



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS MORAIS**

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE *SOUS VIDE* EM TAMBAQUI (*Colossoma  
macropomum*) COM MOLHO DE TUCUPI**

**BELÉM - PA**

**2016**

**BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS MORAIS**

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE *SOUS VIDE* EM TAMBAQUI (*Collossoma macropomum*) COM MOLHO DE TUCUPI**

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

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucia de Fátima Henriques Lourenço

**BELÉM - PA**

**2016**

**BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS MORAIS**

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE *SOUS VIDE* EM TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) COM MOLHO DE TUCUPI**

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

Data de Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lucia de Fátima Henriques Lourenço  
(PPGCTA /ITEC/UFPA – Orientadora)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr. Antônio Manoel da Cruz Rodrigues  
(PPGCTA/ITEC/UFPA - Membro)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr. Eder Augusto Furtado Araújo  
(FEA /ITEC/UFPA - Membro)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Regina Sarkis Peixoto Joele  
(IFPA/UFPA – Membro externo)

*A Deus, que se mostrou criador,  
que foi criativo. Seu fôlego de vida em  
mim me foi sustento e me deu coragem  
para questionar realidades e propor  
sempre um novo mundo de  
possibilidades.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Lúcia Lourenço, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

Aos meus pais Edmilson e Socorro, minha irmã Caroline e ao Junior, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Meus agradecimentos aos amigos do LAPESCA, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

A técnica *sous vide* utiliza a combinação de vácuo e controle da temperatura para produzir carnes prontas com melhores características de cor, sabor, textura e retenção de nutrientes em comparação com os processos de cocção tradicionais. Utilizou-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), nativo da Bacia Amazônica, pela sua importância comercial e excelência em cultivo, e como base do molho, o tucupi, ingrediente tipicamente regional e muito utilizado na culinária paraense. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar microbiológica, físico, físico-química e sensorialmente filés de peixe proveniente de cultivo, pasteurizados sob técnica *sous vide* com molho de tucupi, como uma alternativa para uma melhor padronização e segurança em relação ao peixe *in natura*. Foram realizadas avaliações físicas, físico-químicas e microbiológica das matérias-primas; estabelecimento das melhores condições de processo (tempo / temperatura); caracterização do produto otimizado na melhor condição de processo e estudo de vida comercial do produto final. O produto final apresentou boa aceitabilidade ao ser elaborado em temperatura de 65°C por 12,5 minutos, apresentando estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial durante o armazenamento refrigerado (1°C), podendo estabelecer a vida-útil do *sous vide* de tambaqui ao molho de tucupi em 49 dias, determinado pelos resultados das análises sensoriais realizadas durante o armazenamento.

**Palavras chave:** *Sous vide*, tambaqui, análise sensorial e tucupi.

## ABSTRACT

The sous vide uses a combination of vacuum and temperature control to produce ready meat with improved characteristics of color, flavor, texture and nutrient retention compared to traditional cooking processes. We used the tambaqui (*Colossoma macropomum*), native of the Amazon Basin, for its commercial importance and excellence in cultivation and a basis of the sauce, tucupi, typically regional and ingredient widely used in Pará cuisine. The objective of this study was to obtain and characterize microbiological, physical, physico-chemical and sensory fish fillets from cultivation, under pasteurized sous vide with tucupi sauce, as an alternative for a better standardization and safety for fish raw. Reviews physical, physico-chemical and microbiological raw materials were carried out; establish best process conditions (time / temperature); characterization of the product in the best optimized process condition and study commercial life of the final product. The final product had good acceptability to be prepared in temperature of 65 ° C for 12.5 minutes, with microbiological stability, physicochemical and sensory during cold storage (1 ° C) and can establish the service life of sous vide Tambaqui to tucupi sauce in 49 days, determined by the results of the sensory analyzes conducted during storage.

**Keywords:** Sous vide, Amazonian fish, sensory analysis and tucupi.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fluxograma do processamento do processamento do tabaqui pela técnica do <i>sous vide</i> ..... 30
<b>Figura 2</b>	Superfície de resposta e curva de nível mostrando o efeito de Tempo e Temperatura na Capacidade de Retenção de Água (CRA) do tabaqui obtido pela técnica do <i>sous vide</i> ..... 40
<b>Figura 3</b>	Superfície de resposta e curva de nível mostrando o efeito de Tempo e Temperatura na Textura Instrumental (TI) do tabaqui obtido pela técnica do <i>sous vide</i> . ..... 40
<b>Figura 4</b>	Aceitação nos testes sensoriais do <i>sous vide</i> de tabaqui com molho de Tucupi para avaliação dos parâmetros: a) Avaliação global; b) Cor; b) Aroma; c) Textura e d) Sabor ..... 45
<b>Figura 5</b>	Intenção de compra de tabaqui obtido pela técnica do <i>sous vide</i> ..... 46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Proporções dos molhos utilizados na elaboração do produto .....	28
<b>Tabela 2</b>	Planejamento fatorial completo composto central rotacional ( $2^2$ ); valores codificados e decodificados .....	29
<b>Tabela 3</b>	Resultado das características morfológicas dos tabaquis cultivados .....	33
<b>Tabela 4</b>	Resultado da composição centesimal do tabaqui <i>in natura</i> .....	34
<b>Tabela 5</b>	Resultado das análises microbiológicas realizadas no tabaqui <i>in natura</i> ..	34
<b>Tabela 6</b>	Resultado das análises físicas e físico-químicas realizadas no filé de tabaqui <i>in natura</i> e no molho de tucupi .....	35
<b>Tabela 7</b>	Médias atribuídas pelos provadores aos produtos com diferentes proporções de molhos de tucupi .....	37
<b>Tabela 8</b>	Resultado da matriz codificada do planejamento experimental $2^2$ para a otimização das características de <i>sous vide</i> de tabaqui .....	38
<b>Tabela 9</b>	Estimativa dos coeficientes das variáveis de polinômios de segunda ordem (eq. 1) associada a significância para cada resposta estudada .....	38
<b>Tabela 10</b>	Modelo reduzido para Capacidade de Retenção de água (CRA) e Textura instrumental (TI) em função das variáveis independentes, teste F e $R^2$ .....	39
<b>Tabela 11</b>	Valores otimizados obtidos com RSM e verificação experimental .....	41
<b>Tabela 12</b>	Resultado da composição centesimal, análises física e físico-química do produto final .....	41
<b>Tabela 13</b>	Questionário aplicado aos provadores antes da análise sensorial .....	43
<b>Tabela 14</b>	Evolução dos parâmetros físico-químicos durante a vida comercial de tabaqui obtido pela técnica do <i>sous vide</i> .....	47
<b>Tabela 15</b>	Evolução do escore de aceitação de cor, aroma, textura e avaliação global em amostras de <i>sous vide</i> de tabaqui .....	49

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>ix</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral .....	15
1.1.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1 O PESCADO	16
2.1.1 A produção de pescados .....	16
2.1.2 Pescados na Amazônia .....	16
2.1.3 Características do músculo do pescado.....	17
2.1.4 Microbiologia do Pescado.....	18
2.1.5 Métodos de conservação do pescado .....	18
2.2 TÉCNICA DO <i>SOUS VIDE</i>	19
2.2.1 Etapas de produção do <i>sous vide</i> .....	20
2.2.2 Técnicas de Cocção .....	200
2.2.3 Conservação pelo frio .....	21
2.2.4 Aditivos e ingredientes.....	21
2.2.4.1 O tucupi	21
2.3 EMBALAGENS PARA ALIMENTOS	222
2.3.1 Embalagem a Vácuo .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>24</b>
3.1 MATERIAL	24
3.1.1 Matéria-prima .....	24
3.2 MÉTODOS	24
3.2.1 Processo de abate .....	24
3.2.2 Determinações biométricas e obtenção dos filés.....	24
3.2.3 Caracterização microbiológica da matéria-prima e produto final.....	25
3.2.3.1 Preparo das amostras	25
3.2.3.2 Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes a 45°C e coliformes a 35°C	25
3.2.3.3 Contagem de estafilococos coagulase positiva	25

3.2.3.4	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.	26
3.2.3.5	Contagem de bactérias mesófilas	26
<b>3.2.4</b>	<b>Caracterização físico-química da matéria-prima e do produto final.....</b>	<b>26</b>
3.2.4.1	Capacidade de retenção de água	26
3.2.4.2	pH	27
3.2.4.3	Textura Instrumental (TI)	27
3.2.4.4	Atividade de Água (Aw)	27
3.2.4.5	Cor instrumental	27
3.2.4.6	Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT)	27
<b>3.2.5</b>	<b>Escolha das proporções dos ingredientes para o molho de tucupi .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Escolha da temperatura e tempo do processo .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Elaboração dos filés pela técnica <i>sous vide</i> .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Composição centesimal da matéria-prima e do produto final.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.9</b>	<b>Teste de aceitação do produto final.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.10</b>	<b>Estudo da vida útil do produto final.....</b>	<b>31</b>
3.2.10.1	Análises Microbiológicas durante o armazenamento	31
3.2.10.2	Análises Físico-Químicas durante o armazenamento	31
<b>3.2.11</b>	<b>Análise sensorial durante o armazenamento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.12</b>	<b>Análise Estatística .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.13</b>	<b>Comitê de Ética e Pesquisa.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DO TAMBAQUI	33
4.2	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO TAMBAQUI <i>IN NATURA</i>	33
4.3	CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO TAMBAQUI <i>INNATURA</i>	34
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DO TAMBAQUI <i>IN NATURA</i> E MOLHO DE TUCUPI	35
4.5	ESCOLHA DOS INGREDIENTES (MOLHO) A SEREM UTILIZADOS	37
4.6	ESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES ÓTIMAS DE TEMPO E TEMPERATURA	37
4.7	ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES DOS MODELOS	38
<b>4.7.1</b>	<b>Graficos de superfície de resposta.....</b>	<b>39</b>
4.8	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DO PRODUTO FINAL.	41
4.9	AVALIAÇÃO SENSORIAL	43
<b>4.9.1</b>	<b>Questionário qualitativo .....</b>	<b>43</b>

<b>4.9.2</b>	<b>Análise de aceitação do produto final .....</b>	<b>44</b>
4.9.2.1	Intenção de compra	46
4.10	ESTUDO DE VIDA COMERCIAL DE FILÉS DE TAMBAQUI PROCESSADOS PELA TÉCNICA <i>SOUS VIDE</i>	46
<b>4.10.1</b>	<b>Análises microbiológicas durante o armazenamento .....</b>	<b>46</b>
<b>4.10.2</b>	<b>Análises físico-químicas durante o armazenamento.....</b>	<b>47</b>
<b>4.10.3</b>	<b>Avaliação sensorial dos atributos: cor, aroma, textura e avaliação global ao longo da vida comercial. ....</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICES</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

Em 2011 o Brasil produziu aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados. A atividade gera um PIB de R\$ 5 bilhões e mobiliza 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores, proporcionando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. A pesca apresentou significativo crescimento nos últimos anos, passando de 278 mil toneladas em 2003 para 415 mil em 2009, o que equivale a 49% de incremento em menos de uma década (BRASIL, 2012).

A produção de pescado no estado do Pará em 2010 foi de 143 mil toneladas, o que representou 52% da produção da região Norte e aproximadamente 11% da produção nacional, posicionando o estado no segundo lugar do ranking nacional (BRASIL, 2011).

Dentre os produtos de origem animal, os peixes são os mais suscetíveis a processos de deteriorações físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, que podem ser explicados devido a ação de enzimas autolíticas do próprio pescado, a elevada concentração de gorduras insaturadas, entre outros. Por isso é fundamental que a partir da captura ou despesca do pescado, sejam adotadas medidas para reduzir ao mínimo a ação desses fatores, visando a obtenção de um produto final com condições adequadas de consumo. O mercado de pescados cresce cada vez mais na direção da elaboração de produtos de alta qualidade, com baixo teor de sal, livre de conservantes e de fácil preparação por parte do consumidor, características estas que podem ser obtidas pelo processo do *sous vide* (FAGAN e GORMLEY, 2004).

Garcia-Linares et al. (2004) definiram que a tecnologia do *sous vide* inclui embalagem a vácuo, pasteurização e estocagem em temperatura de resfriamento, numa tentativa de obter um balanço ótimo entre a extensão da vida comercial, segurança microbiológica do produto e a manutenção da aparência de alimento fresco com preservação do conteúdo nutricional.

A embalagem a vácuo previne a perda por evaporação de compostos voláteis e umidade durante a cocção, e inibe sabores estranhos gerados pela oxidação (CHURCH e PARSONS, 2006), resultando em alimento com suas características sensoriais e valores nutritivos preservados (GARCÍA-LINARES et al., 2004).

