilidades fora trabalho (família, lazer, saúde mental e física). Cada vez mais a população procura opções alimentícias mais rápidas, praticas, apresentando segurança alimentar e que satisfaçam seu paladar. Neste enfoque, tem-se a busca pela praticidade no preparo dos alimentos, logo se tem tornado cada vez mais frequente encontrar nos supermercados uma diversidade de produtos prontos e/ou semiprontos, instantâneos, desidratados, sobremesas e sopas.

De acordo com uma pesquisa Nacional realizada pela FIESP/IBOPE sobre perfil de consumo de alimentos no Brasil (Brasil Food Trends 2020), o consumidor brasileiro procura cada vez mais os alimentos industrializados. Isto se deve a sua nova rotina, trabalho em tempo integral não restando tempo para preparar comidas mais sofisticadas, aderindo a pratos comerciais congelados e semiprontos que apresentam maior praticidade no preparo. O estudo mostrou cinco grupos de tendências (atitudinais) de consumo, validadas por estudos elaborados por centros de referência internacionais, que são: sensorialidade e prazer; saudabilidade e bem-estar; conveniência e praticidade; qualidade e confiabilidade; sustentabilidade e ética.

Em relação aos alimentos ricos em nutrientes temos como principal fonte o pescado. Ele possui na sua constituição todos os aminoácidos essenciais para a dieta humana, apresenta alto teor de lisina e a digestibilidade de sua proteína é alta, denotando-a um valor biológico superior ao de outras fontes animais como ovos, leite e carne bovina (BALDISSEROTTO; NETO, 2004). No entanto, entre os produtos de origem animal, o pescado é o alimento mais susceptível ao processo de deterioração devido, entre outros fatores, ao pH próximo à neutralidade, à riqueza em lipídios poli-insaturados, à ação proteolítica de enzimas naturalmente presentes no pescado e a sua grande quantidade de água. As reações autolíticas que influenciam as características sensoriais ocorrem no músculo do pescado imediatamente após a sua morte (ALMEIDA et al., 2005).

Dentre os peixes, o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) é uma das principais espécies cultivadas na Amazônia. Deve-se a isso suas qualidades como onívora, rusticidade e crescimento rápido, além de fácil aceitação às rações artificiais e adaptação à criação em cativeiro. A espécie é considerada “símbolo ictíco da floresta tropical” por hábito

alimentar onívoro, com predileção por frutos e sementes da floresta e estreita relação com estes, além de ser a principal espécie comercializada na região e a mais estudada pelos pesquisadores da área (BRASIL, 2003). Possui alta aceitação no mercado, em razão de sua carne saborosa, que tem vida útil de 43 dias se conservada de forma correta entre camadas de gelo (ALMEIDA et al., 2006).

São vários os processos e mecanismos que são utilizados na indústria processadora de pescado como alternativas para aumentar o tempo de prateleira, realçar o sabor, diminuir as perdas entre outras. Dentre eles, os mais utilizados são: refrigeração, congelamento, concentração, salga, defumação, enlatamento, métodos de secagem e dentre estes a secagem a frio, também denominada de liofilização ou freeze dryng.

A liofilização é um dos processos industriais que tem se mostrado muito eficiente para a conservação, e que aparece como alternativa para ampliar a comercialização do pescado. Este processo de conservação tem como finalidade aumentar o tempo de prateleira e assegurar as condições adequadas de higiene do produto, ocasionando alterações mínimas nas suas características nutricionais e sensoriais (ARAUJO et al., 2000). O processo consiste na secagem de um produto previamente congelado no qual a maior parte da água é removida por sublimação. É reconhecidamente o melhor método para preparação de produtos desidratados de alta qualidade (LEIRNER et al., 2009).

O processo de liofilização possui várias vantagens ligadas à estrutura do produto, como a característica esponjosa que permite a reconstituição rápida, realce do sabor e aparência fiel do produto original. Outras vantagens ligadas às baixas temperaturas de operação são a redução de perdas vitamínicas e de constituintes voláteis, diminuição de desnaturação proteica e capacidade digestiva que se torna mais elevada (EVANGELISTA, 2005).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi à utilização de resíduos de tambaqui para o desenvolvimento de sopas instantâneas, empregando o processo de liofilização como meio tecnológico para sua conservação e agregador de valor.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Produção Pesqueira no Brasil e na Amazônia

A produção de pescado nacional para o ano de 2011 foi de 1.431.974,4 t, registrando-se um incremento de aproximadamente 13,2% em relação ao ano de 2010, mesmo com um decréscimo produtivo no Estado do Amazonas. A região Norte é a principal produtora de pesca extrativa continental no Brasil, com 137.144,5 t, sendo responsável por 55% da captura total em 2011 (produção anual de 2011: 249.600,2 t). Atualmente o Estado do Amazonas é o principal produtor de pescado de água doce do Brasil, e sua produção no ano de 2011 foi de 63.743,3 t, representando 40,3% do total capturado. Em seguida, aparecem os estados do Pará e do Maranhão, com 55.402,7 t e 25.743,5 t, respectivamente (BRASIL, 2011). A Figura 1 demonstra a produção de pescado nacional extrativa continental nos anos de 2010 e 2011 por estado.

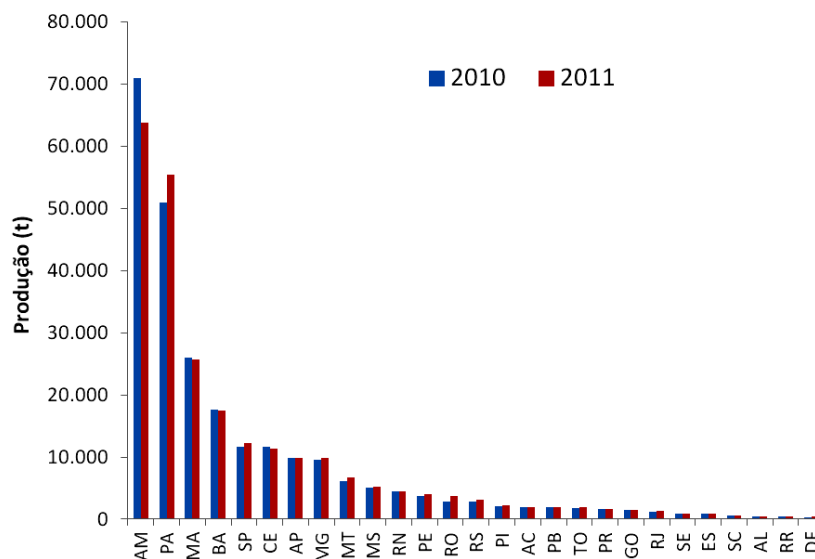


Figura 1: Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa continental em 2010 e 2011 discriminada por Unidade da Federação.

Fonte: MPA, 2011.

Outra técnica em que o estado do Amazonas apresenta uma grande produção pesqueira é a aquicultura continental. Sendo uma das técnicas de cultivo de pescado que mais cresce no Brasil, 38,1% foi o valor de crescimento obtido no ano de 2011 em relação ao ano de 2010. Ela é responsável por uma produção de 544.490,0 t e 38% da produção de pescado nacional no Brasil.

O estado do Amazonas em 2010 obteve uma produção de 11.892,2 t e no ano de 2011 sua produção foi de 27.604,2 t de pescado, verificou-se que o estado obteve um aumento de 113,8 % na produção aquícola continental (BRASIL, 2011).

Na produção aquícola continental a tilápia e o tambaqui foram as espécies mais cultivadas, as quais somadas representaram 67,0% da produção nacional de pescado desta modalidade. Contudo, também merecem destaque a produção de tambacu, carpa e pacu, que juntas representaram 20,1% da produção (BRASIL, 2011). Sem dúvida a espécie mais cultivada na piscicultura no estado do Amazonas é o tambaqui (IBAMA, 2007; BRASIL, 2011).

De acordo com Cavero et al. (2009) a piscicultura no Estado do Amazonas vem crescendo em ritmo acelerado no agronegócio, acompanhada de uma tendência mundial da profissionalização como ocorre em outras áreas do agronegócio. Além disso, o tambaqui é a espécie mais cultivada no estado, decorrente da fácil adaptação em sistemas de cativeiro, da obtenção da tecnologia de propagação artificial e da cadeia produtiva, além de ter despertado o interesse empresarial decorrente da rentabilidade, uma vez que, a taxa interna de retorno pode ser alcançada acima de 40% por safra de comercialização e o período de recuperação do capital está abaixo de três anos.

## **2.2 Consumo de Pescado**

O peixe é a proteína animal mais consumida no mercado internacional, e a que encontra mais espaço para crescer. Além de oferecer um mundo de sabores, cada espécie, afinal, tem o seu diferencial na culinária, o pescado é leve e saudável. Em 2011, a produção mundial atingiu 154 milhões de toneladas, das quais 85% foram destinadas ao consumo humano. Como a pesca de captura não pode aumentar muito o chamado “esforço de pesca”, para não comprometer os estoques pesqueiros, a atividade aquícola (cultivo de pescado) está encontrando um gigantesco espaço para crescer e atender a demanda atual e futura. Neste contexto, o Brasil, por suas características físicas e matriz energética, tem perfil para se tornar um importante produtor de pescado. A cadeia produtiva do setor envolve produção de alevinos, ração, equipamentos, plantas de beneficiamento, conservação, transporte e comercialização. Tudo capaz de gerar milhares de empregos. No momento, as principais espécies cultivadas no país são tilápia e



tambaqui, mas outras podem conquistar um lugar de destaque, como o pirarucu da Amazônia, que encanta a brasileiros e estrangeiros (MPA, 2013).

Os brasileiros estão comendo muito mais peixes. Segundo uma nova pesquisa do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), a média de consumo por habitante/ano no País alcançou 14,5 quilos em 2014. Nos últimos dez anos, o consumo mais que dobrou no Brasil. Só de 2012 para 2013, o consumo no país cresceu quase 25% ultrapassando o mínimo estabelecido pela OMS que é de 12 kg/habitante/ano (SEAFOOD BRASIL, 2014; MPA, 2014).

Este fenômeno de aumento acentuado de consumo de pescado, que se repete em outras partes do mundo, pode ser explicado no País por alguns fatores, segundo Eloy de Sousa Araújo, Secretário de Infraestrutura e Fomento do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) - “Nos últimos anos a condição de vida dos brasileiros melhorou, a moeda nacional, o real, readquiriu o poder de compra e a população procura alimentos mais saudáveis para consumo, sendo o pescado uma excelente opção” (MPA, 2013).

O crescimento no consumo foi confirmado com a divulgação do Boletim Estatístico do MPA sobre a produção brasileira de pescado em 2011, o mais recente disponível. O boletim permitiu relacionar a produção nacional com as importações e exportações de pescado neste ano de referência, bem como avaliar em perspectiva os anos anteriores e as tendências de mercado (CONEPE, 2013).

Atualmente verifica-se um novo patamar para a produção e o consumo de pescado, pois, há uma década os supermercados não contavam com espaço para a exposição de peixes congelados e principalmente frescos, que era no imaginário popular característica de local sujo; os supermercados desmistificaram isso e hoje encontramos o tambaqui, a pescada amarela, o pargo e a cioba apenas pra citar alguns, recorda o secretário Eloy Araújo. Com o tempo, os jovens descobriram os sashimis da culinária oriental e os restaurantes de comida a quilo nas cidades passaram a oferecer pescado aos seus clientes. Também a indústria inovou com produtos de preparo mais fácil, de cortes prontos e as pizzas de sabor atum (MPA, 2013).

De acordo com MPA (2011) o consumo per capita aparente (CPA) é aferido através do levantamento da produção nacional (PN), incluídas as importações (IMPO) e excluídas as exportações (EXPO), sendo o volume total dividido pela população brasileira (POP), seguindo a equação:  $CPA = (PN + IMPO - EXPO) / POP$ . Neste sentido, a média regional de consumo de pescado chega a 60 kg/hab/ano na Amazônia (SAMPAIO et al., 2010), semelhante aos padrões de consumo europeus e asiáticos.