Baldwin (2003) assegurou que o peixe é uma ótima matéria-prima para a aplicação desta técnica, desde que se utilize apenas matéria-prima de ótima qualidade, ou seja, peixes muito frescos, sem escama ou espinha. Fagan e Gormley (2005) afirmaram ainda, que um bom número de subespécies de peixes é adequado para aplicação da técnica *sous vide*, em uma variedade de molhos salgados, possibilitando assim, a elaboração de produtos com um elevado nível de aceitabilidade pelo mercado.

O tambaqui (*Collossoma macropomum*) é espécie nativa da região Amazônica e é considerado um peixe excelente para cultivo por apresentar qualidades zootécnicas e de manejo que permitem um bom rendimento em cativeiro. O alto valor comercial e grande importância econômica e social na América Latina desta espécie pode ser uma alternativa para atender novos nichos de mercado com consumidores que estão cada vez mais exigentes (BOMBARDELLI, SYPERRECK, & SANCHES, 2005; SILVA, PEREIRA-FILHO, CAVERO, & OLIVEIRA-PEREIRA, 2007).

Segundo Cagnon et al., (2002) o tucupi é um molho parcialmente fermentado, obtido de água prensada da massa triturada ou ralada de mandiocas de polpa amarela, é um ingrediente típico muito apreciado na culinária paraense e atualmente disseminado na gastronomia internacional incrementando diversos tipos de preparações.

Diante do exposto, o aproveitamento das matérias-primas regionais, como o tambaqui cultivado e o tucupi na elaboração de novos produtos, pretendem incentivar e servir de alternativa para a verticalização da produção de pescado local visando novas tecnologias aplicadas aos ingredientes amazônicos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi aplicar a técnica de *sous vide* em tambaqui de cultivo acrescido de molho de tucupi, caracterizar e estudar a vida-útil durante o armazenamento refrigerado, a fim de desenvolver novas alternativas de processamento.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as matérias-primas quanto às características microbiológicas, físicas e físico-químicas;
- Aplicar técnica de *sous vide* em tambaqui com molho de tucupi;
- Estabelecer as melhores condições de processo a partir do emprego da técnica;
- Analisar o produto final otimizado quanto às características microbiológicas, físicas e físico-químicas;
- Avaliar a vida-útil do *sous vide* otimizado durante armazenamento refrigerado.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 O PESCADO**

#### **2.1.1 A produção de pescados**

A produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 146 milhões de toneladas em 2009 e 142 milhões de toneladas em 2008. Os maiores produtores em 2009 foram a China com cerca de 60,5 milhões de toneladas, a Indonésia com 9,8 milhões de toneladas, a Índia com 7,9 milhões de toneladas e o Peru com 7 milhões de toneladas (BRASIL, 2010).

O Brasil contribuiu com 1.240.813 t em 2009, representando 0,86% da produção mundial de pescado. Em 2008, a produção de pescado nacional foi 0,81% do total produzido no mundo. Com este aumento no percentual de contribuição da produção total de pescado mundial de 2008 para 2009, o Brasil alcançou quatro posições e passou a ocupar o 18º lugar no ranking geral dos maiores produtores de pescado do mundo (BRASIL, 2011).

O peixe é um dos recursos naturais mais abundantes e consumidos na região amazônica. Estima-se que haja entre 1,5 e seis mil espécies, o que corresponderia aproximadamente, a 8% dos peixes de todo o mundo, 30% dos peixes de água doce e 75% dos peixes de água doce do Brasil (SANTOS; SANTOS, 2005).

O consumo *per capita* de pescado no país em 2009 foi de 9,03 kg/hab/ano, com crescimento de 8% em relação ao ano anterior. Deste total, 69,4% do pescado capturado é consumido no Brasil, e o restante em 2009, foi destinado ao mercado externo (BRASIL, 2009).

#### **2.1.2 Pescados na Amazônia**

No ano de 2007, a região Norte produziu aproximadamente 130 mil toneladas de pescado, com um valor total estimado de R\$ 357.988.790,00. Detendo assim, a maior produção da pesca extrativa continental do Brasil, representando 57,5% da produção nacional (IBAMA, 2007).

A Região Norte participa do cenário da pesca extrativa continental como uma das mais atuantes, sendo responsável por 55,7% da produção pesqueira de água doce brasileira,

a qual foi fortemente impulsionada pelos estados do Amazonas (70.896 t) e do Pará (50.949 t), que somados foram responsáveis pela metade da produção pesqueira continental do Brasil (49% do total capturado) (BRASIL, 2010).

A pesca na Amazônia é uma atividade extrativista, condicionada pelo nível das águas dos rios, com superprodução na época da “seca”, e escassez durante a época da “cheia”, o que influi decisivamente no preço final do produto. Uma alternativa para minimizar os efeitos desta sazonalidade é a criação de peixes em cativeiro, que além de propiciar melhor equilíbrio entre oferta e demanda no mercado regional, estabilizando os preços ao longo do ano, também poderá contribuir para incrementar a exportação, não só para outras regiões do país, como também para o mercado internacional (BRASIL, 2011).

O Estado do Amazonas, em 2010, assim como nos anos de 2008 e 2009, foi o maior produtor de pescado de água doce do Brasil com 70.896 toneladas (28,5% do total capturado), seguido pelos estados do Pará (50.949 toneladas) e do Maranhão (22.944 toneladas). Em 2010 foi observado um crescimento na produção da pesca continental dos estados do Acre, Pará e Tocantins, registrando-se aproximadamente 20% de incremento para cada um (BRASIL, 2010).

### **2.1.3 Características do músculo do pescado**

Nos peixes teleósteos, a massa muscular está organizada em três tipos básicos de fibras e a presença e distribuição das fibras são variáveis entre as espécies e nas diferentes fases de crescimento (CARVALHO et al., 2000; NEVES et al., 2000).

Estes tipos de fibras são classificados em vermelhas ou SO (Slow Oxidative), brancas que também podem ser denominadas de FG (Fast Glycolytic) e intermediárias, chamadas de FOG (Fast Oxidative Glycolytic), segundo a nomenclatura adotada por Peter et al. (1972).

Para esta classificação são considerados aspectos estruturais, metabólicos e funcionais. As fibras vermelhas concentram-se em sua maior parte, na região da linha lateral, possuem diâmetros variáveis, apresentam grande número de mitocôndrias e elevado teor de mioglobina, o que fornece a coloração vermelha. A velocidade de contração é lenta e metabolismo oxidativo (NEVES et al., 2000).

As fibras brancas possuem diâmetro maior, menor número de mitocôndrias e mioglobina, contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração mais clara (BOSCO et al., 2000; NEVES et al., 2000). No entanto, as fibras intermediárias apresentam diâmetro intermediário, contração rápida e metabolismo oxidativo e glicolítico, essas fibras foram

descritas por Patterson et al. (1975). A estrutura e a função das fibras estão relacionadas com a locomoção e hábitos alimentares (SILVA et al., 1995).

#### **2.1.4 Microbiologia do Pescado**

Por ser considerado um alimento perecível, o pescado exige muitos cuidados em relação a seu manuseio, tanto durante o processo de captura quanto na estocagem. Produtos alimentícios procedentes do pescado podem alterar-se por autólise, atividade microbiana e/ou oxidação (GRIKORAKIS; TAYLOR; ALEXIS, 2003).

Logo após a morte, os complexos sistemas que controlam seus processos vitais deixam de funcionar e as enzimas continuam a agir, possibilitando acesso dos micro-organismos ao músculo estéril do pescado. Os micro-organismos, neste ambiente altamente nutritivo, têm rápido desenvolvimento, resultando em um acelerado processo de deterioração (VIEIRA, 2003).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem animal – RIISPOA (BRASIL, 2001), assegura que para ser considerado peixe fresco, o mesmo deve apresentar pH inferior a 6,5 no seu tecido muscular interno.

As reações de deterioração de peixe se desenvolvem em diversas etapas até a autólise, quando ocorre a ação de proteases do músculo (catepsinas e calpaínas) e a de exopeptidases de origem microbiana, devido principalmente ao processo de transformação do músculo em carne. A diminuição do pH não é suficiente para inibir o desenvolvimento de micro-organismos proteolíticos presentes no pescado (BARROS, 2003).

#### **2.1.5 Métodos de conservação do pescado**

Procedimentos tecnológicos empregados imediatamente após a captura como manuseio adequado, lavagem e evisceração interferem na conservação e melhoram a capacidade de manutenção da estabilidade do pescado. Conservar estes produtos requer rigoroso controle de qualidade desde a captura até a comercialização (CARDOSO et al., 2003).

A comercialização de peixes processados fica limitada às formas mais simples e menos elaboradas de transformação (OSTRENSKY et al., 2000) como peixes inteiros e/ou apenas eviscerados, quando se trata de espécie nativas (CARACIOLO et al., 2001), ou então na forma de filés frescos ou congelados para peixes de piscicultura (KUBITZA, 2000).

A demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade com características “frescas” ou “naturais” e que necessitam de uma preparação mínima, levou ao desenvolvimento de alimentos de conveniência prontos para consumo e que são conservados por tecnologias mais brandas. A principal técnica de conservação é a refrigeração, porém, devido à dificuldade de manter as temperaturas baixas ao longo de toda a cadeia de produção, distribuição e estocagem, são necessários obstáculos que controlam o crescimento de micro-organismos deteriorantes ou patogênicos. O conceito de combinar diversos fatores para conservar o alimento se caracteriza no efeito de barreiras, ou seja, cada fator é uma barreira que o microrganismo deve ultrapassar, e, quanto mais fatores combinados, maior será a dificuldade para os microrganismos se desenvolverem (FELLOWS, 2006).

## 2.2 TÉCNICA DO *SOUS VIDE*

*Sous vide* é uma técnica de cocção de alimentos crus em embalagens plásticas apropriadas, seladas a vácuo, em baixas temperaturas por um longo período de tempo. Após o término do cozimento o alimento pode ser armazenado ou acrescido de algum outro ingrediente a escolha (TANSEY; GORMLEY, 2004).

Vantagens associadas com o processamento de *sous vide* incluem um perfil de sabor superior aos alimentos congelados devido o aprisionamento dos compostos voláteis do sabor dentro da embalagem. Há aumento da maciez e umidade, retenção de cor melhorada e perda nutricional reduzida, uma vez que os nutrientes não são lixiviados em água fervente. Além disso, a redução da necessidade de conservantes e intensificadores de sabor, cor, textura e melhor preservação de vitaminas e retenção da maioria dos constituintes originais dos alimentos, contribuindo para um aumento de sua qualidade. O processamento e armazenamento a vácuo impede o contato do produto com o ar e, conseqüentemente, os alimentos vão manter a sua qualidade microbiológica, sabor, cor e textura muito mais do que um alimento não-embalado a vácuo do mesmo tipo (NYATI, 2000).

Segundo Dias et al. (2009), pouco se sabe sobre vida útil de alimentos preparados pela técnica de *sous vide*, porém estudos demonstram um ligeiro aumento em comparação a alimentos preparados pelo método tradicional, por diversos fatores, entre eles a ausência de oxigênio. Por exemplo, a vida comercial de peixes e mariscos tem sido relatada com uma variação entre 5 a 45 dias (GONZÁLEZ-FANDO'S, 2005). Sendo que, a maioria dos estudos estabelece o prazo de validade em função de aspectos microbiológicos do produto.

Vários estudos foram realizados sobre o *sous vide* utilizando peixes e outras matérias primas. Diaz et al. (2009) estudaram a determinação da vida comercial do *sous vide* de salmão (*Salmo salar*) baseada nos atributos sensoriais. Vaudagna et al. (2008) avaliaram o efeito da adição do sal no *sous vide* de filés de músculos de carne bovina de origem Argentina. Fagan e Gourmley (2005) avaliaram o efeito do cozimento do *sous vide* no congelamento e na qualidade de sete espécies de peixes. Picouet et al (2011) estudaram a estabilidade de *sous vide* de lombo de salmão processado por alta pressão. Vaudagna et al. (2002) avaliaram o efeito do tratamento baixa temperatura e longo tempo na qualidade e na estabilidade do armazenamento de *sous vide* de filés de carne bovina.

### **2.2.1 Etapas de produção do *sous vide***

James e James (2005) descrevem as seguintes etapas para a preparação de *sous vide*: a) Embalagem a vácuo do alimento cru ou pré-cozido; b) Selamento das embalagens; c) Pasteurização em temperaturas estritamente controladas; d) Resfriamento rápido; e) Armazenamento em condições controladas pré-definidas; f) Reaquecimento.

Baldwin (2009) acrescenta ainda uma fase de preparação anterior à embalagem, que inclui a criteriosa escolha de ingredientes e sua combinação à carne que será preparada, bem como qualquer outro processo que seja requerido para uma melhor qualidade do produto final, que poderá ser: marinação, maturação ou salmoura. A tendência quando se pensa na técnica *sous vide* é tentar unificar em pasteurização, preservação e apresentação final, por isso, antes de qualquer tratamento, combinações de ingredientes podem ser utilizadas para conferir características sensoriais ou de preservação ao produto final.

### **2.2.2 Técnicas de Cocção**

Processos de pasteurização visam a extensão da vida de prateleira, e podem ser combinados a aditivos que visem este objetivo como sais e ácidos orgânicos, ou ainda que permitam a melhoria das qualidades sensoriais, como temperos, processos de marinação ou cozimento prévio (JUNEJA; SNYDER, 2007).

Durante o aquecimento, as fibras musculares diminuem transversalmente e longitudinalmente, as proteínas sarcoplasmáticas se agregam formando gel, e os tecidos conjuntivos solubilizam (MCGEE, 2004), como a capacidade de retenção de água da carne

do músculo inteira é governada pelo encolhimento e inchaço das miofibrilas, temperaturas altas causam uma perda de água substancial; a extensão dessa contração aumenta com a temperatura (TORNBERG, 2005).

No entanto, uma característica única de *sous vide* é a capacidade de cozinhar com precisão, limitando o encolhimento das fibras musculares o que garante uma melhor qualidade sensorial ao produto final (JUNEJA; SNYDER, 2007).

### **2.2.3 Conservação pelo frio**

A refrigeração objetiva retardar o crescimento microbiano, atividades *post mortem* dos tecidos animais, controle de reações químicas deteriorantes, inclusive escurecimento enzimático, oxidação de lipídeos e alterações químicas de degradação da cor, além do controle da autólise do pescado (BALDWIN, 2009). Após a pasteurização, o alimento é rapidamente resfriado e refrigerado, sendo que antes de ser consumido, o alimento é reaquecido em banho-maria ou micro-ondas em temperaturas brandas de cocção.

Juneja e Snyder (2007) afirmam ainda que, com o congelamento, a vida comercial pode se prolongar de 60 dias a 18 meses, e para cada alimento podem ser realizados estudos para garantir que a qualidade do alimento congelado, quando descongelado, seja mais próxima do original dos alimentos, frescos ou refrigerados.

Por isso, apesar da técnica preconizar apenas o resfriamento, autores aceitam que o congelamento é uma alternativa viável para a conservação do *sous vide* de peixes, não provocando alteração significativa de suas características sensoriais, prolongando a vida comercial e a segurança do produto, sendo mais eficaz para evitar germinação, crescimento e produção de toxina por bactérias patogênicas (FAGAN; GORMLEY, 2005).

### **2.2.4 Aditivos e ingredientes**

#### **2.2.4.1 O tucupi**

O tucupi é um produto parcialmente fermentado da manipueira *Manihot sp* (mandioca brava), que após extração fica em repouso por 1 ou 2 dias para a decantação do amido que é posteriormente removido, ocorrendo naturalmente a sua fermentação. Após esta etapa, é realizada uma cocção adicionando-se condimentos, obtendo-se assim o molho de tucupi propriamente dito, este geralmente é embalado em garrafas do tipo PET ou similares e inserido no mercado para a sua comercialização (CAGNON, 2002).

O tucupi é um produto heterogêneo que apresenta duas fases distintas, uma sólida e a outra líquida, cujas características são perceptíveis quando o produto está em repouso. A sua cor varia de amarelo claro ao amarelo intenso, quando homogeneizado, seu sabor é levemente ácido com aroma característico próprio (ADEPARÁ, 2008).

O tacacá e o pato no tucupi são exemplos de pratos típicos da Região Norte, muito apreciados pela população, cujo ingrediente principal na sua formulação é o tucupi. De acordo com o IBGE, o consumo anual *per capita* de tucupi em Belém, capital do Pará, é de 0,35 kg (CHISTE et al., 2007).

## 2.3 EMBALAGENS PARA ALIMENTOS

A maioria dos alimentos perecíveis requer um armazenamento em ambiente refrigerado, e para garantir a manutenção da qualidade ao longo do tempo de vida útil é muito importante conhecer o tipo de embalagem que os envolve, que acabam sendo essenciais para controlar as interações entre o produto, o meio e o consumidor (HAUGAARD et al., 2001).

Existem vários fatores a considerar no momento da escolha de um determinado tipo de embalagem, pois é necessário levar em consideração as características do alimento, a forma como foi processado, o tempo de vida útil do alimento, e acima de tudo, o custo de todo o processo. Os avanços tecnológicos na área dos materiais utilizados e nas técnicas empregadas têm aumentado as opções disponíveis para se obter uma embalagem que preencha os requisitos do alimento embalado (LOPEZ-RUBIO *et al.*, 2006; MARKARIAN, 2004; ROONEY, 2002).

### 2.3.1 Embalagem a Vácuo

A embalagem é uma parte importante das operações de processamento de alimentos e, em algumas, ela é a operação propriamente dita. As inovações em materiais e técnicas de embalagem foram de fundamental importância para o desenvolvimento de alimentos novos e minimamente processados (FELLOWS, 2006).

O acondicionamento em embalagem a vácuo é considerado um tipo de atmosfera modificada e têm como objetivo a proteção do produto que está em seu interior, retardando reações oxidativas e atividade microbiana, prolongando sua vida comercial (ORDOÑEZ, 2005).

Polímeros de nylon e polietileno, segundo Silva (2009), apresentam alta permeabilidade ao vapor d'água; boa barreira a gases e aromas; resistência a óleos e gorduras; excelente resistência química; resistente a altas e baixas temperaturas; selagem sobre contaminantes (sangue, gordura, óleos); excelente resistência a tração, impacto e rasgamento.

O produto é acondicionado em embalagens com barreira aos gases nas quais o ar é removido, sob estas condições, o O<sub>2</sub> residual é utilizado pela microbiota aeróbica residente, produzindo CO<sub>2</sub> (10-20%) e fazendo com que o potencial redox fique negativo. Estas mudanças no potencial redox e na composição da atmosfera reduzem o crescimento de bactérias aeróbias deteriorantes que produzem a viscosidade, rancificação e descoloração indesejáveis no produto (MANTILLA et al., 2010).

Para embalar a vácuo, o produto é colocado em uma embalagem com baixa permeabilidade ao oxigênio, o ar é evacuado e a embalagem lacrada. São necessários polímeros com filmes de alta barreira e equipamentos de embalagens termo-soldadas. Como o tecido é morto, os fenômenos *post mortem* podem estar ocorrendo, pois são tipicamente anaeróbicos (OETTERER, 2004).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Matéria-prima**

As amostras de peixe da espécie *Colossoma macropomum* foram obtidas da Aquicultura e Pesca da Região de Castanhal/PA.

O tucupi, utilizado como principal ingrediente do molho, assim como os demais ingredientes foram adquiridos em um mercado local de Belém/PA.

#### **3.2 MÉTODOS**

##### **3.2.1 Processo de abate**

O abate foi realizado por choque térmico em imersão dos peixes, após jejum de 24h, em água gelada ( $2 \pm 1^\circ\text{C}$ ) por 30 a 40 minutos, em caixa de térmica com capacidade para 170 litros.

##### **3.2.2 Determinações biométricas e obtenção dos filés**

O comprimento e largura dos peixes, assim como do tamanho das cabeças, foram medidos no local de coleta, antes do acondicionamento, a fim de se estabelecer um padrão de tamanho para os tambaquis, e conseqüentemente seus filés, que foram destinados ao processamento.

Após esse procedimento os peixes foram transportados em caixas de polímero expandido, contendo gelo de água clorada em escamas em veículo próprio para o Laboratório de Carnes e Pescados (LAPESCA) da Universidade Federal do Pará. Ao chegarem os peixes foram pesados, sanitizados (com água clorada a 5ppm em temperatura abaixo de  $5^\circ\text{C}$ ), eviscerados, filetados e padronizados a partir da região lombar em porções de aproximadamente 200g.

Os filés foram acondicionados aos pares, em embalagens plásticas de filmes multicamadas de nylonpolietileno, na medida 20 x 25 x 18 cm e armazenados em caixas de polipropileno de 2 kg com 7 cm de altura e em seguida congelados a  $-26^\circ\text{C}$ .

### 3.2.3 Caracterização microbiológica da matéria-prima e produto final

Foram realizadas as determinações de Coliformes a 45°C e 35°C, Estafilococcus coagulase positiva, *Salmonella* e contagens para Mesófilos de acordo com os padrões exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001). Todas as análises seguiram metodologia descrita por Downes e Ito (2001).

#### 3.2.3.1 Preparo das amostras

Foram pesadas assepticamente, duas porções representativas de 25 g de cada amostra, sendo uma porção homogeneizada com 225 mL de peptona tamponada estéril 0,1% e incubada a 35° - 37°C por 24 horas para pré-enriquecimento de *Salmonella* sp e a outra porção, homogeneizada com 225 mL de solução salina a 0,1%, a partir da qual foram realizadas as diluições decimais até 10<sup>-3</sup>, que também foram utilizadas nas demais análises. As análises foram realizadas em triplicata.

#### 3.2.3.2 Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes a 45°C e coliformes a 35°C

Foi utilizada a técnica de tubos múltiplos, com três series de três tubos em cada diluição (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>). Empregada como meio presuntivo o Caldo Lauril Sulfato Triptose com incubação a 35°C – 37°C por 48 horas. Após a leitura, os tubos positivos foram repicados para caldo *Escherichia coli* (EC) para prova confirmativa, e incubados a 45°C, em banho-maria, por 24 horas. Para análise de coliformes a 35°C, após a leitura, os tubos positivos foram repicados para o caldo Verde brilhante (VB), para prova confirmativa, e incubado a 35°C. A determinação de NMP, de coliformes a 45°C e coliformes a 35°C, foi realizada com o auxílio da tabela de Hoskins.

#### 3.2.3.3 Contagem de estafilococos coagulase positiva

Foi empregada a técnica de semeadura em superfície, inoculando-se alíquotas de 0,1 mL da diluição 10<sup>-1</sup>, sobre a superfície do Ágar Baird-Park em triplicata. Após inoculação a 36°C por 48 horas, as colônias características de *Staphylococcus* foram enumeradas e

submetidas ao teste de coagulase. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC/g).

#### 3.2.3.4 Pesquisa de *Salmonella* sp.

Para esta análise foi transferido 0,1 mL de amostra, pré-enriquecida em Peptona Tamponada estéril 0,1%, para 10 mL de Caldo Rappaport-Vassiliadis e 1mL para 10 mL de Caldo Tetracionato, sendo incubadas a 43°C por 24 horas. O isolamento das colônias típicas foi realizado repicando-as por meio de semeadura em superfície em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e ágar Verde-Brilhante (BGA), com incubação a 36°C por 24 horas. As colônias típicas foram confirmadas através de testes bioquímicos usando ágar Três Açucares e Ferro (TSI), Ágar Lisina-Ferro (LIA), Caldo Uréia e Ágar Citrato Simmons e teste sorológico (soro O e H polivalentes).

#### 3.2.3.5 Contagem de bactérias mesófilas

Foi transferido 1 mL da diluição  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  para placas contendo Agar Plate Count, onde ficaram incubadas em estufa a 36° C/ 48h.

### 3.2.4 Caracterização físico-química da matéria-prima e do produto final

Foram realizadas, em triplicata, as seguintes análises físico-químicas:

#### 3.2.4.1 Capacidade de retenção de água

A CRA foi determinada de acordo com a metodologia adaptada de Hamm (1960), cada amostra de 2,5 g foi posicionada entre dois papéis filtros circulares de 5,5 cm de diâmetro, espessura de 200 µm e gramatura de 80 g/m<sup>2</sup>. Amostras e papéis de filtro foram posicionados entre duas placas quadrangulares de poliuretano e sobre este sistema foi colocado um peso de 5 kg por cinco minutos. A pressão exercida sobre a amostra foi uniforme em toda sua área. Posteriormente a amostra e os papéis foram pesados e os resultados expressos em porcentagem.

#### 3.2.4.2 pH

Foi determinado em potenciômetro da marca Hanna Instruments, modelo HI9321, previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7, de acordo com o método 981.12 da AOAC (2000).