### 2.3 Características Gerais do Pescado

O pescado é uma das principais fontes de proteínas na alimentação humana. Mas não é apenas um bom alimento, pois também proporciona óleos, rações e produtos de valor para a indústria. Esse uso tão variado pode ser explicado pelas varias espécies de peixes que existem e pelas variadas estruturas histológicas e composição química de suas partes. Atualmente são conhecidas mais de 12 mil espécies de peixes que vivem em diferentes oceanos, mares, rios e lagos. Somente cerca de 1.500 dessas espécies são pescadas em quantidade suficiente para ser consideradas de relevância comercial (ORDÓÑEZ, 2005).

O peixe possui alto teor proteico, baixo teor de gorduras saturada, excelente digestibilidade, elevada concentração de ácidos graxos poliinsaturados das séries ômega 3 e ômega 6 ( $\omega 3$  e  $\omega 6$ ) e grande quantidades de nutrientes. O aumento e/ou diminuição da concentração de elementos químicos é condicionada a vários fatores, dependendo de cada tecido e cada órgão que possa ser analisado (VIANA, 2012).

O ômega 3 é um ácido graxo essencial para o ser humano. Como não é produzido pelo organismo, deve ser assinalado através dos alimentos. Entre outros benefícios, inibe a depressão e a agressividade, impede a proliferação das células cancerígenas e diminui reações alérgicas, como a trombose. Os  $\omega 3$  podem ser encontrados nos alimentos, principalmente nos peixes marinhos de águas frias (salmão, atum arenque, bacalhau, sardinha) e em menores concentrações em peixes de água doce, sendo também encontrados nos óleos de soja, de canola e de linhaça. Sua deficiência no organismo esta associada a doenças do Sistema Nervoso Central, como a depressão, a esquizofrenia, o déficit de atenção, a hiper-atividade e a agressividade. Os óleos de muitas espécies de peixes marinhos são ricos em ácido graxo eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), que são as formas longas e insaturadas ativas da serie  $\omega 3$ , e que podem ser absorvidas diretamente pelos ciclos metabólicos dos seres humanos (DEVORE et al., 2009; KUS et al., 2009).

Ainda, o pescado pode ser uma excelente fonte de minerais importantes como o magnésio, manganês, zinco, cobre, dentre outros, sendo o mesmo um grande potencial de mercado por atender as necessidades dos consumidores de varias maneiras sendo algumas delas: aspectos nutricionais, sensoriais, facilidade no manuseio, bem como aspectos econômicos, dentre outros (FERREIRA et al., 2002). Os consumidores estão interessados na concentração dos minerais do peixe devido a disponibilidade de minerais essenciais (P, Na, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Se,

Cr, Co, Cu, Mn e Zn), porém, há uma grande preocupação quanto à presença de metais potencialmente tóxicos em sua carne (MARQUES et al., 2010).

A água é um dos componentes do peixe que apresenta maiores variações relacionadas as espécies e as épocas do ano, e pode compreender de 53 a 80% do total, peixes gordos e peixes magros. De maneira geral, admite-se que há nos peixes uma correlação inversa entre o conteúdo de água e o de lipídeos totais, muito mais acentuada no caso das espécies gordas (ORDÓÑEZ, 2005).

Os músculos do pescado (tecido heterogêneo, composto por uma mistura de tipos de fibras, uma matriz extracelular, macrófagos e sangue) são constituídos por vários grupos de proteínas, que dependendo de sua solubilidade, podem ser divididas em: sarcoplasmáticas, miofibrilares e insolúveis ou do estroma. As proteínas sarcoplasmáticas representam em torno de 20 a 30% do total das proteínas, apresentam propriedades de serem solúveis em água e em soluções salinas diluídas. Compreendem as proteínas do sarcoplasma as integrantes do líquido extracelular e as proteínas presentes nas pequenas partículas do sarcoplasma (ORDÓÑEZ, 2005; OETTERER, 2006).

Proteínas miofibrilares compreendem de 40 a 60% do total proteico. São basicamente a miosina e a actina. Essas proteínas se completam, formando a actomiosina no momento do rigor mortis, e são também responsáveis pela capacidade do pescado reter água, pelas propriedades organolépticas e pela capacidade de formação de gel. A miosina constitui de 50 a 60% da fração miofibrilar e a actina, de 15 a 20%. Além dessas, outras proteínas da estrutura das miofibrilas e das interações com as proteínas contrateis, compreendendo 10%, como a tropomiosina e a troponina. As proteínas do estroma (tecido conectivo) são o colágeno e a elastina, e constituem no resíduo de extração das sarcoplasmáticas e miofibrilares (OETTERER, 2006).

De acordo com Ogawa e Maia (1999), o paladar do pescado é determinado pelo conteúdo de lipídeos, quantidade de água e composição de extrativos. Em geral, os peixes que apresentam maior teor lipídico são mais saborosos. O conteúdo de gordura do pescado sofre variações muito significativas, dependendo da época do ano, da dieta, da temperatura da água, da salinidade, da espécie, do sexo e da parte do corpo analisada. O teor calórico dos peixes depende do teor de gordura, sendo assim:

- ✓ Peixes magros: apresentam menos de 1% de gordura;
- ✓ Peixes meio gordos: apresentam 7 a 8% de gordura;
- ✓ Peixes gordos: apresentam mais de 15% de gordura.

Lipídeos de animais terrestres, constam principalmente de ácido oléico (18:1 $\omega$ 9) e ácidos graxos saturados enquanto dos vegetais se fazem representar sobretudo pelo ácido linoléico (18:2 $\omega$ 6). Quanto aos óleos de peixes marinhos, contém caracteristicamente EPA (ácido eicosapentaenoico, 20:5 $\omega$ 3), DHA (ácido docosaheptaenoico, 22:6 $\omega$ 3) e ácido esteárico (18:0) (OGAWA e MAIA, 1999).

Deve-se destacar que o valor biológico das gorduras é importante na prevenção de doenças como o ateroma, devido à presença de grande número de ácidos graxos poli-insaturados, além dos ácidos palmitoléico, linoléico, linolênico e araquidônico. Os óleos de muitas espécies de peixes marinhos são ricos em EPA e DHA, que são formas longas e poliinsaturadas ativas da série Ômega -3, que podem ser utilizadas diretamente no metabolismo do homem. Os ácidos graxos não têm função fisiológica exceto como fonte de energia. A sua importância está na capacidade de se transformar dentro do nosso organismo, em formas biológicas mais ativas (longas e insaturadas), que possuem funções: 1) estruturais nas membranas celulares, 2) desempenhando importante papel no equilíbrio homeostático e 3) nos tecidos cerebrais e nervosos (OGAWA e MAIA, 1999; KUS et al., 2009).

#### **2.4 Indicadores da qualidade higiênico-sanitárias do pescado**

O pescado é um dos alimentos mais perecíveis e, por isso, necessita de cuidados adequados desde que é capturado fresco até chegar ao consumidor ou à indústria processadora (ORDÓÑEZ, 2005). Esta elevada perecibilidade é devida a atividade de água elevada, à sua composição química, que varia em função da espécie, às condições em que ocorre o seu consumo e à época do ano em que é capturado, assim como por causa do teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis, e principalmente, do pH próximo da neutralidade, favorecendo o desenvolvimento microbiano (BARROS, 2003).

A deterioração do pescado instala-se logo após a morte e avança com o tempo. A velocidade de decomposição depende de fatores endógenos e exógenos. Os fatores exógenos são a temperatura, microrganismos, processamento e manipulação. Os fatores endógenos são a composição química e a textura dos tecidos (BARROS, 2003). O peixe é o alimento de origem animal mais susceptível ao processo de deterioração devido, entre outros fatores, ao pH próximo a neutralidade, à riqueza em lipídios polinsaturados e à ação proteolítica de enzimas

naturalmente presentes no pescado e a atividade microbiana. As reações autolíticas que influenciam as características sensoriais ocorrem no músculo do pescado imediatamente após a sua morte (CURCHO, 2009).

Após a morte do pescado, se inicia a fase de rigidez (*rigor mortis*), que apresenta uma elevada atividade enzimática e se caracteriza por apresentar uma redução do pH da carne, resultando de reações bioquímicas que utilizam o glicogênio muscular como energia e produzem o ácido láctico. As reservas de glicogênio, normalmente, estão associadas à quantidade de ácido láctico produzido. Quanto maiores as reservas de glicogênio maior é a acidificação do músculo e maior a proteção do mesmo contra o ataque bacteriano (OGAWA e MAIA, 1999). O processo completo do *rigor mortis* passa por três fases: o período de pré-rigor, que ocorre antes do estabelecimento do *rigor mortis* propriamente dito, é o período em que está ocorrendo o enrijecimento muscular; o rigor pleno, período em que o *rigor mortis* está realmente estabelecido; e o pós-rigor, que é quando ocorre a resolução do *rigor mortis*, caracterizado pela perda da rigidez muscular (FONTENELE et al., 2013).

Durante o processo de *rigor mortis*, inicialmente ocorre decomposição do ATP (adenosina Trifosfato) em ADP (adenosina difosfato), acompanhada da desfosforilação de creatina-fosfato (CP) cujo fósforo inorgânico (Pi) é utilizado para a regeneração do ATP. Quando não há mais CP disponível, a degradação do ATP passa a ocorrer de forma irreversível. Assim, a movimentação excessiva dos peixes por ocasião da captura, diminui consideravelmente as reservas de glicogênio de seus músculos, o que proporciona uma menor redução do pH. Por esse motivo, a fase de *rigor mortis* em pescado inicia-se rapidamente tem curta duração. Sabe-se que as alterações bacteriológicas só iniciam após esta fase, e como ela é de curta duração em peixes, a vida comercial dos pescado, é menor que a dos outros animais (SOUZA et al., 2003).

Com relação ao fator microbiológico, um grupo grande de bactérias existe na superfície corporal, trato gastrointestinal e respiratório (guelras) dos peixes vivos coexistindo em equilíbrio biológico. Com a despesca, as defesas naturais do pescado deixam de existir e as bactérias atravessam as barreiras da parede intestinal e das brânquias em busca de alimento. A flora microbiana difere dependendo da temperatura da água, em águas mais frias os microrganismos dominantes são os gêneros psicrófilos como as *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Moraxella*, *Acinetabacter* e *Vibrio*. Em águas quentes, floras grampositivas mesófilas, tais como *Micrococcus* e *Bacillus* (FERNANDES, 2003).

De acordo com a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, que Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, fixa-se os seguintes padrões microbiológicos para o pescado in natura ou congelado ou ainda, produtos a base de pescado refrigerado ou congelado: *Salmonella*, ausência em 25g; Coliformes a 45°C (fecais), no máximo 10<sup>3</sup> NMP/g; e para *Staphylococcus aureus*, máximo de 10<sup>3</sup> UFC/g.

Outro fator envolvido na rápida decomposição do pescado é o de que as estruturas do tecido muscular e conjuntivo são demasiadamente frouxas, tornando-se facilmente permeável aos microrganismos deteriorantes e patogênicos (BARROS, 2003).

### *Salmonella*

O gênero *Salmonella spp.* é composto por micro-organismos com forma de bastonetes Gram negativos, mesófilos, anaeróbios facultativos, não esporulados que apresentam um desenvolvimento ótimo em temperatura de aproximadamente 37°C. As bactérias do gênero *Salmonella* pertencem à família Enterobacteriaceae, ocorrendo duas espécies: *Salmonella bongori* e *Salmonella entérica*. No entanto, os organismos pertencentes a esse gênero são classificados em mais de 2.500 sorotipos, que são definidos com base nas diferenças entre os antígenos da parede celular e do flagelo (SOARES, 2012).

Todos os sorotipos do gênero *Salmonella* são causadores de intoxicação ou infecção alimentar (JAY, 2005). Todavia, a febre tifoide, grave infecção gastrointestinal, é associada principalmente à ingestão de alimentos contaminados. São também doenças causadas por *Salmonella*, a enterocolite, a febre entérica e a salmonelose (SOARES, 2012).

Atualmente, a *Salmonella* é um dos microrganismos mais frequentes envolvidos em casos e surtos de doenças de origem alimentar. As principais causas consideradas, que levam ao aumento da salmonelose veiculada por alimentos, são: aumento de elaboração de produtos em forma de massa; os procedimentos inadequados de armazenamento, que devido às atuais condições de vida são acumulados em excesso; o costume cada vez mais frequente de comer produtos crus ou pouco aquecidos; o aumento do comércio internacional; a diminuição de resistência às infecções, devido ao aumento dos níveis de higiene pessoal (BARROS et al., 2002).

Os sintomas característicos de doenças de origem alimentar causadas por *Salmonella* são: diarreia, náuseas, febre branda e calafrios, algumas vezes vômitos, dor de cabeça e fraqueza (TRABULSI et al., 2005).

### *Staphylococcus*

O *Staphylococcus aureus* é um dos agentes patogênicos mais comuns, ele é encontrado com relativa frequência como membro da microbiota normal do corpo humano e é uma das bactérias patogênicas mais importantes, uma vez que atua como agente de muitas infecções, variando desde aquelas localizadas superficialmente, até as disseminadas, com elevada gravidade (TRABULSI et al., 2005).

O termo “estafilococos” é definido de modo informal como um grupo de bactérias esféricas de tamanho pequeno, Gram-positivas. As bactérias desse gênero são mesófilas, apresentando temperatura de crescimento na faixa de 10 a 46 °C, com o ótimo na faixa de 40 a 45 °C. A faixa de pH para desenvolvimento é de 4,2 a 9,3, com ótimo entre 7,0 e 7,5. Este grupo de micro-organismos ainda tem a capacidade de sobreviver e se multiplicar em uma concentração de cloreto de sódio de até 15% e a produção de enterotoxina acontece em concentrações de sal de até 10%, o que faz com que os alimentos curados também sejam veículos potenciais de intoxicação. Em alimentos, produz uma enterotoxina (Staphylococcal Enterotoxins – SE), que são caracterizadas com base nas suas reações imunológicas. Já foram identificadas as toxinas do tipo A, B, C1, C2, C3, D, E e H (FRANCO et al., 2008).

Os indivíduos portadores assintomáticos constituem a principal via de contaminação nos alimentos, sendo que estes microrganismos se encontram nas mucosas nasais, mãos, garganta, axilas, virilhas e umbigo; também está presente em lesões inflamatórias (EVANGELISTA, 2005).

Em alimentos, as espécies de maior importância são *S. aureus*, *S. hyicus*, *S. chromogenes* e *S. intermedius*, sendo *S. aureus* a principal espécie associada aos casos de intoxicação alimentar, representando, em média, 98% dos surtos por este gênero (SANTANA et al., 2010).

### Coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes totais são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos. Este grupo é composto por bactérias da família Enterobacteriaceae, principalmente, pelos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* e são capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubadas à temperatura de 35-37°C, por 48 horas. Este grupo bacteriano pode ser encontrado nas fezes e em outros ambientes como vegetais e solos. Desta forma, a presença de coliformes totais no alimento, não indica necessariamente

contaminação fecal recente, uma vez que apenas a *Escherichia coli* tem como habitat primário o trato intestinal do homem e animais. E os coliformes termotolerantes são bacilos Gram-negativos, não esporulados, capazes de fermentar a lactose com produção de gás quando incubadas por 24 a 48 horas a 44,5 - 45,5°C. *Escherichia coli* é a espécie predominante entre os diversos microrganismos anaeróbios facultativos pertencentes à microbiota intestinal de animais de sangue quente. A presença desta espécie nos alimentos indica grave risco à saúde humana e animal, tendo em vista que diversas linhagens são comprovadamente patogênicas para o homem e animais, além de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias como os outros microrganismos que compõem a grupo dos coliformes totais. Além disso, a enumeração de *E. coli* auxilia na detecção do perigo potencial de uma toxinfecção alimentar através da água e dos alimentos fornecidos ao consumo (FRANCO et al., 2008).

A Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001, não estabelece padrão para a contagem de bactérias do grupo coliformes para o pescado fresco, inclusive a contagem de coliformes a 45 °C não é solicitada pela referida resolução. No entanto, estabelece um valor de 10<sup>2</sup> NMP/g de alimento para pratos prontos a base de pescado e que possam ser consumidos crus.

#### Bolores e Leveduras

Os bolores e leveduras, fungos filamentosos e não filamentosos, são capazes de se desenvolverem em produtos com atividade aquosa baixa, 0,80 para maioria dos bolores e 0,88 para leveduras deteriorantes. Entretanto, alguns fungos são capazes de se multiplicarem em produtos com menores atividades de água (cerca de 0,62), esse grupo é de importância em alimentos conservados pelo uso do açúcar, do sal e desidratados. A característica de se multiplicarem em uma ampla faixa de pH entre 2,0 e 8,5, torna o grupo importante também para produtos ácidos (frutas, conservas ácidas, vegetais fermentados e outros). Desta forma, são os principais deteriorantes de alimentos com pH inferior a 4,5; nos quais se multiplicam com facilidade (TRABULSI et al., 2005).

Os fungos representam os principais perigos biológicos aos alimentos com pH inferior a 4,5, com baixa atividade de água como produtos parcialmente desidratados (farinhas) e elevada fração lipídica, sendo o principal risco, sob o âmbito de segurança de alimentos, associado a produção de micotoxinas por alguns gêneros especialmente *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium* (FRANCO et al., 2008).



A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 1978) estabelece como limite máximo em farinhas e sopa desidratada 3 Log para bolores e leveduras UFC/g.

## **2.5 Alterações físico-químicas no pescado**

As mudanças que ocorrem no pescado, após sua morte, são difíceis de ser distinguidas e se procedem de atividades microbianas ou enzimáticas. A espécie do pescado e o manuseio que este recebe antes da morte influem bastante nos processos deteriorativos. Salienta-se que esta classe e quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas disponíveis nos músculos na forma de aminoácidos livres, peptídeos simples como anserina e glutatona, óxido de trimetilamina, creatina e taurina exercem importante papel no aparecimento de outros produtos de degradação, uma vez que a presença destas substâncias extrativas constitui o ponto fundamental da partida para a atividade dos microrganismos (OGAWA e MAIA, 1999).

A vida útil do pescado fresco depende de fatores como a flora bacteriana, temperatura de estocagem e de suas condições fisiológicas. A vida útil reflete a qualidade do produto final, fresco ou processado. A qualidade do pescado pode ser estimada através de testes sensoriais, métodos microbiológicos, medida dos compostos voláteis e oxidação lipídica, determinação de alterações nas proteínas do músculo, produtos do ATP e alterações físicas do pescado. No entanto existem alterações que dependem da idade, sexo, desenvolvimento, alimentação e sazonalidade (ALMEIDA et al., 2006).

Alguns parâmetros físico-químicos estão diretamente relacionados com o frescor e a deterioração do pescado, como, por exemplo, a presença de compostos resultantes da degradação do ATP (ex.: hipoxantina e inosina), de aminas voláteis provenientes da descarboxilação dos aminoácidos, do estabelecimento do rigor e a capacidade de retenção de água. Estes são alguns dos métodos atualmente empregues na avaliação da qualidade do pescado cuja validade já foi provada. Existem também métodos instrumentais que avaliam parâmetros físicos como a textura e a cor, que podem ser úteis na monitorização da qualidade dos produtos (OLIVEIRA et al., 2014).

Outro método para avaliar a alteração da qualidade da carne do pescado é o valor do pH. Alguns autores consideram que a determinação do pH não é um índice seguro do estado de frescor ou do início de deterioração. Seu uso é geralmente restrito por variar de amostra para

amostra e por ocorrerem ciclos de flutuações durante o período de estocagem (OGAWA e MAIA, 1999).

Em RIISPOA (BRASIL, 1952), consta que o pescado considerado fresco é aquele que apresenta pH da carne externa inferior a 6,8 e da carne interna inferior a 6,5. Segundo o Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA (BRASIL, 1981) amostra com pH de 5,8 a 6,2 indicam carne boa para consumo; pH 6,4: apenas para consumo imediato (limite crítico para consumo) e pH acima de 6,4: início de decomposição.

## **2.6 Avaliação sensorial do frescor do pescado**

As principais mudanças na estrutura e na composição química dos tecidos do pescado podem ser observadas por alterações nas propriedades sensoriais, como aparência externa, firmeza, consistência da carne e odor que, junto com os testes químicos, permitem saber se o pescado é apropriado ou não para o consumo. Todavia, a avaliação sensorial é a ferramenta mais antiga e também mais satisfatória para determinar o frescor e classificar o pescado e produtos de pescado, assim como o mais importante método para avaliar o frescor do pescado na pesquisa científica (MARTINSDÓTTIR, 1997, apud SANTOS, 2011).

Segundo o RIISPOA (BRASIL, 1952), o pescado fresco próprio para consumo deverá apresentar as seguintes características organolépticas: os peixes devem apresentar a superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico; olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas; guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes com odor natural, próprio e suave; ventre roliço, firme, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos; escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados; carne firme, consistência elástica, de cor própria à espécie; vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas; ânus fechado; cheiro específico, lembrando o das plantas marinhas. Considerando impróprio para o consumo, o pescado: de aspecto repugnante, mutilado, traumatizado ou deformado; que apresente coloração, cheiro ou sabor anormais; portador de lesões ou doenças microbianas que possam prejudicar a saúde do consumidor; que apresente infestação muscular maciça por parasitas, que possam prejudicar ou não a saúde do consumidor; tratado por antissépticos ou conservadores não aprovados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal; provenientes de água contaminadas ou poluídas;

procedente de pesca realizada em desacordo com a legislação vigente ou recolhido já morto, salvo quando capturado em operações de pesca; em mau estado de conservação; quando não se enquadrar nos limites físicos e químicos fixados para o pescado fresco.

O pescado, apresentando qualquer dessas alterações, deve ser condenado e transformado em subprodutos não comestíveis. No Quadro 1, apresenta-se uma relação das características da carne do pescado fresco e do pescado deteriorado.

Quadro 1: Características organolépticas do pescado fresco e do deteriorado.

<b>Características</b>	<b>Pescado Fresco</b>	<b>Pescado Deteriorado</b>
Odor	Fresco, algas marinhas.	Pútrido especialmente nas brânquias.
<i>Rigor Mortis</i>	Corpo rígido, tecido muscular firme e elástico.	Tecido muscular mole, permanecendo a impressão dos dedos quando comprimido.
Superfície	Brilhante, muco regularmente distribuído sobre a pele e transparente.	Escura, manchas acinzentadas, muco coagulado, aspecto amarelo ou marrom em putrefação adiantada.
Coluna vertebral	Ausência de cor.	Cor avermelhada.
Parede abdominal	Textura firme e elástica.	Textura flácida.
Firmeza da carne aos ossos	Exige considerável pressão para retirar.	Carne desprega-se facilmente
Brânquias/Guelras	Vermelhas intensas sem muco.	Cinzas, marrons, vermelhas.

(Fonte: BRESSAN, 2001).

## 2.7 Considerações sobre o Tambaqui (Classificação taxonômica e características)

O tambaqui (*Colossoma macroponum*, CUVIER, 1818) é uma espécie de peixe classificado taxonomicamente na classe Actinopterygii, ordem Characiformes, família

Characidae, subfamília Serrasalminae (Figura 2). É originário da América do Sul, das bacias do rio Amazonas e Orinoco (ARAUJO-LIMA et al., 2005).