#### 3.2.4.3 Textura Instrumental (TI)

A Textura instrumental, foi determinada em Texturômetro Brookfield QTS, utilizando probe cilíndrico (diâmetro = 38mm). As condições de teste foram: temperatura ambiente; medida de força em compressão; velocidade de teste: 2,0 mm/s; trigger point: 0,1N; distancia: 114 mm; target value 20N e deformação de 7mm (COMBES et al., 2004). O parâmetro avaliado foi a firmeza (consistência) e com em 6 repetições para cada amostra.

#### 3.2.4.4 Atividade de Água (Aw)

Foi realizada através de leitura direta em termohigrômetro digital, com controle interno de temperatura ( $\approx 25^{\circ}\text{C}$ ), da marca Decagon, Aqualab Séries 3TE modelo TE 8063.

#### 3.2.4.5 Cor instrumental

A avaliação da cor dos produtos foi realizada utilizando colorímetro MINOLTA modelo CR 310, obtendo-se parâmetros de L\* (luminosidade), a\* (intensidade do vermelho) e b\* (intensidade do amarelo).

#### 3.2.4.6 Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT)

Foi realizada de acordo com o método descrito pelo Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA (BRASIL, 1981).

### 3.2.5 Escolha das proporções dos ingredientes para o molho de tucupi

Foram elaborados quatro molhos, em diferentes proporções, cujos ingredientes principais eram: tucupi, chicória, alho em flocos, sal, glutamato monossódico. A escolha destes ingredientes foi baseada na composição de molhos comerciais já existentes.

Esses molhos foram adicionados aos filés de peixe juntamente com o lactato de sódio (2%), embalados a vácuo e pasteurizados a 70°C por 15 minutos (BALDWIN, 2009).

Em seguida, o produto foi submetido a um teste sensorial de ordenação da preferência com 30 estudantes, funcionários e professores da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UFPA), selecionados em razão de consumirem pescado, disponibilidade e interesse em participar do teste. Os provadores receberam amostras retangulares de aproximadamente 50g do produto elaborado pela técnica do *sous vide* em pratos brancos, numerados aleatoriamente com cada um dos molhos de acordo com a tabela 1. O teste foi realizado segundo metodologia descrita por Dutcosky (2009) (Anexo 1).

**Tabela 1.** Proporções dos molhos utilizados na elaboração do produto.

<b>Ingredientes</b>	<b>A1(%)</b>	<b>A2(%)</b>	<b>A3(%)</b>	<b>A4(%)</b>
Tucupi	86,0	83,0	75,0	71,0
Água	0,0	0,0	7,0	9,0
Chicória	3,0	3,0	3,0	3,0
Alho em flocos	6,0	6,0	6,0	6,0
Sal	2,0	5,0	6,0	8,0
Lactato de sódio	2,0	2,0	2,0	2,0
Glutamato monossódico	1,0	1,0	1,0	1,0

### 3.2.6 Escolha da temperatura e tempo do processo

Para o estudo da melhor combinação tempo-temperatura para a técnica do *sous vide* foi utilizado um planejamento fatorial completo a dois níveis com ponto central, tendo como variáveis de entrada (independentes): a temperatura do banho-maria e o tempo de pasteurização.

Foram estabelecidos os níveis para o delineamento, segundo um planejamento composto central rotacional 2<sup>2</sup>, constituído por quatro ensaios lineares nos níveis -1 e +1, 4 ensaios com pontos axiais ( $\alpha$  e  $-\alpha$ , definidos em 1,41 e -1,41, respectivamente) e três ensaios

no ponto central (Tabela 2). As variáveis dependentes estudadas foram: Capacidade de retenção de água e textura instrumental que foram realizadas segundo o item 3.4.2.

**Tabela 2.** Planejamento fatorial composto central rotacional ( $2^2$ ); valores codificados e decodificados.

Ensaio	X 1		X 2	
	Codificado	Real	Codificado	Real
1	-1	60°C	-1	10 min
2	+1	70°C	-1	10 min
3	-1	60°C	+1	15 min
4	+1	70°C	+1	15 min
5	0	65°C	0	12,5 min
6	0	65°C	0	12,5 min
7	0	65°C	0	12,5 min
8	0	65°C	$\alpha$	17min 5s
9	0	65°C	$-\alpha$	7min 55s
10	$\alpha$	74,1°C	0	12,5 min
11	$-\alpha$	55,9°C	0	12,5 min

\* X1= Temperatura (°C); X2 = tempo;

### 3.2.7 Elaboração dos filés pela técnica *sous vide*

Primeiramente os utensílios e bancadas passaram por uma etapa de limpeza e logo após foram sanitizados com água clorada a 5ppm e álcool a 70% no intervalo da elaboração de cada tratamento, visando evitar possíveis contaminações cruzadas.

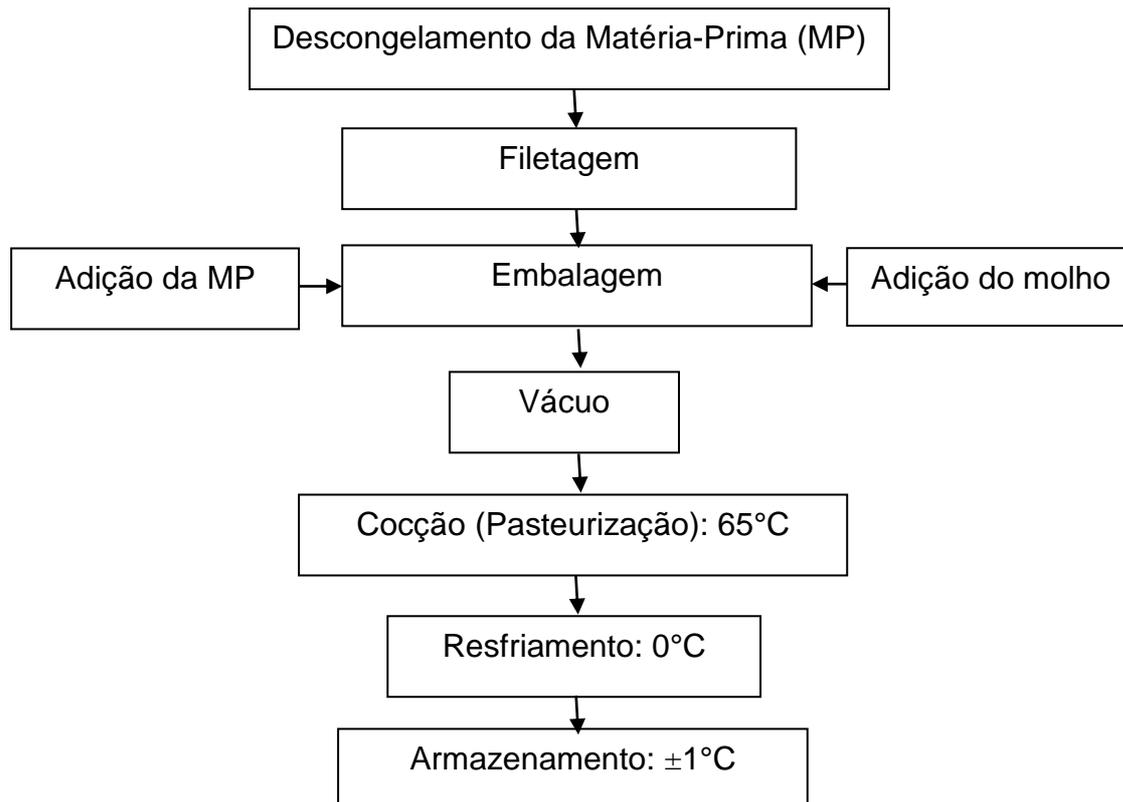
O filé de peixe foi descongelado em temperatura de refrigeração (10°C), e foi padronizado em pedaços de aproximadamente 5 x 7 x 2,5 cm, juntamente com o molho de tucupi em proporções que foram estabelecidas, através de testes preliminares.

As amostras foram acondicionadas em embalagens compostas por filmes em multicamadas de Poliamida e Poliolefina, na medida 20 x 25 x 18cm e embaladas na embaladora FastVac (Modelo F200).

O produto foi pasteurizado em banho-maria marca Quimis (Modelo Q-350-2), no tempo e temperatura, 12,5 min e 65° C respectivamente, de acordo com o planejamento fatorial completo. Um termopar de sensor tipo J 150mm auxiliou na contagem até o

momento em que o centro da peça alcançou a temperatura de processo (4:38min), partindo do equilíbrio da temperatura no banho-maria.

Imediatamente após o tratamento térmico, as amostras foram resfriadas em água com gelo para alcançar a temperatura de 1°C em no máximo 30 minutos e mantidas na temperatura de refrigeração (1°C±1) para acompanhamento de sua vida comercial. O fluxograma do processamento do *sous vide* encontra-se na Figura 1.



**Figura 1-** Fluxograma do processamento do tambaqui pela técnica do *sous vide*

### 3.2.8 Composição centesimal da matéria-prima e do produto final

A composição centesimal foi determinada pelas seguintes análises: a) umidade, realizada por secagem em estufa a 105°C, até peso constante (método 932.12); b) cinzas, expressas pelo método gravimétrico por calcinação em forno mufla a 550°C (método 938.08); c) proteína bruta, foi determinada através do nitrogênio total, com fator de 6,25, pelo método de Kjeldahl (método 940.25); d) lipídios, foram analisados pelo método de Soxhlet utilizando éter de petróleo como extrator (método 922.06). Todas as análises citadas foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2000). Os valores de carboidratos foram calculados por diferença segundo Brasil (2003). Os resultados obtidos

pelas análises foram expressos em base úmida, e todos os ensaios foram realizados em triplicata.

### **3.2.9 Teste de aceitação do produto final**

Foi realizado no dia da elaboração do produto, no laboratório de Carnes e Pescados da UFPA com 41 provadores não treinados, entre eles estudantes, funcionários e professores, selecionados em razão de consumirem pescado, disponibilidade e interesse em participar do teste.

Os provadores receberam, em pratos brancos, amostras retangulares de aproximadamente 50g, aquecidas a 45°C em banho-maria. O teste foi realizado segundo metodologia descrita por Dutcosky (2009), onde foram atribuídos valores em escala hedônica de 1-9 (Gostei extremamente a Desgostei extremamente) para os atributos: cor, aroma, sabor, textura e aparência global. O modelo da ficha sensorial utilizado para este teste pode ser observado no Anexo 3.

### **3.2.10 Estudo da vida útil do produto final**

A vida útil dos produtos foi estabelecida de acordo com suas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, em amostras obtidas nos tempos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de estocagem, na temperatura de refrigeração estabelecida ( $1\pm 1^\circ\text{C}$ ).

#### **3.2.10.1 Análises Microbiológicas durante o armazenamento**

Foram realizadas análises conforme descrito no item 3.2.3.

#### **3.2.10.2 Análises Físico-Químicas durante o armazenamento**

Foram realizadas análises de Textura instrumental, pH, CRA, cor instrumental conforme descrito no item 3.2.4.

### **3.2.11 Análise sensorial durante o armazenamento**

Cada provador recebeu uma amostra de 50 g da formulação aquecida a 45°C por 8 minutos em banho-maria, onde os atributos cor, textura, aroma e aparência global foram avaliados sob iluminação branca.

### **3.2.12 Análise Estatística**

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação das médias de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o Software Statistica® versão 6.0.

### **3.2.13 Comitê de Ética e Pesquisa**

O presente trabalho foi submetido ao comitê de ética e pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará e foi aprovado sob o parecer nº. 547.005 (Anexo 2).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DO TAMBAQUI

Os resultados obtidos pela análise das características morfológicas estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Resultado das características morfológicas dos tambaquis cultivados.

<b>Biometria</b>	<b>Média*</b>
Comprimento (cm)	39,60 ± 0,86
Largura (cm)	14,95 ± 1,15
Largura da cabeça (cm)	9,51 ± 0,82
Peso (g)	1008,1 ± 1,36

\*Resultados expressos em média ± desvio padrão

Observou-se que a diferença entre os desvios resultantes para cada variável foi relativamente pequena, dessa forma, pode-se afirmar que os lotes dos tratamentos apresentaram homogeneidade quanto ao tamanho dos peixes.

Resultados semelhantes foram obtidos em outras pesquisas com tambaquis de cultivo, caracterizando biometricamente valores para comprimento e peso de 30,2 cm e 1071,2 g, respectivamente (SOUZA; INHAMUNS, 2011).

### 4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO TAMBAQUI *IN NATURA*

Na Tabela 5 encontram-se os valores de composição centesimal do tambaqui *in natura*.