Figura 2: Tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818).  
Fonte: <http://www.canaldoprodutor.com.br>

Na Bolívia e no Equador, o tambaqui é conhecido como “pacu”; no Peru como “gamitana”, na Colômbia e na Venezuela é chamado de “cachama”; nos Estados Unidos, a espécie é denominada de “black pacu”, podendo atingir mais de um metro de comprimento e pesar até 30 kg. Dados do Fishbase (2010) registraram como recorde a captura de dois exemplares distintos, sendo que um dos peixes pesou 40 kg e o outro mediu 108 cm. Na Coordenação de Pesquisas de Biologia Aquática (CPBA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), um tambaqui de 115 cm e 44 kg foi doado pelo prefeito do Município de Marañ. O animal foi capturado no médio Solimões. O tambaqui é considerada “símbolo ictífico da floresta tropical”, sendo um peixe pelágico que apresenta bom crescimento e hábito gregário. Na piscicultura, ele é reproduzido após indução hormonal, e as fêmeas podem produzir milhões de ovos em uma única desova total (DAIRIKI et al., 2011).

A Amazônia contribui com 25% da produção de pescado nacional, sendo o Pará o principal produtor (pesca extrativa marinha e continental), capturando cerca de 18% do total do pescado nacional, e o Amazonas, é o primeiro produtor em pesca continental. Hoje em dia existem mecanismos de controle dos estoques naturais de varias espécies, como por exemplo para o tambaqui: o tamanho mínimo é de 55 cm baseado em estudos de coleta de animais, sendo que, com esse tamanho, pelo menos 50% dos animais estariam preparados para a desova; época de “defeso” ou reprodutiva \_ corresponde aos meses de novembro a março; regras para determinadas práticas de pesca; adoção de registros e licenças; intensificação da fiscalização. Mesmo com todos esses esforços, existem claros indícios de sobrepesca da espécie e crescente

mercado de exemplares imaturos, que são chamados popularmente de “roelo” ou “ruelo” (DAIRIKI et al., 2011; MPA, 2011).

De acordo com os dados estatísticos da produção de tambaqui no País, pode-se observar um contínuo crescimento, partindo de 8 mil toneladas em 1994 e atingindo 111.084,1 toneladas em 2011. No ano de 2011, a produção de tambaqui representava 20,4% do pescado proveniente da piscicultura continental, produção total: 544.490,0 toneladas. No estado do Amazonas, o pescado oriundo da aquicultura corresponde a 27.604,2 toneladas, e grande parte dessa produção é constituída pela criação e engorda de tambaquis em viveiros escavados (MPA, 2011).

Em relação ao valor nutritivo, o tambaqui possui em média 75% de água, entre 2,18 a 6,5% de lipídeos, 15,3 a 22,4% de proteína e média de 2% de cinzas e de minerais, sendo que a composição nutricional pode variar em função da composição da dieta, do manejo alimentar, da idade e do tamanho dos peixes (CARTONILHO, 2011; MESQUITA, 2013).

## **2.8 Resíduos da Produção de Pescado**

Relatos de 2001 já consideravam que as indústrias de beneficiamento de pescado geravam quantidades expressivas de resíduos, devido principalmente à falta de reconhecimento deste recurso como matéria prima e fonte para outros produtos (PESSATTI, 2001). Boscolo et al. (2007) relataram que resíduos de pescado representavam cerca de 2/3 do volume da matéria-prima da indústria, constituindo grave problema ambiental. Uma alternativa viável para o aproveitamento dos resíduos foi historicamente a produção de farinha de pescado, amplamente empregada na aquicultura, como principal fonte proteica nas rações para a maioria das espécies cultivadas (GALDIOLI et al., 2001).

Kubitza e Campos (2006) classificaram os resíduos sólidos da indústria pesqueira em dois grupos considerados adequados ou não adequados para produção de alimentos utilizados na alimentação humana. As vísceras, escamas e o esqueleto, por exemplo, são matérias-primas da fabricação das farinhas, silagens e óleos de peixe, comumente empregados na alimentação animal. A carcaça contendo carne residual da filetagem, por sua vez, é submetida a processos para obtenção da polpa de peixe, principal ingrediente na fabricação de empanados e embutidos, muito apreciados na alimentação humana e com excelente valor agregado.

Em escala reduzida, a elaboração de couro, a partir de peles residuais do processo de filetagem de pescado para a fabricação de carteiras, bolsas, confecções de vestuários, entre outros artefatos, representa há alguns anos, uma fonte alternativa de renda que para as indústrias e entrepostos pesqueiros (SOUZA et al., 2003).

Além do aproveitamento dos resíduos destinado ao consumo animal e a produção de artefatos, tais resíduos podem ainda ser transformados em ingredientes para incorporação nos alimentos, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a lucratividade de indústrias de pescado (BOSCOLO et al., 2007). Ademais, os produtos elaborados a partir de resíduos de pescado podem ser, direta ou indiretamente, aproveitados para enriquecer ou suplementar a merenda escolar, sendo uma alternativa de baixo custo e viável para solucionar problemas de desnutrição entre as crianças de baixa renda (ROCHA, 2011).

Todavia, no Brasil, em torno de 50% de resíduos eram descartados durante o processamento de conservas ou em outras linhas de produção, como a filetagem, sendo considerado pequeno o aproveitamento de resíduos provenientes do beneficiamento de pescado (PESSATTI, 2001).

O aproveitamento de resíduos de pescado para elaboração de produtos, segundo pontuava De Souza (2002), já representava uma alternativa para solucionar a problemática do baixo consumo de pescado no Brasil, tendo em vista que a falta de praticidade e de padronização do produto no que diz respeito às características de sabor, presença ou não de espinhas, forma de preparo e valor nutricional determinavam o principal entrave para o aumento do consumo dessa matriz alimentar.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo anual de pescado de pelo menos 12 quilos por habitante/ano. No Brasil, o consumo per capita aumentou consideravelmente nos últimos anos. Em 2010, o consumo per capita de pescado no país foi de 9,75 kg/hab./ano, com crescimento de 8% em relação ao ano anterior. Já em 2011, verificou-se um aumento de 14,5% em relação a 2010, tendo um consumo per capita de 11,17kg/hab./ano. E no ano de 2014, foi verificado que o consumo subiu para 14,5kg/hab./ano (MPA, 2013 e 2014).

Vale ressaltar que, dentre os consumidores brasileiros de peixes, as crianças são aquelas que representam a parcela com o menor consumo de pescado, e, portanto, onde é necessário um trabalho de educação nutricional visando estimular o consumo desta matriz, com a finalidade de melhorar a qualidade da dieta deste grupo de indivíduos. Portanto, a inclusão de novos produtos

a base de pescado na merenda escolar representa uma excelente alternativa para o aumento de consumo de carne de peixe (GODOY et al., 2010).

Diante deste cenário, a criação de alternativas tecnológicas, com valor agregado que permitam o gerenciamento dos resíduos de pescado constitui uma atividade promissora devido a benefícios como combate à fome, a geração de empregos e o desenvolvimento sustentável (SIMÕES et al., 2007). Segundo Oliveira et al. (2006), simultaneamente ao avanço da atividade aquícola, devido ao surgimento de indústrias de beneficiamento, o processo de industrialização de pescado tem crescido de forma constante visando o aprimoramento no processo de obtenção de diferentes apresentações do pescado ao mercado consumidor.

Baseado nesses aspectos, a tendência atual baseia-se em transformar os subprodutos residuais e poluentes em co-produtos com valor agregado, sendo uma base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno. Logo, reduzir o uso inconsciente de matéria-prima para evitar desperdícios e promover o reaproveitamento dos subprodutos residuais são condições essenciais para a garantia de processos mais econômicos e com menor impacto ambiental (XAVIER, 2009).

## **2.9 Introdução de novos produtos a base de resíduos de pescado**

Atualmente a sociedade está direcionada ao consumo de produtos semiprontos ou prontos denominados “ready to eat”, mas que possuam elevado valor nutritivo, custos acessíveis, boa apresentação e embalagem de qualidade (SANTOS et al., 2011). Logo, há evidências de uma maior preocupação com a saúde e meio ambiente destacando-se entre os consumidores (GERHARDT et al., 2012).

Ultimamente são vários estudos envolvendo o aproveitamento integral de alimentos de origem animal e vegetal, que têm recebido grande destaque e atenção pelo consumidor. Os enfoques são diferentes para os tipos de aproveitamento, porém, percebe-se a preocupação em minimizar o desperdício, a insegurança alimentar e a preservação do meio ambiente (RODRIGUES et al., 2011).

Neste contexto, a elaboração de novos produtos a base de fontes de pescado poderia representar uma alternativa tecnológica viável, tendo em vista que o pescado é historicamente associado a alimento saudável, permitindo inclusive, a utilização de informações nutricionais nos

rótulos como, por exemplo, excelente fonte de ômega-3, caracterizando apelo nutricional que determina interesse e escolha dos consumidores (LUNELLI et al., 2006; MPA, 2011).

A indústria, visando fins lucrativos, leva aos consumidores novos produtos que estejam inseridos no contexto de praticidade, saudabilidade e sustentabilidade fato que pode ser alcançado a partir da utilização de resíduos de pescado, exemplo este, o tambaqui, que, atualmente, apresenta-se como o segundo pescado na produção na aquicultura nacional (MPA, 2011; MPA, 2013).

Atualmente, verifica-se grande utilização de resíduos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), na confecção de novos produtos, tais como: biscoitos (ROCHA, 2011), empanados (FERNANDES et al., 2011), salsicha (OLIVEIRA FILHO et al., 2010), fishburgers (MARENGONI et al., 2009), quibe (SANTA ROSA, 2009), caldo de tilápia (STEVANATO et al., 2007), linguiça fresca “tipo toscana” (VAZ, 2005), hambúrguer (LIMA et al., 2009), almôndegas (OLIVEIRA et al., 2012) e embutido defumado “tipo mortadela” (BARTOLOMEU, 2011).

## **2.10 Processo de Liofilização**

A tecnologia de alimentos visa sempre à conservação, preocupando-se fundamentalmente com sua produção em escala, dentro de uma linha, fazendo uso das operações e dos processos. Paralelamente a estes, são cuidados também os aspectos de qualidade, de segurança, de higiene, de economia de energia e de custos. São vários os métodos que podem ser empregados para conservar os alimentos, eles são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos ou na modificação ou supressão de um ou mais fatores essenciais, de modo que o meio se torne não propício a qualquer manifestação vital. Podendo ser conseguido com a adição de aditivos, emprego do calor ou frio, secagem, salga, concentração e etc. (GAVA, 2009; BARUFFALDI et al., 1998).

O calor empregado para a desidratação de alimentos ou para a concentração de líquidos para a ebulição é utilizado para reduzir a quantidade de água dos alimentos, promovendo uma melhor conservação pela redução da atividade de água, entretanto, o calor altera as características organolépticas e provoca perdas no valor nutritivo dos alimentos, por exemplo, pela desnaturação proteica. Na liofilização, também denominada por outras nomenclaturas como



criodesidratação ou criosecagem, o alimento é conservado pela redução da atividade de água, porém, como não se utiliza a aplicação de calor às características organolépticas e seu valor nutritivo é menos afetado. A liofilização é um processo de desidratação bastante utilizado em alimentos de grande valor, de aroma e textura delicados: café, cogumelos, ervas aromáticas, verduras, carne, pescado e deitas completas para uso militar e espacial (EVANGELISTA, 2005; BARUFFALDI et al., 1998).

A liofilização é um processo diferenciado da secagem, pois ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água previamente congelada (estado sólido) passe diretamente ao estado gasoso (sem passar pelo estado líquido), ou seja, a mudança de estado físico ocorre por sublimação, com o objetivo de estabilizar produtos através da diminuição da atividade de água (GARCIA, 2009).

Segundo Evangelista (2005), o processo tem por objetivo estabilizar produtos (diminuição da atividade de água) através de uma série de operações em que o material é submetido durante o processamento: congelamento, sublimação, secagem a vácuo e armazenagem do produto. Assim obtêm-se produtos de qualidade superior, fácil reconstituição (hidratação) e longa vida de prateleira.

A liofilização apresenta varias vantagens perante outros tipos de desidratação, uma vez que:

- ✓ Ocorre preservação das propriedades físicas e químicas do alimento;
- ✓ Reduz a desnaturação oxidativa e também as reações degradativas;
- ✓ O produto pode ser reconstituído com grande facilidade;
- ✓ Não há ou são mínimas as perdas por: desnaturação proteica, perda de compostos voláteis, vitaminas termosensíveis, crescimento microbiano.

O encolhimento é mínimo, não ocorre formação de camadas duras e impermeáveis “case-hardening”, e não há migração de sólidos solúveis para a superfície durante a secagem.

No Quadro 2 estão descritas as diferenças entre a liofilização e a desidratação convencional por ar quente.

Quadro 2: Diferença entre desidratação convencional e a liofilização.

Desidratação Convencional	Liofilização
Eficaz quando se trata de alimentos facilmente desidratados	Eficaz para a maior parte dos alimentos
Inadequado para carnes	Eficaz com carnes cruas e cozidas
Faixa de temperatura 37-93°C	Temperaturas inferiores a temperatura de congelamento
Pressão atmosférica	Pressões inferiores as atmosféricas
Evaporação e água desde superfície do alimento	A água se sublima desde o interior do gelo
Migração de solutos e em algumas ocasiões, de forma rápida	Migração mínima dos solutos
O estresse gerado nos alimentos sólidos provoca danos estruturais e retração	Trocas estruturais e retração mínimos
Reidratação lenta e incompleta	Reidratação rápida e completa
As partículas sólidas ou porosas são as vezes mais pesadas que o alimento original	As partículas do material desidratado possui menor densidade que o alimento original
Frequentes aromas e odores anormais	Odores e aromas normais
Perda do valor nutritivo	Perda mínima de nutrientes
Mais barato	Quase quatro vezes mais caro que a desidratação convencional

Fonte: FELLOWS (2006).

Empregando-se o processo de liofilização aos alimentos com a utilização de embalagens adequadas, os produtos liofilizados podem ser conservados por mais de 12 meses sem alteração do seu valor nutritivo e de suas características organolépticas. Como os componentes do aroma não se encontram nem na água pura e nem nos cristais de gelo, durante o processo de sublimação estes não são arrastados pelo vapor de água e ficam retidos no alimento liofilizado. Por esse sistema é possível reter 80% do aroma do alimento e seus componentes voláteis (KAREL, 1975). Além disso, os produtos liofilizados apresentam facilidade de reconstituição devido à estrutura porosa, o que garante a reprodução fiel do produto original.

Entre os alimentos vegetais e animais que melhor se adaptam à liofilização, encontram-se: abacaxi, maracujá, morango, banana, suco de frutas, coco, legumes diversos, cogumelo, milho, alho, cebola, leite, ovo, café, carnes, camarão, pescado e também preparações para sopas, dentre outras (EVANGELISTA, 2005). A liofilização pode ser um método muito bem utilizado

pelas indústrias pesqueiras no intuito de conservar o pescado, produzir novos produtos e levar a exportação a uma maior escala.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Desenvolver sopa instantânea utilizando resíduos do processamento de tabaqui, empregando o processo de liofilização como meio para sua conservação.

#### **3.2 Específicos**

- Elaborar sopas instantâneas desidratada utilizando os subprodutos cabeça e a carcaça do tabaqui;
- Determinar a qualidade físico-química, mineral e microbiológica dos produtos elaborados;
- Estimar a validade comercial das sopas produzidas com os resíduos do tabaqui.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Matéria-Prima

Para a realização dos experimentos foram utilizados tambaquis (*Colossoma macropomum*) inteiros e frescos pesando entre 1,8 a 2,3 kg, adquiridos diretamente das caixas de refrigeração dos barcos de pesca no porto pesqueiro de Manaus, conservados em gelo na proporção 2:1 (gelo:peixe) em caixas isotérmicas e transportados para a unidade de processamento de pescado (UFAM).

Os outros ingredientes foram obtidos pela compra em estabelecimentos licenciados pela vigilância sanitária e transportados separadamente em sacolas plásticas até a unidade de processamento.

### 4.2 Métodos

#### 4.2.1 Avaliação sensorial do pescado

Para a constatação de boa qualidade da matéria-prima do tambaqui, o pescado foi submetido aos critérios estabelecidos pela RIISPOA, onde o pescado fresco próprio para consumo deverá apresentar as seguintes características organolépticas: superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico; olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas; guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes, com odor natural, próprio e suave; ventre roliço, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos; escamas brilhantes, bem aderentes à pele, e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados; carne firme, consistência elástica, de cor própria da espécie; vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas; ânus fechado; cheiros específicos, lembrando o das plantas marinhas (BRASIL, 1952).

#### 4.2.2 Preparo das matérias primas para a elaboração das sopas

### **Rendimento dos resíduos**

Os resíduos de tambaquis (cabeças e carcaças) utilizados foram obtidos de peixes íntegros.

Antes de iniciar a evisceração, o pescado foi pesado para obtenção do peso integro. Em seguida, procedeu-se a evisceração e a pesagem. Posteriormente, realizou-se o processamento de obtenção dos cortes (cabeça e carcaça), realizando a pesagem individual destes e calculando o rendimento em volume percentual dos resíduos obtidos (Figura 3). Para o cálculo do rendimento foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso do Corte} \times 100}{\text{Peso Total}}$$



Figura 3: Resíduos de tambaqui (cabeça e carcaça).  
Fonte: Arquivo pessoal

### **Tambaqui**

Após serem eviscerados e retirados os resíduos de tambaqui para confecção da sopa instantânea liofilizada, os mesmos foram lavados, para retirada de sangue e resquícios de vísceras, pesados e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção de 2:1 (gelo:peixe).

Antes do cozimento, os resíduos de tambaqui ficaram imersos em água clorada a 100 ppm por 10 minutos (Figuras 4 e 5). Após o tempo de contato em água clorada, realizou-se lavagem dos subprodutos residuais com água corrente para retirada do excesso de cloro presente.



Figura 4: Cabeças de tambaqui imersas em água clorada.  
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 5: Carcaças de Tambaqui imersas em água clorada.  
Fonte: Arquivo pessoal.

### **Outros Ingredientes**

Os outros ingredientes foram lavados e acondicionados em vasilhames plásticos com água clorada a 100 ppm por 20 minutos (Figura 6) e após, lavados com água corrente.



Figura 6: Sanificação dos outros ingredientes.  
Fonte: Arquivo pessoal.

Durante toda a etapa de processamento foi realizada a assepsia e limpeza dos equipamentos e demais utensílios, utilizando sabão neutro e água clorada a 200 ppm por 20 minutos (Figura 7).



Figura 7: Utensílios imersos em água clorada.  
Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.2.3- Preparação da sopa de resíduos do tabaqui

Para elaboração das sopas instantâneas, os ingredientes foram pesados em balança tipo semi-analítica (Mark S 3102 (classe II)). O processo foi realizado em quatro etapas, com suas devidas quantidades e proporções descritas no Quadro 3. O preparo das sopas seguiu-se da seguinte forma:



- a) Pré-cozimento: em recipiente com água à 90°C adicionaram-se os resíduos de pescado (cabeça ou carcaça) durante 4 minutos;
- b) Descarne: após o pré-cozimento, foram retiradas as partes comestíveis dos subprodutos residuais;
- c) Cozimento: na mesma água foram adicionados os legumes e verduras e em seguida, realizado os três tratamentos, sendo a carne de tambaqui oriunda da cabeça (T1), da carcaça (T2), e da cabeça e carcaça (T3), mantidos à 100°C por 10 min. Após, adicionaram-se os condimentos (sal, colorau, cominho, glutamato e cheiro verde). Deixou-se cozinhar por mais 5 minutos;
- d) Homogeneização: a mistura foi processada em liquidificador por aproximadamente 1 minuto, e então reservadas em vasilhames de plástico com capacidade para 5 litros.

Quadro 3: Formulações das sopas de liofilizadas produzidas com resíduos de tambaqui.

INGREDIENTES	QUANTIDADE (g / %)		
	Sopa da Cabeça T1	Sopa da Carcaça T2	Sopa Cabeça + Carcaça T3
Carne de peixe (Descarne)	375 / 15	375 / 15	375 / 15
Água Mineral	1,425 / 57	1,425 / 57	1,425 / 57
Batata	250 / 10	250 / 10	250 / 10
Cebola	125 / 5	125 / 5	125 / 5
Cenoura	125 / 5	125 / 5	125 / 5
Tomate	125 / 5	125 / 5	125 / 5
Cheiro Verde	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77
Alho	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77
Sal	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77	19,25 / 0,77
Colorífico	10 / 0,4	10 / 0,4	10 / 0,4
Cominho	4,5 / 0,18	4,5 / 0,18	4,5 / 0,18
Glutamato	2,75 / 0,11	2,75 / 0,11	2,75 / 0,11

#### 4.2.4- Liofilização da sopa de resíduos do tabaqui

As sopas oriundas dos três tratamentos foram congeladas a  $-80^{\circ}\text{C}$  no freezer Sanyo MDF-U74V e então secas a frio no liofilizador VirTis 25L Genesis SQ Super XL 70. Após a secagem a frio, em capela de fluxo laminar foram pesados 10 gramas de amostra e acondicionadas em embalagens flexíveis de plástico laminado, devidamente identificadas (Figura 8a). Em seguida, as amostras foram levadas para selagem a vácuo (Figura 8b) na seladora (Selovac modelo 200B) e acondicionadas à temperatura ambiente até a realização das análises.

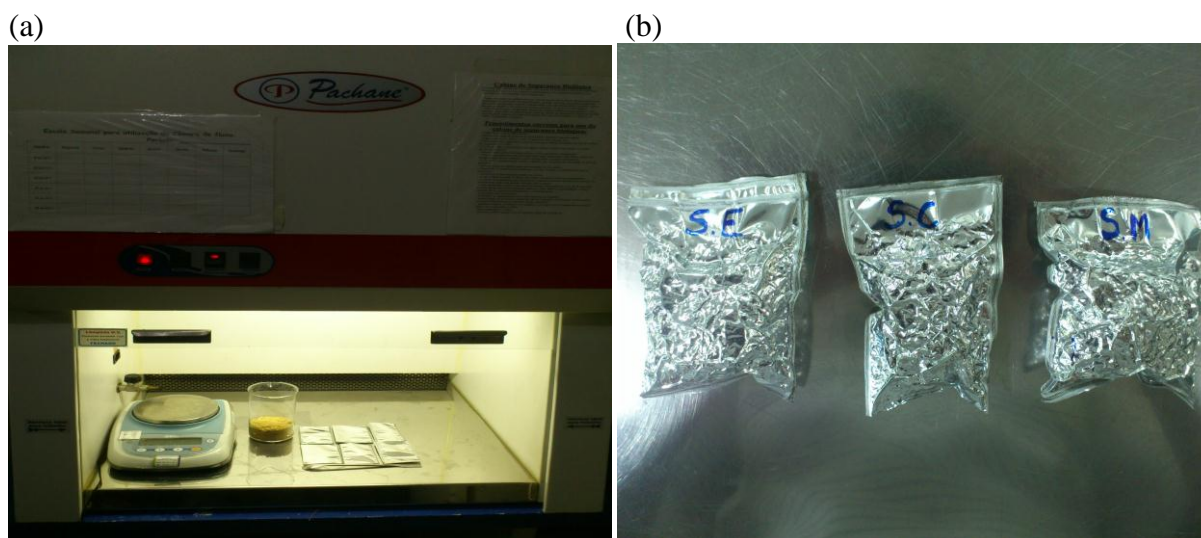


Figura 8: a) Pesagem e envase das amostras em suas embalagens. b) Amostras das sopas envasadas (S.E.= Sopa da Carcaça; S.C.=Sopa da Cabeça; S.M.= Sopa Cabeça + Carcaça).

Fonte: Arquivo pessoal.

### 4.3 Análises da qualidade dos subprodutos residuais e da sopa

#### 4.3.1 Análises Físico-químicas

As análises foram realizadas em triplicata, conforme metodologias oficiais (SÃO PAULO, 2008), descritas a seguir.