O resultado da umidade encontrado para o filé de tambaqui neste estudo é superior aos valores encontrados por Almeida e Franco (2006) (72%) e De Paula (2009) (74,9%), tais diferenças podem ocorrer apesar da semelhança entre a espécie e os sistemas de criação, devido as diferenças na alimentação fornecida aos peixes, que determina as distribuições entre os componentes centesimais do filé obtido.

**Tabela 5.** Resultado da composição centesimal do tambaqui *in natura*.

<b>Componentes (b.u.)**</b>	<b>Tambaqui <i>in natura</i>*</b>
Umidade (%)	78,12 ± 0,68
Proteínas (%)	17,79 ± 0,30
Lipídios (%)	2,63 ± 0,69
Cinzas (%)	1,03 ± 0,22
Carboidratos (%)	0,91 ± 0,45

\*Resultados expressos em média ± desvio padrão. \*\*b.u.: Base úmida

O valor médio de proteína apresentado (Tabela 5) está de acordo com os valores descritos por Ogawa e Maia (1999), o qual afirmam que o músculo de peixe contém médias entre 15 a 25g/100g de proteína. Para Nisang et al. (2005), as proteínas musculares de peixe possuem todos os aminoácidos essenciais, além disso, apresentam acima de 95% de digestibilidade, maior que da carne e do leite.

O valor encontrado para lipídios nos tambaquis do presente estudo coloca-o na classificação de peixe magro. Valores próximos foram publicados por Arbeláez-Rojas et al. (2002) com teor de gordura em filé de tambaqui de 2,41% e De Paula (2009) que encontrou 2,49%. Sendo inferiores, no entanto aos resultados obtidos por Almeida e Franco (2006) (4,8%) em tambaquis cultivados.

O teor de cinza nos filés foram semelhante aos valores encontrados por De Paula (2009), (1,03%) e inferiores a Meer et al. (1997), que analisando tambaquis de cultivo, observaram 3,08% de cinzas.

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO TAMBAQUI *IN NATURA*

Os resultados das análises microbiológicas realizadas nos filés de tambaqui, preconizadas para o pescado e subprodutos de acordo com a RDC N° 12 (BRASIL, 2001), estão expressos na Tabela 6. As amostras apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos na legislação citada.

**Tabela 6.** Resultado das análises microbiológicas realizadas no tambaqui *in natura*.

<b>Análises</b>	<b>Tambaqui <i>in natura</i></b>
<i>Salmonella</i> sp	Ausência/25g
Estafilococcus coagulase positiva	< 1,3 x 10 <sup>1</sup> UFC/g
Coliformes a 35°C	2,3 x 10 <sup>1</sup> NMP/g
Coliformes a 45°C	2,3 x 10 <sup>1</sup> NMP/g
Contagem de mesófilos	3,6 x 10 <sup>2</sup> UFC/g

\*NMP = número mais provável; \*\*UFC = Unidade Formadora de Colônia.

Mendes et al. (2002) afirmaram que micro-organismos patogênicos podem ser encontrados quando existe deficiência de manipulação, como uso de temperaturas inadequadas e falta de higiene, o que não foi constatado neste trabalho.

A RDC Nº 12 de 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece que o peixe *in natura* deve apresentar ausência em 25g do produto de *Salmonella* sp., para *Estafilococcus* coagulase positiva o máximo de  $10^3$  UFC/g de amostra, além destes a legislação estabelece um limite máximo de  $10^3$  NMP para coliformes a 45° e 35°C.

Embora a legislação brasileira não estabeleça limites para micro-organismos mesófilos e psicrotróficos, populações elevadas podem reduzir a vida útil do pescado (KIRSCHINK; VIEGAS, 2004). A International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF, 1998) estabelece o limite de 7 log UFC/g para contagem padrão em placas de microrganismos aeróbicos. Sendo assim, os valores encontrados para as amostras ficaram dentro do limite indicado.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DO TAMBAQUI *IN NATURA* E MOLHO DE TUCUPI

A Tabela 7 mostra os resultados das análises realizadas no filé de tambaqui *in natura* e no molho de tucupi.

**Tabela 7.** Resultado das análises físicas e físico-químicas realizadas no filé de tambaqui *in natura* e no molho de tucupi.

Análises	Tambaqui <i>in natura</i>	Molho de tucupi
pH	6,41 ± 0,09	3,60 ± 0,17
Aw	0,97 ± 0,07	0,999 ± 0,02
L*	78,12 ± 0,03	56,81 ± 0,43
a*	7,75 ± 0,98	-1,75 ± 0,38
b*	21,95 ± 0,21	51,95 ± 0,65
CRA (%)	71,12 ± 0,61	-
N-BVT	0,067 ± 0,23	-
Sólidos totais (%)	-	3,10 ± 0,45
Cinzas (%)	1,03 ± 0,22	0,79 ± 0,04
Acidez (meq NaOH.100 mL <sup>-1</sup> )	-	2,58 ± 0,73

\*Resultados expressos em média ± desvio padrão

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1980) estabelece, para pH, limites inferiores ou iguais a 6,80 na parte externa do músculo e inferior ou igual a 6,50 na parte interna do pescado fresco. Estando então, os valores médios de pH apresentados pelas amostras dentro dos limites tolerados pela legislação brasileira (Tabela 7).

O valor encontrado, no entanto, é inferior aos resultados de Biato (2005) em tilápias do nilo (*O. niloticus*) submetidas a depuração, encontrando uma média de 6,55 justificado pelo elevado fluxo de água que o peixe recebe no processo, eliminando substâncias ácidas, conseqüentemente aumentando o seu pH. O resultado difere de Bello e Rivas (1992), que encontraram para tambaquis (*C. macropomum*), conservados a 0°C e estressados pela captura, valores de pH de 6,69.

As Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BVT), das amostras de filé de tambaqui deste estudo estavam de acordo com a legislação (BRASIL, 1980), que estabelece 30mg de BVT/100g de músculo de pescado como valor limite para comercialização no Brasil, e ainda para a Comunidade Européia (EC), que estabelece valores limites de 35mg de BVT por 100g de músculo através da diretiva 95/149/EEC (RUIZ-CAPILAS; MORAL, 2001).

Não foram relatados até o presente momento dados sobre a Capacidade de Retenção de Água (CRA) do músculo do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Apesar disso, os valores nessa faixa foram relatados como correspondentes a uma qualidade boa ou excelente para a musculatura de peixes, uma vez que essa faixa de CRA está relacionada a uma boa manutenção das características sensoriais e componentes nutricionais (HUSS, 1997). Não foram encontrados dados na legislação sobre um limite mínimo para a CRA de pescados, nem em *sous vide*.

Sobre a atividade de água em tambaqui (*Colossoma macropomum*), os valores estão próximos ao que geralmente é encontrado em peixes tropicais. Mol, Ozturan e Cosansu (2012) relatam que a atividade de água pouco varia entre a matéria-prima e o produto final (*sous vide*), sendo que uma elevada atividade de água presente na maioria das matérias-primas de *sous vide* (DÍAZ et al., 2008). Essa atividade de água, associada à elevada umidade (tabela 5) são fatores que demonstram a influência específica da água nas alterações microbianas que podem ocorrer. Apesar disso, ainda não se encontra no ponto ótimo para o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos, que deve ser acima de 0,995 (OGAWA; MAIA, 1999).

Foram relatados valores de cor para o filé de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) com  $L^* = 69,82 \pm 1,96$ ,  $a^* = 0,98 \pm 0,50$  e  $b^* = 17,59 \pm 1,12$  (RIBEIRO, 2005) que diferem dos resultados encontrados neste trabalho. Valores de  $L^*$  abaixo de 50 representam cores escuras enquanto que para valores acima de 50, indicam coloração clara. (HUNTERLAB INC., 2008, 2012).

Não foram relatados valores de atividade de água para tucupi na literatura. Apesar disso, o valor próximo à unidade indicaria um ponto ótimo para o crescimento microbiano, não fosse o valor do pH abaixo de 4,5, o que restringe drasticamente os tipos de micro-

organismos que conseguem se desenvolver nesse meio. Intervalos de pH de 3,00 à 4,35 e acidez entre 3,92 e 10,66 (meq NaOH  $\times$  100 mL<sup>-1</sup>) (CHISTÉ; COHEN; OLIVEIRA, 2007) foram relatados em tucupis avaliados na região metropolitana de Belém, estado do Pará, Brasil. Os valores de pH estão de acordo com o que é estabelecido como padrão de identidade e qualidade para o tucupi, assim como os valores de sólidos totais e cinzas (BRASIL, 2008).

Os resultados de cor instrumental obtidos representam com fidelidade a cor real do tucupi, de amarelo intenso. O valor de L\* está próximo a 50, com pouca influência desse eixo na formação da cor final. Da mesma forma, o valor do eixo a\*, estando próximo ao zero, possui efeito semelhante. O eixo b\* tem grande influência na coloração final, pois o eixo azul-amarelo, no valor detectado, resulta em amarelo intenso (HUNTERLAB INC., 2008, 2012).

#### 4.5 ESCOLHA DOS INGREDIENTES (MOLHO) A SEREM UTILIZADOS

Os resultados dos testes da análise sensorial (atributo sabor) para a determinação dos molhos estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Médias atribuídas pelos provadores aos tambaquis com diferentes proporções de com molhos de tucupi.

Notas	Molhos			
	A1	A2	A3	A4
	5,95 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	4,76 <sup>b</sup>	3,88 <sup>b</sup>

\*Letras iguais não apresentaram diferença significativa (p<0,05)

De acordo com a análise de variância (ANOVA), houve diferença significativa (p<0,05) ao comparar o *sous vide* com diferentes concentrações. Portanto foi selecionada a amostra com maior média atribuída (A2).

#### 4.6 ESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES ÓTIMAS DE TEMPO E TEMPERATURA

Os resultados do planejamento experimental 2<sup>2</sup> do estudo da melhor combinação tempo-temperatura para o processo *sous vide* estão mostrados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Resultado da matriz codificada do planejamento experimental  $2^2$  para a otimização das características de *sous vide* de tambaqui

Ensaio	Níveis das variáveis		Respostas	
	A	B	CRA (%)	Textura Instrumental (N)
1	-1	-1	76,02 ±0,03	20,26 ±0,05
2	1	-1	78,25 ±0,05	19,56 ±0,06
3	-1	1	76,90 ±0,09	21,37 ±0,38
4	1	1	78,23 ±0,21	19,74 ±0,17
5	0	0	82,05 ±0,04	22,09 ±0,09
6	0	0	82,54 ±0,12	22,20 ±0,15
7	0	0	82,85 ±0,05	22,44 ±0,34
8	0	1,41	77,71 ±0,03	21,57 ±0,13
9	0	-1,41	75,05 ±0,03	20,73 ±0,07
10	1,41	0	78,59 ±0,28	18,51 ±0,35
11	-1,41	0	75,93 ±0,15	20,15 ±0,12

A= Temperatura (°C)    B= Tempo (minutos)

#### 4.7 ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES DOS MODELOS

As estimativas dos coeficientes das variáveis para cada modelo matemático de cada resposta avaliada estão apresentadas na Tabela 10. Os efeitos destacados em negrito indicam que a variável apresentou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 10.** Estimativa dos coeficientes das variáveis de polinômios de segunda ordem (eq. 1) associada a significância para cada resposta estudada

Variáveis independentes	CRA (%)			Textura Instrumental (N)		
	Efeito estimado	p-valor		Efeito estimado	p-valor	
		SS residual	Erro Puro		SS residual	Erro Puro
<b>Constante</b>	<b>82,4811</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>22,2444</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
<b>A</b>	<b>1,9248</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,0227</b>	<b>-1,1624</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0119</b>
<b>AA</b>	<b>-4,9298</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0051</b>	<b>-2,9275</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0027</b>
<b>B</b>	<b>1,1544</b>	<b>0,0446</b>	0,0596	<b>0,6193</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,0402</b>
<b>BB</b>	<b>-5,8302</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0036</b>	<b>-1,1017</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0187</b>
AB	-0,3800	0,5616	0,4582	-0,4650	<b>0,0101</b>	0,1237

A= Temperatura (°C)    B= Tempo (minutos)    CRA = Capacidade de Retenção de Água

Com relação à Capacidade de Retenção de Água (CRA), os efeitos lineares e quadráticos devem permanecer no modelo porque possuem p-valor menor que 0,05,

incluindo tempo linear (B), mesmo estando muito próximo ao limite, pode ser considerado. A interação AB deve ser retirada do modelo, pois os valores de p estão muito acima de 0,05.

Com relação à consistência, os efeitos lineares devem ser mantidos no modelo, assim como a interação, uma vez que é mais importante que ele seja significativo para o modelo como um todo (SS residual) do que avaliando o ponto central (Erro puro).