##### 4.3.1.1 Análise Centesimal

→ Teor de Umidade

Foi determinado pelo método direto por secagem em estufa, onde foram pesados 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Foi aquecido durante 3 horas em estufa a 105°C, seguida de resfriamento em dessecador até a temperatura ambiente. Após isso, foi pesado e repetida a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

→ Cinzas (resíduo mineral físico)

O teor de cinzas das amostras foi determinado em mufla, onde consistiu em resíduos obtidos por aquecimento em temperatura de aproximadamente 550°C. Para a realização do método, foram pesados 5 g da amostra em uma cápsula de porcelana previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente para ser pesada. As cinzas ficaram brancas ou ligeiramente acinzentadas.

→ Proteínas

Determinado pelo método de Kjeldahl, que consistiu na digestão da amostra em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido Sulfúrico) concentrado, seguida da destilação em NaOH (hidróxido de sódio) a 50% e titulação com HCl (ácido clorídrico) a 0,02N. O teor de nitrogênio das amostras foi determinado com o fator geral de conversão de 6,25 para proteína.

→ Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado em extrator do tipo Soxhlet, utilizando-se éter de petróleo como solvente extrator, mantendo-se, sob aquecimento em chapa elétrica, com extração contínua.

→ Fibra Bruta

Para a determinação de fibra bruta, as amostras foram submetidas à digestão ácida e básica a quente, e em seguida foi realizada a filtragem em papel de filtro. As frações de fibra bruta foram determinadas por gravimetria.

→ Carboidratos

A quantificação de carboidratos foi calculada por diferença entre 100 e a soma dos teores de umidade, proteína, lipídeos totais, fibra bruta e cinzas.

→ Valor energético

O valor energético foi estimado, conforme os valores de conversão de Atwater e Woods (1896) e os resultados expressos em kcal: kcal = (4 x g proteína) + (4 x g carboidratos) + (9 x g lipídios), em acordo com a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 – ANVISA, que aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{VCT} = (\text{PB} \times 4) + (\text{EE} \times 9) + [(\text{ENN} + \text{FB}) \times 4] = \text{kcal EB/100 gramas}$$

Onde:

PB = Proteína Bruta      EE = Extrato Etéreo      EB = Energia Bruta

FB = Fibra Bruta      ENN = Extrato não Nitrogenado

#### 4.3.1.2 Potencial Hidrogênionico (pH)

Foram pesadas 10 g da amostra e homogeneizado em 100 ml de água destilada, decantando-se o sobrenadante e realizada a leitura direta com o potenciômetro.

#### 4.3.1.3 Atividade de Água

A quantificação da atividade de água ( $A_w$ ) foi determinado com a utilização do equipamento Pawkit (Water Activity Meter), no qual cada amostra foi submetida a determinações em triplicata. Todas as medidas de  $A_w$  foram obtidas a  $24 \pm 1$  °C.

#### 4.3.2 Minerais

O teor de minerais foi determinado em equipamento de fluorescência de raios-X por dispersão de ondas (FRXDO) da marca Rigaku, modelo Supermini com tubo de paládio, tempo de exposição de 200 s, com potência de 200 W. As condições foram ajustadas, levando-se em consideração a matriz da amostra, o porta amostras, e o suporte da amostra. Antes da leitura, as amostras foram prensadas a uma pressão de  $18 \pm 1$  t, utilizando como aglutinante o ácido bórico. Todos os elementos foram identificados por suas energias  $K\alpha$  e/ou  $K\beta$  (K. Janssens in Gauglitz e Vo-Dinh, 2003). Foram utilizados os cristais analisadores LIF 200, PET e RX25.

A quantificação das concentrações de minerais foi realizada com o método de parâmetros fundamentais dos elementos observados nas amostras, através de softwares matemáticos relacionam-se os picos de emissão com as respectivas concentrações de um determinado elemento.

#### 4.3.3 Análises microbiológicas

As metodologias de análises microbiológicas adotadas seguiram o Compendium of methods for the microbiological examination of foods, da American Public Health Association (APHA 2001), sendo analisados: Coliformes (termotolerantes e totais), *Salmonella*, estafilococos coagulase positiva, bolores e leveduras.

As análises foram realizadas de forma qualitativa e os resultados expressos como presença ou ausência desses microrganismos em 25 g de alimentos.

##### 4.3.2.1 Preparo das amostras

Foram pesados assepticamente  $25 \pm 0,2$ g da amostra, seguido de diluição em 225mL de água peptonada 0,1%. Para as demais diluições foi retirado 1 mL da diluição inicial ( $10^{-1}$ ) e foram feitas as demais diluições seriadas, transferindo-os para 9 mL da água peptonada a 0,1%.

##### → Determinação de Coliformes totais e termotolerantes

Das diluições, alíquotas de 1mL foram transferidas para 10 mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose em triplicata de 3 tubos (contendo um tubo de Duhram invertido) que foram incubados por 24/48 horas a 35°C. Para teste confirmativo de coliformes totais foi utilizado o Caldo Verde Brilhante a 2%, a 35°C por 24/48 horas, e para o teste de coliformes termotolerantes foi utilizado do caldo E.C. a 45°C por 24 horas (incubado em banho-maria), ambos os testes contendo tubo de Duhram invertido. Após a incubação dos mesmos, foram observados os tubos que apresentaram produção de gás e mediante a consulta da tabela da RDC nº 12, de 02/01/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) foi calculado o Número Mais Provável de Coliformes Totais e Termotolerantes por grama da emulsão para cada amostra. Os resultado foram expressos em NMP/mL.

→ Determinação de Estafilococos Coagulase Positiva

Foram semeados 0,2 mL das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  das amostras na superfície do meio Ágar Baird-Parker, espalhando em toda superfície o material semeado, com auxílio da alça de Drigalski. Após a secagem, as placas foram invertidas e incubadas a 36°C por 24/48 horas. Após o período de incubação não foi verificado o desenvolvimento de colônias típicas (pretas, pequenas, brilhantes, lisas, convexas, e com halo transparente estendendo para além da zona opaca) para estafilococos coagulase positiva.

→ Presença de *Salmonella* ssp

Foram pesados alíquotas de 25 gramas de cada amostra da emulsão e transferidos para um erlenmeyer contendo 225 mL de Água Peptonada a 1% Tamponada. As amostras foram homogeneizadas e incubadas a 35°C por 24 horas. Após a incubação retirou-se 1 mL dessa amostra pré-enriquecida e transferiu-se para 10 mL de Caldo Selenito Cistina e incubados novamente a 35°C por 24 horas. Da mesma amostra pré-enriquecida retirou-se 1 mL e transferiu-se para 10 mL de Caldo Tetracionato e incubado a 43°C em banho maria por 24 horas. Em seguida, foram realizadas sementeiras por esgotamento em placas de Petri contendo Ágar SS e Ágar MacConkey e, incubadas por mais 24 horas a 35°C.

→ Contagem de bolores e leveduras

Para esta contagem foi realizada a primeira diluição (1:10) no qual foram retirados asepticamente 25 gramas da amostra e diluídos em 225 mL de água peptonada 0,1%. A partir da diluição inicial,  $10^{-1}$  foram feitas as demais diluições seriadas, transferindo 1 mL da diluição anterior para 9 mL da água peptonada a 0,1%.

Nas placas de Petri estéreis e identificadas foi acrescentado 0,1 mL de ácido tartárico a 10% e o inóculo de 1 mL de cada diluição, em seguida acrescentaram-se 18 mL de Ágar Dextrose Batata fundido e resfriado a  $\pm 45^\circ\text{C}$  e homogeneizado realizando movimento do 8 até a secagem do meio. Depois da secagem as placas foram seladas, colocadas invertidas e incubadas a temperatura ambiente durante 5 dias. Transcorrido o período de incubação, foi feita a contagem das colônias. O resultado foi expresso pelo número de Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (UFC.g<sup>-1</sup>).

#### 4.3.4 Estabilidade Comercial

A estabilidade comercial das sopas produzidas e armazenadas em embalagens de plástico laminado, que evita o contato direto do alimento com a luz e o oxigênio, foi determinada em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), onde foram armazenadas em temperatura ambiente para o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

#### 4.3.5 Análise Estatística

Os dados das análises físico-química e microbiológica do monitoramento da vida de prateleira da emulsão foram analisados por análise de variância (ANOVA) usando delineamento inteiramente casualizado em nível de 5% de significância. Para comparações múltiplas das médias e dos tratamentos foram aplicados o teste de Tukey em nível de significância de 5%. Os programas utilizados foram Excel (Copyright ©2010 Microsoft Corporation) e Assistat versão 7,7 beta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento

O rendimento da cabeça e carcaça do peixe inteiro foi calculado em todas as amostras (n=26). Os exemplares de tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizados neste estudo apresentaram comprimento médio de 40,05 cm e peso médio total de 2146,36 g. A Tabela 1 mostra o rendimento de transformação dos diferentes produtos.

Tabela 1. Rendimento do processamento de diferentes subprodutos a partir de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Produtos	Peso (g)	Rendimento do processamento (%) *
Peixes inteiros	2146,36	-----
Cabeça	422,83	19,7
Carcaça	186,94	8,71
Descarne da cabeça	169,78	40,15
Descarne da carcaça	73,96	39,56

\*Rendimento do descarne foi calculado a partir do peso de cada um dos subprodutos.

A maioria dos autores avaliaram o rendimento dos cortes de costela, lombo e postas, com poucos dados relativos ao rendimento da cabeça e da carcaça de tambaqui. Silva (2014) avaliou o rendimento de diferentes cortes do tambaqui machos e fêmeas, verificando um rendimento de 23,61% e 8,42% para machos e 23,42% e 8,22% para fêmeas, respectivamente cabeça e carcaça. Logo, nos nossos resultados (Tabela 1) o rendimento obtido para cabeça e a carcaça foi 19,7% e 8,71% do peso total do pescado. Se comparados aos resultados de Silva (2014), foi verificado um rendimento inferior à cabeça e levemente superior a carcaça. Na tabela 1, também é verificado o rendimento do descarte da cabeça e carcaça do tambaqui, 40,15% e 39,56%, estes resultados sugerem que o descarte destes resíduos é uma alternativa viável para a indústria de alimentos, após tomar em consideração a sua possível utilização como ingrediente de elevado rendimento, fácil manipulação e a confecção de um novo produto a base de pescado.

## 5.2 Caracterização físico-química da cabeça e carcaça

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de umidade, proteína bruta, lipídios totais, cinzas, carboidratos e valor energético para as carnes da cabeça e carcaça do pescado.

Tabela 2. Composição centesimal dos resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Composição centesimal (%)	Cabeça	Carcaça
<b>Umidade</b>	72,40 ± 0,967	70,85 ± 0,931
<b>Proteínas</b>	16,46 ± 0,060	15,14 ± 0,224
<b>Lipídeos totais</b>	9,40 ± 0,235	11,04 ± 0,393
<b>Cinzas</b>	0,97 ± 0,086	1,02 ± 0,0735
<b>Carboidratos</b>	1,05	1,90
<b>Valor energético (kcal/100g)</b>	154,64	167,52

Os resultados mostraram que a carne da carcaça apresentou um valor energético maior que a da cabeça de tambaqui, provavelmente devido à carcaça apresentar uma quantidade de lipídeos totais maior que a cabeça. Estes valores são mais altos se comparados a outros cortes do tambaqui. Cartonilho e Jesus (2011), calcularam o valor energético de diferentes cortes de tambaqui e verificaram que o lombinho, a posta e a costela apresentaram valores de 93,43kcal, 96,54kcal e 148,89kcal, respectivamente. Verifica-se que o valor energético da costela é o mais



próximo aos valores encontrados neste estudo. De acordo com o mesmo autor, a costela apresentou um valor de lipídeos totais maior que os outros cortes. Souza (2012) realizou a composição centesimal de diferentes cortes (costela, lombo e posta) de tambaqui cultivados no entorno de Manaus e de forma semelhante verificou que o corte que apresentou maior quantidade de proteína, lipídeos e cinzas foi a costela.

As carnes da cabeça e da carcaça apresentaram valores proteicos bons, mostrando que estes subprodutos apresentam conteúdo proteico próximo ao músculo do pescado. De acordo com Ogawa e Maia (1999) o músculo de pescado pode conter de 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteínas, de 1 a 2% de cinzas, de 0,3 a 1,0% de carboidratos e de 0,6 a 36% de lipídios. Em estudos realizados por Mesquita (2013) com tambaquis cultivados no município de Pimenta Bueno-RO, foi verificado que os valores centesimais de machos e fêmeas não apresentam diferença significativa em comparação aos cortes dos resíduos de tambaqui em estudo. Godinho (2010) analisou a qualidade do minced de tambaqui procedente da piscicultura e determinou os valores centesimais, cujos valores de proteínas, lipídeos e cinzas foram semelhantes aos resultados obtidos das carnes da cabeça e carcaça, ou seja, os resíduos mostraram percentuais que não apresentaram grandes variações quando comparado com cortes nobres ou outros produtos. Contudo, em alguns casos os valores centesimais apresentaram-se superiores a alguns autores. Todavia, verificou-se que resíduos do pescado, tais como cabeça e carcaça, são excelentes fontes proteicas e nutricionais, que podem ser utilizadas no desenvolvimento de novos produtos a base de pescado.

### **5.3 Caracterização físico-química e teor de minerais das sopas**

Na Tabela 3 estão descritos os valores obtidos em relação aos parâmetros da caracterização nutricional, pH e a atividade de água ( $A_w$ ) das sopas (T1, T2 e T3).

A análise de variância mostrou diferença significativa entre as amostras ( $p < 0,05$ ), exceto pela análise de pH,  $A_w$  e pelo valor energético onde as amostras foram estatisticamente semelhantes.

Tabela 3: Análises físico-químicas e valor energético das sopas liofilizadas produzidas com subprodutos de resíduos de tabaqui (*Colossoma macropomum*).

Determinações	Sopa da Cabeça (T1)	Sopa da Carcaça (T2)	Sopa da Cabeça + Carcaça (T3)
<b>Umidade (%)</b>	4,56 ± 0,309 <sup>b</sup>	4,79 ± 0,132 <sup>a</sup>	4,50 ± 0,296 <sup>b</sup>
<b>Proteínas (%)</b>	32,10 ± 0,037 <sup>b</sup>	32,03 ± 0,46 <sup>b</sup>	33,54 ± 0,463 <sup>a</sup>
<b>Lipídeos Totais (%)</b>	24,71 ± 0,702 <sup>a</sup>	24,41 ± 0,501 <sup>b</sup>	24,68 ± 0,544 <sup>a</sup>
<b>Cinzas (%)</b>	11,10 ± 0,44 <sup>b</sup>	11,91 ± 0,123 <sup>a</sup>	11,90 ± 0,208 <sup>a</sup>
<b>Fibras (%)</b>	3,56 ± 0,271 <sup>c</sup>	3,30 ± 0,427 <sup>b</sup>	3,82 ± 0,463 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos (%)</b>	23,97 <sup>a</sup>	23,56 <sup>b</sup>	21,56 <sup>c</sup>
<b>Valor Energético (kcal/100g)</b>	446,67 <sup>a</sup>	442,05 <sup>a</sup>	442,52 <sup>a</sup>
<b>pH</b>	5,97 ± 0,232 <sup>a</sup>	5,96 ± 0,296 <sup>a</sup>	5,96 ± 0,343 <sup>a</sup>
<b>Aw</b>	0,27 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,28 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,002 <sup>a</sup>

Os resultados são médias das análises dos sete períodos com as respectivas estimativas de desvio padrão. As médias seguidas de mesma letra minúscula em cada linha não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

De acordo com Oetterer (2006), o teor de máximo de umidade para sopas desidratadas é 10%. Os valores encontrados neste trabalho estão abaixo no que é referido pelo autor. Cabe ressaltar que os valores de umidade das sopas liofilizadas nos diferentes tratamentos foram abaixo de 5% e de acordo com Cecchi (2007), a umidade é uma das determinações mais importantes utilizadas em análise de alimentos, pois está diretamente relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição. De acordo com a Tabela de Composição Química dos Alimentos (UNIFESP, 2014), as sopas desidratadas comerciais encontradas no mercado, têm seu conteúdo de umidade variando de 2,50 a 4,97, para as sopas desidratadas de carne, frango e legumes. Em relação a Aw, foram encontrados valores menores que 0,3 em todos os tratamentos, sendo este um dado importantíssimo em relação a qualidade esperada de um produto desidratado, logo a Aw é tida como um dos principais critérios de qualidade de alimentos desidratados, pois o abaixamento da Aw inibe o crescimento microbiano, retarda a atividade enzimática, a oxidação de lipídios e a reação de Maillard (ARAÚJO, 1999). No decorrer dos 180 dias de avaliação, os valores de atividade de água das sopas liofilizadas não apresentaram médias diferentes estatisticamente.

Quadro 4: Composição centesimal e valor energético de algumas sopas desidratadas comerciais.

Determinações (%)	Tipos de sopas				
	Sopa de carne com macarrão	Sopa de galinha com macarrão	Sopa consômê de galinha	Sopa de tomate e vegetais	Sopa de cebola
Umidade	4,97	4,94	2,50	3,73	3,79
Proteínas	17,93	15,42	14,6	11,73	7,48
Lipídeos	6,39	6,51	4,7	5,09	0,34
Carboidratos	48,64	62,32	23,5	59,9	65,07
Fibras	2,7	3,2	N.E.	3,0	6,6
Valor Energético (Kcal/100g)	324	377	198	325	293

Fonte: UNIFESP, 2014.

N.E.= Não Especificado

O conteúdo de proteínas verificado nas sopas de pescado foi superior aos comumente encontrados nas sopas desidratadas comerciais. Guimarães e Lanfer-Marquez (2005), avaliaram o teor de fenilalanina em 22 amostras de sopas desidratadas instantâneas comerciais, e verificaram que a quantidade de proteína bruta varia entre 6,1 a 21,5 g/110g. Os valores obtidos neste trabalho também estão acima dos reportados pelos referidos autores e de acordo com Takahashi (2005) a farinha de peixe é considerada, mundialmente, como sendo a melhor fonte proteica de origem animal.

O conteúdo de lipídeo encontrado nas formulações desenvolvidas foram em média 24g/100g, valor superior aos observados em produtos similares no mercado. Em relação ao valor calórico, as sopas, apresentaram alto valor energético, representando mais de 20% da recomendação diária de energia (2.000 kcal) estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (BRASIL, 2005). Adotando que a alimentação deve ser composta por quatro a seis refeições diárias, distribuídas em três principais (café da manhã, almoço, jantar), com 15% a 35% das recomendações diárias de energia em cada refeição, verifica-se que as sopas produzidas podem substituir uma das refeições, pois atende a recomendação diária e apresenta bons valores de macro e micronutrientes.

O pescado é um importante alimento que se destaca pelo seu elevado valor nutricional, em particular, elevado teor proteico, ácidos graxos da família  $\omega 3$  e  $\omega 6$  e sais minerais, sendo estes nutrientes de elevada importância fisiológica, metabólica e nutricional (GODOY et al., 2010; GONÇALVES, 2011).

Os valores médios encontrados na avaliação da quantidade de minerais, presentes nas sopas de pescado produzidas, podem ser observados na Tabela 4. Os resultados demonstram que as formulações são importantes fontes de elementos minerais.

Tabela 4: Composição mineral das sopas liofilizadas de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Formulações	Minerais (% m/m)					
	Fósforo	Cálcio	Ferro	Magnésio	Potássio	Sódio
Sopa da cabeça (T1)	0,17	0,055	0,0053	0,055	0,56	2,54
Sopa da carcaça (T2)	0,16	0,052	0,0042	0,051	0,53	2,42
Sopa da cabeça + carcaça (T3)	0,18	0,053	0,0048	0,052	0,60	2,55

Esses minerais exercem funções essenciais no organismo, como constituintes dos grupos prostético das proteínas ou íons dissolvidos em fluidos corpóreos que regulam as atividades de muitas enzimas e mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica necessária à homeostase fisiológica (SHILS et al., 2003). De acordo com Stevanato et al. (2007), os resíduos (fígado, cabeça, carcaça) de pescado são ricos em minerais. Os minerais que apresentaram maiores concentrações foram sódio, potássio e fósforo. O sódio e o potássio são importantes para a manutenção do líquido intracelular e extracelular, equilibrando os líquidos corporais, atividades neuromusculares, musculares e controle da pressão osmótica. O fósforo juntamente com o cálcio, controla a formação dos ossos e dentes, participando dos sistemas enzimáticos no metabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos. A deficiência desses minerais pode provocar convulsões, fraqueza, paralisia muscular, problemas ósseos e perda de memória (FRANCO, 2004; MAHAN et al., 2005).

#### 5.4 Caracterização microbiológica e estabilidade comercial

Ao longo de seis meses foi realizada a avaliação microbiológica das sopas desidratadas. Os resultados da Tabela 5 demonstraram que as amostras não apresentaram crescimento bacteriano, estando, portanto, em condições higiênico-sanitárias adequadas ao consumo.

Tabela 5: Contagens microbiológicas das sopas liofilizadas de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante 180 dias de estocagem à temperatura ambiente.

Parâmetro microbiológico	Sopa da Cabeça T1			Sopa da Carcaça T2			Sopa da Cabeça+Carcaça T3		
	0	90	180	0	90	180	0	90	180
<b>Coliformes a 35°C (NMP.g<sup>-1</sup>)</b>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Coliformes a 45°C (NMP.g<sup>-1</sup>)</b>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Estafilococos CP (UFC.g<sup>-1</sup>)</b>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Salmonella spp (25 g)</b>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<b>Bolores e Leveduras (UFC.g<sup>-1</sup>)</b>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>

NMP: Número mais provável por grama; UFC: Unidades Formadoras de colônias por grama.

Gonçalves et al. (2009) e Galvão et al. (2012) utilizaram os resíduos para a produção de surimi e constataram que não houve contaminação bacteriana nos seus produtos elaborados, sugerindo que os procedimentos higiênico-sanitários foram corretamente aplicados desde a captura até a preparação da matéria-prima.

Os resultados do presente estudo demonstraram ausência de crescimento microbiano em todas as análises realizadas, o que indica que o controle higiênico sanitário empregado na formulação, desenvolvimento e envase das sopas desidratadas foram corretos. Desta forma, os três tratamentos produzidos nesta pesquisa não representam risco de contaminação para os produtos nem para o consumidor, devido aos resultados satisfatórios e dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001). De acordo com Sobrinho et al. (2011) a liofilização proporciona um produto com baixo teor de umidade aumentando assim sua estabilidade microbiológica e maior vida de prateleira sem redução do seu valor nutricional.

## 6 CONCLUSÃO

As sopas desidratadas, em todos os tratamentos, proporcionaram excelente valor nutritivo, devido ao seu elevado teor proteico, qualidade da composição elementar, elevada instauração lipídica e altamente energética, se apresentando como produtos com melhores características nutricionais quando comparados aos produtos similares no mercado com outras fontes proteicas (carne e frango).

Os produtos desenvolvidos apresentaram boa estabilidade comercial, mantendo-se durante os 180 dias de armazenamento sem contaminação microbiológica, gerando um produto semipronto com baixa umidade e atividade de água.

Diante das sopas produzidas, a que apresentou melhores características nutricionais foi a sopa elaborada com as carnes da cabeça mais carcaça, a mesma apresentou maior quantidade de proteínas e menor quantidade de umidade, dados que podem justificar a maior estabilidade comercial durante a estocagem de 180 dias, logo foi verificado menor alteração nos parâmetros físico-químicos durante o tempo.

De maneira geral, a utilização de subprodutos do tambaqui é uma alternativa viável, tanto para a introdução de novos produtos que se apresentem como saudáveis e práticos, quanto para a inserção de um produto com alto valor nutricional.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 14141: Escalas utilizadas em analise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 3p.