Após a eliminação dos parâmetros com efeitos não significativos, verificou-se por meio da análise de variância (ANOVA) a significância da regressão e da falta de ajuste com 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o teste F, para o planejamento estudado, conforme a Tabela 11.

**Tabela 11.** Modelo reduzido para Capacidade de Retenção de água (CRA) e Textura instrumental (TI) em função das variáveis independentes, teste F e  $R^2$

Respostas	Modelo	F-valor		$R^2$
		Regressão	F.A.	
CRA	$82,4811 + 0,9624(A) - 2,4649(AA) + 0,5771(B) - 2,9151(BB)$	68,26	2,40	0,973
Textura Instrumental	$22,2444 - 0,5812(A) - 1,4638(AA) + 0,3096(B) - 0,5508(BB)$	90,98	1,66	0,982

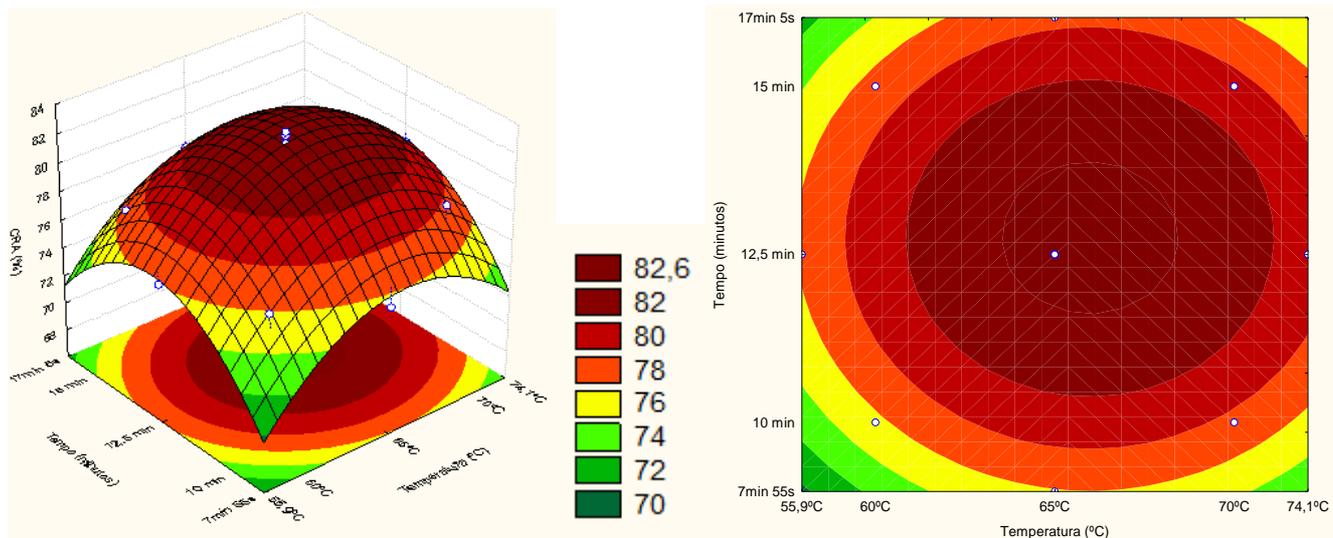
Regressão:  $F_{TAB} = 4,56$

Falta de ajuste:  $F_{TAB} = 19,24$

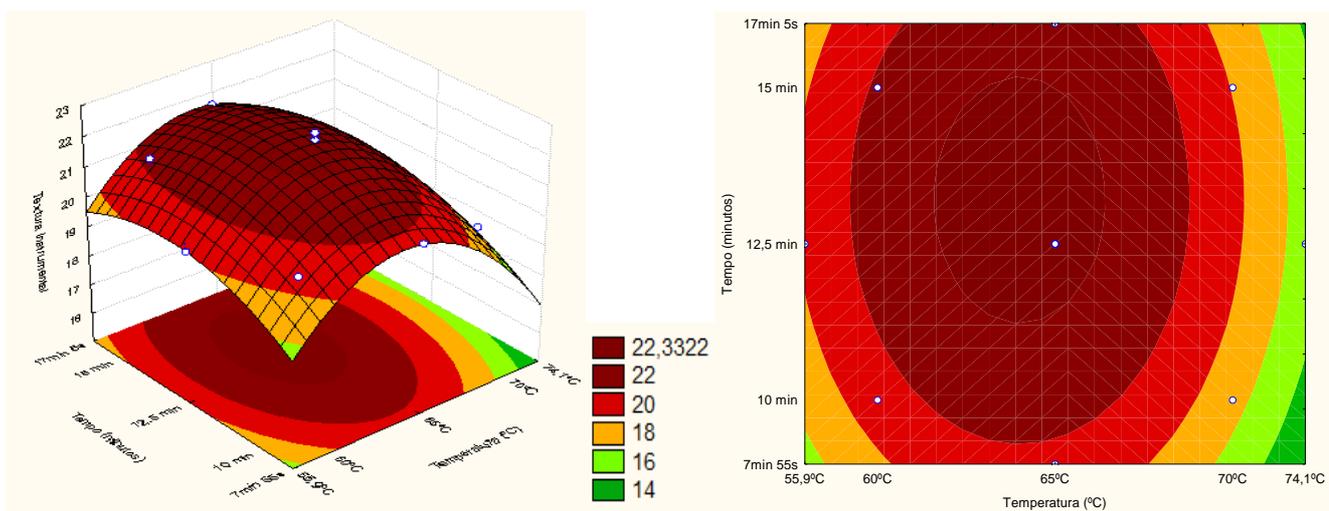
Através da análise de variância (ANOVA), o valor de  $R^2$ , para o rendimento, estava próximo a unidade, indicando que o modelo descreveu adequadamente o comportamento do processo, explicando mais de 97% da variação dos dados experimentais. Os valores do teste F foram significativos para os dois modelos porque foram superiores aos valores tabelados e preditivos porque os valores de F foram pelo menos dez vezes maiores que os tabelados. Os valores de  $R^2$  expressam que o modelo de CRA explica mais de 97% dos dados experimentais e o de Textura instrumental explica mais de 98% dos dados experimentais.

#### 4.7.1 Gráficos de superfície de resposta

Observa-se nas Figuras 2 e 3 em três-dimensões e em duas-dimensões a superfície de resposta para os efeitos de tempo e temperatura na capacidade de retenção de água e textura instrumental (TI) do *sous vide* de tampaqui, respectivamente.



**Figura 2** - Superfície de resposta e curva de nível mostrando o efeito de Tempo e Temperatura na Capacidade de Retenção de Água (CRA) do tabaqui obtido pela técnica do *sous vide*.



**Figura 3** - Superfície de resposta e curva de nível mostrando o efeito de Tempo e Temperatura na Textura Instrumental (TI) do tabaqui obtido pela técnica do *sous vide*.

Dentro da faixa de trabalho escolhida, optou-se por usar a região central, onde foi encontrado maiores valores de Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Textura Instrumental (TI).

Na tabela 12 pode-se observar a os valores preditos e os experimentais segundo cada um dos modelos apresentados.

**Tabela 12.** Valores otimizados obtidos com RSM e verificação experimental

Condições otimizadas		Respostas		
A (°C)	B (min)		CRA (%)	Textura Instrumental (N)
65	12,5	Valores preditos	82,48	22,24
		Valores experimentais	82,54 ±0,12	22,20 ±0,15
		Erro médio	0,34	0,04

A= Temperatura (°C)      B= Tempo (minutos)

Os valores experimentais estão muito próximos aos valores preditos, com erro médio baixo, reforçando a alta correlação relatada anteriormente.

#### 4.8 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DO PRODUTO FINAL.

**Tabela 13.** Resultado da composição centesimal, análises física e físico-química do produto final.

Análises	Resultados*
Umidade (%) **	85,65 ± 0,49
Proteínas (%)**	15,21 ± 0,23
Lipídios (%)**	2,98 ± 1,21
Cinzas (%)**	2,28 ± 1,93
Carboidratos (%)**	1,30 ± 0,98
pH	5,69 ± 3,32
Aw	0,991 ± 0,02
CRA (%)	87,47 ± 0,67
N-BVT	0,31 ± 0,05
L*	57,56 ± 0,36
a*	0,57 ± 0,09
b*	11,54 ± 0,20

\*Resultados expressos em média ± desvio padrão/ \*\*b.u.: Base úmida

Pode-se observar que o produto obtido pela técnica do *sous vide* possui maior umidade do que o filé (Tabela 13), o que se deve principalmente por causa da adição de molho. Teores de umidade foram relatados em *sous vide* de carne suína entre 58,7% e 66,5% (SÁNCHEZ DEL PULGAR; GÁZQUEZ; RUIZ-CARRASCAL, 2012), de carne bovina entre 60,0% e 65,0% (RINALDI et al., 2014) e de peixe de Bonito (*Sarda sarda*, BLOCH, 1793) de 68,83 (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012). Rinaldi et al. (2014) relatam ainda que ocorre pouca perda de umidade devido ao fato das embalagens criarem barreiras para a saída de água. A escolha do tempo e da temperatura é essencial para garantir que não haja perdas nas propriedades do *sous vide*, como a Capacidade de Retenção de Água (CRA).

Em relação aos resultados de proteínas encontrados neste trabalho, pode-se identificar que está próximo ao encontrado em *sous vide* da espécie *Oncorhynchus mykiss*(GONZÁLES-FANDOS et al., 2004), mas ligeiramente inferior ao encontrado em *sous vide* da espécie Bonito (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012). Essas variações ocorrem devido principalmente a composição da matéria-prima, uma que o tratamento térmico brando da técnica não é capaz de provocar alterações profundas nas proteínas.

Os teores de lipídeos encontrados foram maiores que os presentes na matéria prima, podendo ser justificado pela adição do molho de tucupí. Foram relatados teores de lipídeos 5,91 em *sous vide* de bonito (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012) e de 6,55 em *sous vide* da espécie *Oncorhynchus mykiss*(GONZÁLES-FANDOS et al., 2004).

Os teores de cinzas e carboidratos encontrados estão muito próximos ao relatado para o peixe Bonito, de  $1,78 \pm 0,36\%$  (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012).

Foram relatados valores de pH de 6,46 para *sous vide* de *Oncorhynchus mykiss* (GONZÁLES-FANDOS et al., 2004) e de 6,07 para *sous vide* de peixe bonito (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012). O pH mais ácido no *sous vide* de tambaqui é devido a adição de tucupí como molho, que possui pH muito ácido (Tabela 9).

O *sous vide* de tambaqui apresentou alto teor de aw, o que facilita o crescimento de micro-organismos e a ocorrência de reações químicas e enzimáticas, por este motivo é importante ressaltar a necessidade da refrigeração após o processo a fim de evitar características indesejáveis ao produto final. Dias et al (2008) encontraram valor de aw em *sous vide* processado de 0,92. O valor de aw encontrado nessa pesquisa é superior ao encontrado por Ribeiro et al. (2010) para o mapará (*Hypophthalmus edentatus*) *in natura* (0,90) e inferior aos valores de González-Fandos et al. (2004) para truta (*Oncorhynchus mykiss*) (0,99) e para o salmão (*Salmon salar*) (0,99), o que se deve provavelmente, à diferença na composição centesimal entre as várias espécies.

O aumento da Capacidade de Retenção de Água (CRA) em *sous vide* de tambaqui pode estar relacionada à adição do lactato de sódio, devido o seu poder umectante. Pulgar, Gásquex, Ruiz Carrascal (2012) encontraram valores de 79,8 para CRA em *sous vide*.

Foram reportados valores de N-BVT para *sous vide* de salmão de 12,9mg N/100g, de cavala de 14,1mg N/100g e de Pescada de 13,5 mg N/100g, todos recém produzidos(FAGAN; GORMLEY; UÍ MHUIRCHEARTAIGH, 2004). Também foram reportados valores de N-BVT para o *sous vide* de peixe Bonito de  $11,12 \pm 0,52$ mg N/100g recém processado (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012). O teor de Bases Voláteis Totais (N-BVT) indica, juntamente com outros parâmetros, o nível de deterioração do pescado e o

baixo valor encontrado no *sous vide* de tambaqui coopera com excelente estado de conservação, assim como do filé de tambaqui utilizado (tabela 8).

Os resultados de cor instrumental (Tabela 13) mostram que os parâmetros luminosidade L\*, a\* (intensidade da cor vermelha) e b\* (intensidade da cor amarela) apresentaram diferença entre as amostras *in natura* e *sous vide* de tambaqui, podendo estar relacionado com a adição do tucupi ao *sous vide*, aumentando assim o eixo b\* previsivelmente.