ALMEIDA, N. M.; LESSI, E. et al. Determinação do índice de rigor mortis e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p. 698-704, 2005.

ALMEIDA, N. M.; LESSI, E. et al. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. **Revista Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1288-1293, 2006.

ANDRADE, E. G. Qualidade dos “minced fish” de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) e matrinxã (*Brycon Amazonicus* Spix & Agassiz, 1819) procedentes de piscicultura. **Revista Infopesca Internacional**, n. 44, p. 41-46, 2010.

APHA – American Public Health Association., 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. Washington, 2001. 1219p.

ARAUJO, A.H. et al. Análise sensorial de água de coco in natura em comparação à pasteurizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000, Fortaleza. Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e tecnologia de Alimentos, 2000. v1, p.3-44, 2000.

ARAUJO-LIMA, C.; GOMES, L.C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, cap. 8. p. 175-202, 2005.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. The chemical composition of American food materials. Farmers' Bulletin, n.28, U.S. Department of Agriculture. Washington, 1896. 46p.

BALDISSEROTTO, B.; NETO, J. R. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.

BARBOZA, L.M.V., FREITAS, R.J.S., WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de Produtos e Análise sensorial. BRASIL ALIMENTOS - nº 18 - Janeiro/Fevereiro de 2003. Disponível em: <<http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/18/18%20-%20Desenvolvimento.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

BARROS, V. R. M., PAIVA, P. C., PANETTA, J. C. *Salmonella spp*: Sua transmissão através dos alimentos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.94, p. 15-19, 2002.

BARROS, C.G. Perda da Qualidade do Pescado, Deterioração e Putrefação. **Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, v.2, n.30, p. 59–66, 2003.

BARTOLOMEU, D. A. F. S. Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. Vol. 3. São Paulo: Atheneu, 1998. 317p.

BOSCOLO, W.R., & FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo, GFM Gráfica & Editora. 2007.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. Pesquisa Nacional FIESP/IBOPE sobre o perfil do consumo de alimentos no Brasil. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/agencia-noticias/2010/05/18/pesquisafiespibope-perfildoconsumoalimentosbrasil.pdf>> Acesso em: 02 ago. de 2013.

BRASIL. Instituto Superior de Administração e Economia / Fundação Getúlio Vargas. Potencialidades regionais: Estudo de viabilidade econômica. PISCICULTURA. Manaus: SUFRAMA, 2003. 72p.



BRASIL. Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: Métodos físicos e químicos**. v. 2. cap.11. Brasília, DF, 1981.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto-Lei n. 30.691, de 29 de março de 1952. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1952. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan., 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 set. 2013.

BRESSAN, M.C.; PERES, J.R. O. **Tecnologia de carnes e pescados**. Lavras: UFLA, 2001. 240p.

CARTONILHO, M. M; JESUS, R. S. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.344-350, abr. 2011.

CAVERO, B.A.S; RUBIM, M.A.L.; PEREIRA, T.M. Criação Comercial do Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818) In: TAVARES-DIAS M. Manejo e Sanidade em Peixes de Cultivo, EMBRAPA AMAPA - MACAPA, p.33-46, 2009.

CONEPE. Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos. Disponível em: <<http://www.conepe.org.br/index.php/noticias/245-consumodepes>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

CURCHO, M. R. Avaliação de micro e macroelementos, elementos tóxicos (Cd, Hg e Pb) e ácidos graxos, em peixes disponíveis comercialmente para consumo em cananéia e Cubatão, estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2009.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tabaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus, 2011. (Embrapa Amazônia Ocidental; 91).

DE SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.

DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 115p. 1994.

DEVORE, E.E., GRODSTEIN, F., VAN ROOIJ, F. JA., HOFMAN, A., ROSNER, B. et al. Dietary intake of fish and omega-3 fatty acids in relation to long-term dementia risk. v. 90, n. 1, p. 170-176, 2009.

EVANGELISTA, J. **Conservação de alimentos \_ Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 652p. 2005.

FELLOWS, P. J. et al. **Tecnologia do processamento de alimentos**. Princípios e prática. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 602p. 2006.

FERNANDES, R. H. S. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Livraria Varela, 380p. 2003.

FERNANDES, M. P.; PINTO, L. S. R. C.; BONNAS, D. S. Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na elaboração de empanados. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1385-1390, 2011.

FERREIRA, M. W. Boletim de Extensão Rural. Pescados processados: Maior vida de prateleira e maior valor agregado. Universidade Federal de Lavras. Lavras: Minas Gerais, 2002. Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufla.br/naqua/arquivos/Pescados%20processados.pdf>. Acesso em: 03 de abr. 2014.

FONTENELE, R. M. M. ; MOTA, S. ; SANTOS, E. S. dos . Índice de rigor mortis de tilápias do Nilo abatidas de diferentes formas após cultivo em esgoto doméstico tratado. **Revista Conexões Ciências e Tecnologia**, v. 7, p. 61-72, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

GALDIOLI, E. M.; HAYASHI, C.; FARIA, A. C. E. A.; SOARES, C. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 835-840, 2001.

GARCIA, L. P. Liofilização aplicada a alimentos. 2009. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2009. 45 p.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, T. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 2009.

GERHARDT, C.; WIEST, J. M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M. A. S.; WESCHENFELDER, S. Aproveitamento da casca de citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. spe, p.11-17, 2012.

GODOY, L. C.; FRANCO, M. L. R.; FRANCO, N. P.; SILVA, A. F.; ASSIS, M. F.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Análise sensorial de caldos e canjas

elaborados com farinha de carcaças de peixes defumados: aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.30, n.1, 2010.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Estatística da Pesca, 2007**. Brasília, 2007.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 711 p.

KAREL, M. Dehydration of foods. In: FENNEMA, O. R. Principles of food science. New York: Marcel Dekker, 474p. 1975.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. **O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

KUS, M.M.M., AUED-PIMENTEL, S., MANCINI-FILHO, J. Comparação de metodologias analíticas para determinação de lipídios e ácidos graxos polinsaturados por cromatografia gasosa em fórmula infantil. v.68, n.1, 2009.

LEIRNER, A.A.; TATTINI Jr. V.; PITOMBO, R.N.M. Prospects in Lyophilization of Bovine Pericardium. **Artificial Organs**, v.3, n.3, p.221-229, 2009.

LIMA, C. B. C.; HENRIQUES, V. M. C.; CARDONHA, A. M. S. Avaliação sensorial e microbiológica de hambúrguer de peixe Tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzido artesanalmente. **Higiene Alimentar**, v. 23, n. 174-175, p. 94-98, 2009.

LUNELLI, A. C.; LOPES, C. P.; WARMLING, C. A.; ALVES, F. S.; COLLE, G. D.; SANTANA, G. A.; ROSA, R. R.; NURENBERG, Z. R. Morbidades em idosos e sua relação com o hábito de leitura da rotulagem de alimentos. **Revista de Iniciação Científica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2006.

MARENGONI N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L.D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. Jr, POLESE C. Caracterização microbiológica, sensorial e

centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, 10:168-176, 2009.

MARQUES, A.; TEIXEIRA, B.; BARRENTO, S. et al. Compositional characteristics of spider crab *Maja brachydactyla*: human health implications. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 230-237, 2010.

MESQUITA, R. C. T. Características corporais e composição centesimal entre machos e fêmeas de tambaqui (*Colossoma macropomum*). 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MPA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, 2011. Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim\\_MPA\\_2011\\_pub.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf)>. Acesso em 29 nov. 2013.

MPA. Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos. 2013. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias>>. Acesso em 29 nov. 2013.

MPA. Semana do Peixe populariza consumo de pescado no País. 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias>>. Acesso em 15 de fev. 2015.

OETTERER, M. et al. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri: Manole, 612p. 2006.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de Pesca (Ciência e Tecnologia do Pescado, v.1). São Paulo: Varela, 430p. 1999.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico—análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; TRINDADE, M. A.; BALIEIRO, J. C. C.; VIEGAS, E. M. M. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p.183-190, 2010.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de "almôndegas" à base de polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Ciências biológicas e da saúde**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATSITA, G. M.; LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Braz. J. Food Technol.** v.17 n.1, 2014.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**. (Alimentos de Origem Animal; v.2). Porto Alegre: Artmed, 279p. 2005.

PESSATTI, M. L. Aproveitamento dos subprodutos do pescado. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do Brasil. Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí: MA/SARC, n. 003/2000, 2001.

ROCHA, J. B. S. Utilização de tilápias de baixo valor comercial como fonte protéica na formulação de biscoitos e sopas para a merenda escolar. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa da Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2011.

ROCHA, Maria M. R. Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2010.

ROCHA, J. B. S. Utilização de tilápias de baixo valor comercial como fonte protéica na formulação de biscoitos e sopas para a merenda escolar. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência

Animal) - Programa da Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2011.

RODRIGUES, J. P. de M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.

SALES, R. de O; MAIA, E. L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 07, n. 2, p. 31-44. 2013.

SAMPAIO, L. A.; ONO, E. et al. Brazilian aquaculture update. *World Aquaculture*, December, p.39 – 41, 2010.

SANTA ROSA, M. J. Aproveitamento integral dos resíduos da filetagem de tilápia e avaliação do impacto econômico. 80 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

SANTANA, E. H. W.; BELOTI, V.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; MENDONÇA, M. B. O. C. Estafilococos em alimentos. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.77, n.3, p.545-554, 2010.

SANTOS, R. A. R.; NETA, T. M. S. L.; SANTOS, R. M.; AQUINO, L. C. L.; NUNES, M. L. Avaliação dos Parâmetros Físico-Químicos e Sensoriais de Ceviche de Tilápia em Função do Tempo de Estocagem Refrigerada. **Scientia Plena**, v.7, n.1, p.1-5, 2011.

SANTOS, A. P. B. Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*cynoscion acoupa*) armazenada em gelo. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SÃO PAULO. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

SEAFOOD BRASIL. Brasil se aproxima da meta da OMS do consumo de peixe por ano. 2013. Disponível em: <<http://seafoodbrasil.com.br/brasil-aproxima-meta-oms-consumo-peixe-ano>>. Acesso em 29 nov. 2013.

SEAFOOD BRASIL. Região amazônica tem maior proporção de consumo de peixe país diz ibge. 2014. Disponível em: <<http://seafoodbrasil.com.br/regiao-amazonica-tem-maior-proporcao-de-consumo-de-peixe-pais-diz-ibge>>. Acesso em 15 de fev. 2015.

SILVA, J. I. Composição corpórea e rendimento de cortes de tambaquis machos e fêmeas cultivados na região metropolitana de Manaus. 50 f. Dissertação (Mestrado em em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608-613, 2007.

SOARES, E. Avaliação das Condições de Temperatura e Concentração de Água Ozonizada para Sanitização de Alface. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SOUZA, M. L. R.; DOURADO, D. M.; MACHADO, S.D.; BUCCINI, D. F.; JARDIM, M. I. et al. Análises da pele de três espécies de peixes: histologia, morfometria e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1551-1559, 2003.

SOUZA, H. C. S. Utilização da atmosfera modificada e de refrigeração na conservação de cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de piscicultura. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.

STEVANATO, F. B.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. L.; ALMEIDA, V. V.; VISENTAINER, J. V. Avaliação química e



sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27: 567-571, 2007.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; MARTINEZ, M. B, CAMPOS, L. C.; GOMPERTZ, O. F.; RÁCZ, M. L. **Microbiologia**. 4a edição. São Paulo: Editora Atheneu, 718p. 2005.

VAZ, S. K. Elaboração e caracterização de lingüiça fresca “tipo toscana” de tilápia (*Oreochromis niloticus*). 113 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VIANA, Z. C. V. et al. Absorption study of chemical elements muscle in fish of the coast Bahia. v. 11, n. 1, p. 27-34. 2012.

XAVIER, Q. A. S. Desenvolvimento e caracterização de embutido de piranha (*Serrasalmus* sp). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