A desnaturação proteica ocasionada pela pasteurização pode influenciar a luminosidade do peixe, apesar de não ser o único fator. Diaz, Garrido e Banon (2011) afirmam que a oxidação e outros fenômenos de degradação também podem modificar as proteínas do músculo e pigmentos, relacionadas com a cor dos peixes, estes autores avaliaram o parâmetro de cor (L\*, a\* e b\*) no *sous vide* de salmão e encontraram valores médios de 75, 15 e 29 respectivamente. Yagiz et al. (2009) encontraram valores de L\*, a\* e b\* de 75, 12,9 e 19,8 respectivamente, em *sous vide* de salmão.

## 4.9 AVALIAÇÃO SENSORIAL

### 4.9.1 Questionário qualitativo

Pode-se observar na Tabela 14 o resultado do questionário qualitativo sobre os provadores não treinados, todos residentes na região metropolitana de Belém, estado do Pará, Brasil.

**Tabela 14.** Questionário aplicado aos provadores antes da análise sensorial

<b>Características</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Faixa etária dos provadores</b>		
entre 18-21 anos	18	43,90
entre 22-25 anos	11	26,83
entre 26-29 anos	10	24,39
mais de 30 anos	2	4,88
<b>Sexo dos provadores</b>		
Masculino	36	87,80
Feminino	5	12,20
<b>Frequência de consumo de pescado</b>		
Diariamente	0	0,00
Semanalmente	16	39,02
Quinzenalmente	14	34,15

Mensalmente	7	17,07
Raramente	4	9,76
Nunca	0	0,00
<b>Possui facilidade para adquirir o hábito de consumo de pescado?</b>		
SIM	29	70,73
NÃO	12	29,27
<b>Acredita que o consumo melhora a saúde?</b>		
SIM	41	100,00
NÃO	0	0,00

A maior parcela dos provadores se encontra na faixa dos 18 até 21 anos e é do sexo masculino. Apesar disso, houve um adequado balanceamento nas proporções de idade dos provadores, havendo boa homogeneidade entre as faixas etárias. Mais de 90% dos provadores consome pelo menos uma vez ao mês o pescado, até pelos hábitos culturais da região. Apenas quatro dos provadores raramente consomem pescado, o que não chegou a representar 10% do total.

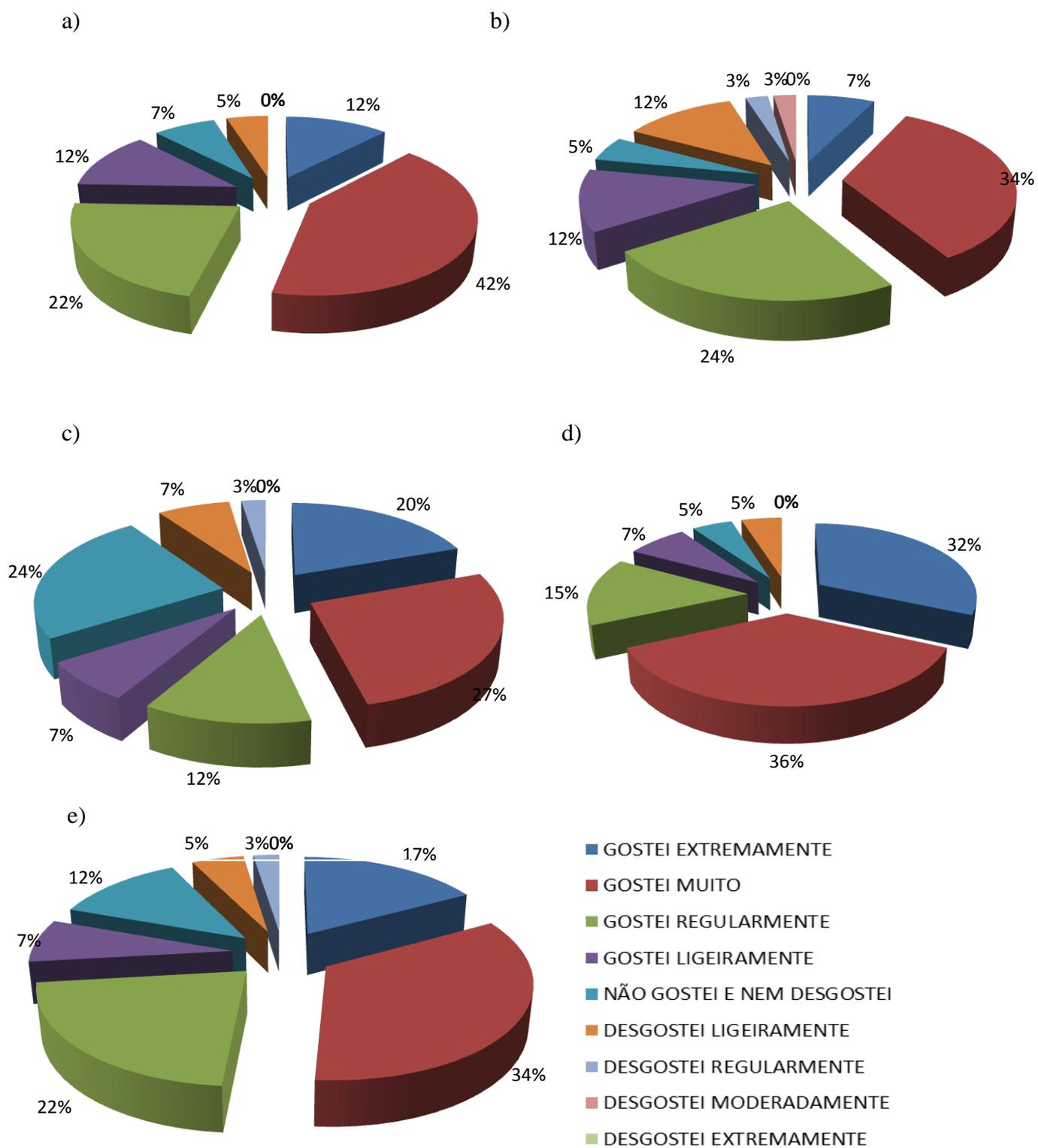
A maioria dos provadores acredita ser fácil adquirir o hábito de consumir pescado. Esse percentual foi mais que o dobro dos provadores que não teriam facilidade em adquirir esse mesmo hábito. Todos os provadores acreditam que o consumo de pescado contribui para uma melhora na saúde, atualmente existe uma grande divulgação dos benefícios que a ingestão de pescados pode trazer ao ser humano.

#### **4.9.2 Análise de aceitação do produto final**

Os resultados do índice de aceitação global e para os atributos cor, aroma, textura e sabor estão dispostos a seguir, na Figura 4. O índice de aceitabilidade (IA) foi superior a 70%, tanto para aceitação global quanto para os outros atributos avaliados. É indicado que a aceitabilidade é ótima quando está acima de 90%, boa acima de 80%, moderada acima de 70% e razoável quando está acima de 60% (DUTKOSKY, 2013). Com relação à aceitação global, o produto apresentou uma ótima aceitação (88%). Apenas 5% dos provadores não aprovaram as amostras.

O atributo com maior aceitação foi a textura (90%) com grande aceitabilidade por parte dos provadores devido a elevada Capacidade de Retenção de Água (CRA) (Tabela 15).

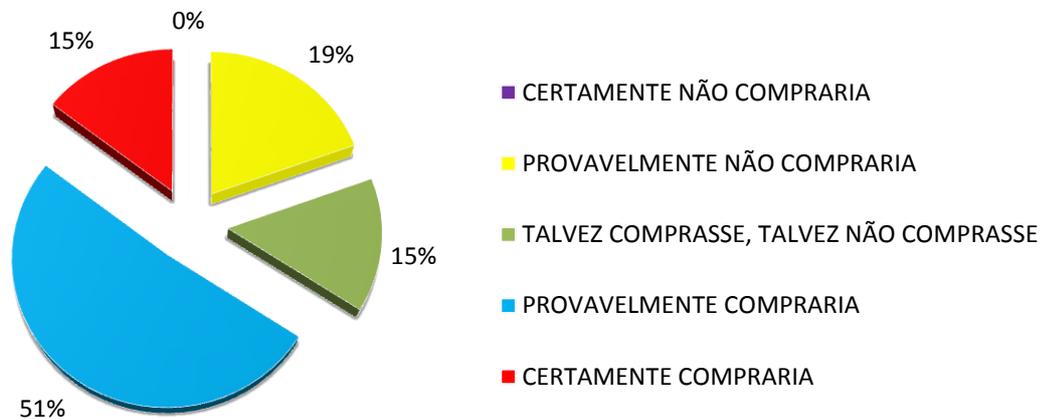
O atributo que apresentou a menor aceitação foi o aroma (66%) o que pode ser atribuído ao forte aroma de tucupi. Gonzáles-Fandos et al. (2004) explicam que a baixa aceitação de odor de *sous vide* de pescado pode acontecer pela degradação proteica e oxidação lipídica, devido ao processamento sob temperatura de cocção.



**Figura 4** - Aceitação nos testes sensoriais do *sous vide* de tampaqui ao molho Tucupi para avaliação dos parâmetros: a) Avaliação global; b) Cor; b) Aroma; c) Textura e d) Sabor.

#### 4.9.2.1 Intenção de compra

Na Figura 5 estão apresentados os resultados para o teste de intenção de compra de *sous vide* de tampaqui, a seguir.



**Figura 5** - Intenção de compra de tampaqui obtido pela técnica do *sous vide*

De acordo com a intenção de compra, a figura acima indica que mais da metade dos provadores (66%) provavelmente e/ou certamente comprariam o produto obtido pela técnica do *sous vide*, o que gera um bom parâmetro para a sua aceitação a nível comercial.

### 4.10 ESTUDO DA VIDA COMERCIAL DE FILÉS DE TAMBAQUI PROCESSADOS PELA TÉCNICA *SOUS VIDE*

#### 4.10.1 Análises microbiológicas durante o armazenamento

As análises de Coliformes a 45°C, *Salmonella*, coliformes totais, micro-organismos mesófilos, psicotróficos realizadas durante o armazenamento de 42 dias a 1°C±1 mantiveram-se dentro dos padrões recomendados pela legislação (BRASIL, 2001). Resultados semelhantes aos encontrados por Nyati (2000) ao analisar 18 diferentes tipos de matérias primas (incluindo peixes) submetidos à pasteurização pela técnica *sous vide*. Matérias primas com baixa carga microbiana são fundamentais para garantir a segurança dos produtos *sous vide*, desde que as embalagens sejam adequadas evitando processo de pós-contaminação com redução de vida útil e segurança do produto.

Diaz et al. (2011) pesquisaram micro-organismos psicrotróficos aeróbios e anaeróbios, bactérias lácticas, bolores e leveduras no salmão cozido pela técnica *sous vide*, armazenados em 2°C por até 10 semanas. Houve presença apenas para bactérias lácticas em contagens médias abaixo de 1 log UFC/g, detectada somente na 10ª semana.

Mendes et al., (2002) afirmaram que micro-organismos patogênicos podem ser encontrados quando existe deficiência de manipulação, como uso de temperatura inadequadas e falta de higiene, fato não constatado neste trabalho.

Na presente pesquisa, os resultados microbiológicos satisfatórios durante o acompanhamento da vida comercial, indicam que o processamento do *sous vide* de tambaqui, foi realizado dentro dos padrões adequados de higiene e sanitização, e as condições de temperatura e embalagem durante o armazenamento do produto foram mantidas adequadas.

#### 4.10.2 Análises físico-químicas durante o armazenamento

Na Tabela 14 é possível observar a evolução dos parâmetros físico-químicos do *sous vide* de tambaqui durante armazenamento.

**Tabela 14.** Evolução dos parâmetros físico-químicos durante a vida comercial de tambaqui obtido pela técnica do *sous vide*

Dias	CRA* (%)	pH	Cor Instrumental			TI** (N)
			L*	a*	b*	
0	87,47 ±3,32 <sup>a</sup>	5,69 ±0,32 <sup>a</sup>	57,56 ±0,36 <sup>a</sup>	0,57 ±0,09 <sup>a</sup>	11,54 ±0,20 <sup>a</sup>	22,63 ±3,83 <sup>a</sup>
7	82,07 ±2,68 <sup>b</sup>	5,73 ±0,30 <sup>a</sup>	60,10 ±1,94 <sup>a</sup>	-1,23±0,24 <sup>b</sup>	11,63 ±0,19 <sup>a</sup>	18,27 ±2,45 <sup>ab</sup>
14	80,45 ±1,37 <sup>b</sup>	6,49 ±0,04 <sup>a</sup>	65,33 ±0,88 <sup>b</sup>	-0,78 ±0,48 <sup>b</sup>	12,58 ±1,89 <sup>a</sup>	15,96 ±4,56 <sup>bc</sup>
21	78,96 ±0,57 <sup>bc</sup>	6,64 ±0,03 <sup>b</sup>	69,74 ±1,47 <sup>c</sup>	-2,96 ±0,44 <sup>c</sup>	17,89 ±0,35 <sup>b</sup>	15,73 ±0,74 <sup>bc</sup>
28	77,72 ±1,29 <sup>bc</sup>	6,01 ±0,40 <sup>ab</sup>	72,38 ±1,26 <sup>cd</sup>	-3,75±0,47 <sup>d</sup>	18,62 ±1,29 <sup>b</sup>	16,49 ±2,20 <sup>bc</sup>
35	74,13 ±0,50 <sup>c</sup>	6,30 ±0,54 <sup>ab</sup>	73,47 ±0,26 <sup>d</sup>	-3,95±0,40 <sup>d</sup>	21,78 ±0,53 <sup>c</sup>	13,38 ±1,23 <sup>bc</sup>
42	74,25 ±1,03 <sup>c</sup>	6,85 ±0,14 <sup>b</sup>	79,22 ±2,83 <sup>e</sup>	-4,54 ±0,35 <sup>e</sup>	22,38 ±0,42 <sup>c</sup>	12,28 ±0,91 <sup>c</sup>

\*CRA = Capacidade de Retenção de Água \*\*Textura Instrumental

\*Letras iguais na mesma coluna não apresentaram diferença significativa (p<0,05)

Durante o estudo da vida comercial do *sous vide* de tambaqui, houve uma variação significativa (p≤0,05) nos três eixos da cor instrumental, L\*, a\* e b\*. Ocorreu aumento no eixo L\* e b\*, com valor inicial de L\* de 57,56 (mínimo) e final de 79,22 (máximo); valor inicial de b\* 11,54 (mínimo) e 22,38 (máximo); e uma diminuição no eixo a\*, com valor inicial de 0,57 (máximo) e final de -4,54 (mínimo). A cor inicial do produto era de amarelo-

claro e a final se aproximava de um dourado, de acordo com os resultados obtidos pela mensuração de cor.

Com o aumento da luminosidade, constatou-se perda de cor, pois já houve uma clarificação significativa ( $p \leq 0,05$ ) a partir do 14º dia. Esse aumento de luminosidade fez com que a cor do tambaqui se aproximasse do branco, o que Fagan e Gormley (2004) consideram como desagradável para o consumidor. Esse aumento da luminosidade foi relatado por esses autores em *sous vide* de sete espécies de peixe, em média. Por outro lado, foi relatada ligeira diminuição da luminosidade de *sous vide* de salmão (*Salmon salar*) durante 6 dias de armazenamento (PICOUET et al., 2011).

O aumento no eixo  $b^*$  indicou maior coloração amarela, fato que pode ter sido ocasionado pela gradativa absorção de tucupi pelo filé de tambaqui. Em processos de *sous vide* tradicionais com peixes, tem sido reportada diminuição do parâmetro  $b^*$  (FAGAN; GORMLEY; UÍ MHUIRCHEARTAIGH, 2004; PICOUET et al., 2011), mas no presente estudo o filé de tambaqui foi pasteurizado com tucupi (Tabela 9), que apresenta intensa coloração amarela, o que justificaria o ocorrido.

A diminuição do parâmetro  $a^*$  não provocou mudanças significativas na cor final, uma vez que os valores estão muito próximos de zero. Esse comportamento também foi relatado durante seis dias de armazenamento de *sous vide* de salmão (PICOUET et al., 2011) e sete dias de armazenamento de *sous vide* de badejo e cavala (FAGAN; GORMLEY; UÍ MHUIRCHEARTAIGH, 2004).

Houve uma variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) no pH durante o armazenamento do *sous vide* de tambaqui. Ocorreu uma flutuação, seguida de aumento do pH, que possuía valor de 5,69 (mínimo) no início e 6,85 (máximo) no final. O aumento de pH é contrário ao encontrado durante o armazenamento de *sous vide* de salmão, relatado por Picouet et al. (2011), mas o autor ressalta que pode ter ocorrido crescimento de bactérias lácteas, que teriam ocasionado a diminuição do pH. Apesar disso, houve um ligeiro aumento de pH não significativo ( $p \leq 0,05$ ) durante o armazenamento de *sous vide* de truta *Oncorhynchus mykiss* (GONZÁLES-FANDOS et al., 2004).

Ocorreu uma variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) na Capacidade de Retenção de Água (CRA) durante o armazenamento. A CRA está relacionada com a qualidade da carne do pescado, mas não existe limite mínimo estabelecido em legislação ou literatura. García-Linares et al. (2004) relataram que a umidade em *sous vide* de truta, a composição da matéria prima (umidade e teor de lipídeos) e as condições de processo influenciam diretamente no gotejamento dentro da embalagem, problema que pode diminuir a aceitação

pelo consumidor (FAGAN; GORMLEY, 2004). Até o final do acompanhamento da vida comercial de *sous vide*, não foram detectados sinais de perda de firmeza da carne.

Houve uma variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a Textura Instrumental (TI) durante o período avaliado onde o intervalo de textura média encontrado foi entre 22,63 e 12,28, onde os pontos máximos e mínimos foram registrados no primeiro e último dia, respectivamente. Após cozimento, ocorre a ação das enzimas proteolíticas e consequentemente uma diminuição gradativa da TI durante o armazenamento refrigerado.

#### 4.10.3 Avaliação sensorial dos atributos: cor, aroma, textura e avaliação global ao longo da vida comercial.

Na Tabela 15 é possível observar os resultados para a evolução da cor, aroma, textura e avaliação global em *sous vide* de tambaqui durante o armazenamento. Verificou-se que apenas o atributo cor apresentou média abaixo de cinco no 49º dia, considerado esse o limite para a rejeição (DUTCOSKY, 2013; FAGAN; GORMLEY, 2004; GONZÁLES-FANDOS et al., 2004).

**Tabela 15.** Evolução do escore de aceitação de cor, aroma, textura e avaliação global em amostras de *sous vide* de tambaqui

Dias	Cor	Aroma	Textura	Avaliação global
0	6,77 ±1,72 <sup>a</sup>	6,83 ±1,77 <sup>a</sup>	7,66 ±1,43 <sup>a</sup>	7,26 ±1,31 <sup>a</sup>
7	6,74 ±1,38 <sup>a</sup>	6,37 ±1,86 <sup>b</sup>	7,43 ±1,52 <sup>a</sup>	6,94 ±1,37 <sup>ab</sup>
14	6,63 ±1,42 <sup>a</sup>	6,40 ±1,56 <sup>b</sup>	7,80 ±0,93 <sup>a</sup>	7,17 ±1,36 <sup>ab</sup>
21	6,69 ±1,53 <sup>a</sup>	5,63 ±1,55 <sup>c</sup>	7,03 ±1,74 <sup>b</sup>	6,51 ±1,56 <sup>c</sup>
28	6,40 ±1,70 <sup>a</sup>	5,31 ±1,73 <sup>c</sup>	7,03 ±1,62 <sup>b</sup>	6,69 ±1,37 <sup>bc</sup>
35	6,00 ±1,59 <sup>b</sup>	7,20 ±1,30 <sup>d</sup>	6,60 ±1,87 <sup>c</sup>	6,40 ±1,70 <sup>c</sup>
42	5,63 ±1,94 <sup>b</sup>	6,97 ±1,32 <sup>ad</sup>	6,63 ±1,75 <sup>c</sup>	5,69 ±1,89 <sup>d</sup>
49	3,63 ±1,40 <sup>c</sup>	6,54 ±1,50 <sup>ab</sup>	6,31 ±1,73 <sup>c</sup>	5,66 ±1,86 <sup>d</sup>

\*Letras iguais na mesma coluna não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ )

Ocorreu diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) na avaliação global e em todos os atributos avaliados durante o armazenamento. Comportamento semelhante foi reportado durante o armazenamento de *sous vide* de badejo (*Merlangius merlangus euxinus*) por 42 dias (COSANSU et al., 2011).

Foi detectada no atributo aroma diferença significativa a partir do 7º dia, no atributo cor a partir do 35º dia e no atributo textura e avaliação global a partir do 21º dia. O aroma é o atributo mais sensível no *sous vide* de tambaqui. Durante o armazenamento *sous vide* de bonito (*Sarda sarda*), a média entre todos os atributos avaliados apresenta diferença significativa a partir do 21º dia (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012).

Com relação à cor, o escurecimento ao final do armazenamento contribuiu para que houvesse maior rejeição dos provadores (Tabela 18). Isso ocorreu principalmente pelo uso de tucupi na formulação do *sous vide*. Essa mudança na cor pode ter sido percebida pelos provadores como uma perda de qualidade, o que resultou em notas mais baixas.

Apesar de ser o primeiro atributo a ser detectada diferença significativa, o aroma permaneceu com escores acima do limite de rejeição (3,0) até o fim do acompanhamento. O que geralmente é reportado sobre a evolução do aroma durante o armazenamento de *sous vide* é o aparecimento de *off-odour*, que não está relacionado com deterioração microbiana, mas sim pela minoração gradual das características sensoriais de “fresco”, esperadas pelo consumidor ( GONZÁLES-FANDOS et al., 2004;DÍAZ et al., 2008).

A redução da textura foi de 17,62% ao longo de 49 dias e se manteve dentro da zona de aceitação. Díaz et al. (2009) relataram que *sous vide* de salmão não apresentou diferença significativa da textura durante 25 dias de armazenamento e Gonzáles-Fandos et al. (2004) relataram que a textura de *sous vide* de truta passou a ser rejeitada (escore abaixo de 5) somente a partir do 21º dia.

A avaliação global é geralmente o teste sensorial mais utilizado pelos autores que estudam *sous vide*. Assim como no presente trabalho, foi relatada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em salmão durante vinte e cinco dias de armazenamento à 2°C (DÍAZ et al., 2009), em truta durante vinte e um dias de armazenamento à 10°C (GONZÁLES-FANDOS et al., 2004), em badejo durante quarenta e dois dias de armazenamento à 4°C (COSANSU et al., 2011) e em bonito durante vinte e sete dias de armazenamento à 12°C e à 4°C (MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012). Porém, diferentemente de outros *sous vide*, o de tambaqui não apresentou rejeição durante o período em que foi avaliado.

Os provadores descreveram a cor como atributo mais relevante para a rejeição, a partir do 49º dia. Apesar disso, o presente trabalho apresenta um produto com elevada qualidade e que tem duração de vida comercial maior do que *sous vide* de outras espécies de peixe (COSANSU et al., 2011; DÍAZ et al., 2009; GONZÁLES-FANDOS et al., 2004; MOL; OZTURAN; COSANSU, 2012).

A análise sensorial foi capaz de avaliar, juntamente com os parâmetros físico-químicos, o nível de degradação do *sous vide* de tambaqui ao longo do período de armazenamento. Dutcosky (2013) recomenda que ambos sejam realizados sempre em conjunto, pois a utilização apenas de parâmetros físico-químicos pode levar erroneamente a reduzir o tempo de vida comercial.

## 5 CONCLUSÃO

O tambaqui utilizado apresentou parâmetros físico-químicos e microbiológicos esperados para o processamento.

A temperatura de 65°C por 12,5 minutos foi utilizada na elaboração dos *sous vide* do presente estudo por resultar em produtos com as melhores características de textura e Capacidade de Retenção de Água.

A análise sensorial foi determinante, e aliada às tendências apresentadas pelos parâmetros físico-químicos determinou a vida comercial do *sous vide* de tambaqui com molho de tucupi em 42 dias e, principalmente devido a alterações na cor durante a sensorial.

O sistema *sous vide* ainda é uma técnica pouco conhecida, porém tem aceitabilidade pela sua praticidade e preservação das características nutricionais do produto, e pela segurança disponibilizada pelos produtos submetidos a esse tipo de cozimento.

Diante da técnica de *sous vide* de peixes oriundos da piscicultura agregada a ingredientes regionais amazônicos, foi possível perceber grande potencial para a obtenção de produtos com boa aceitabilidade e que apresentam estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial durante o armazenamento.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Alimentos e Bebidas – **Análise Sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro, p.5, 1993.

ADEPARA, Agência de defesa agropecuária do estado do Pará. **Portaria nº 2038/2008**. Publicado no DOEPA na página 7 e 8, executivo 3, 26 de junho de 2008.

ALMEIDA, H.C.G. **Efeito da Técnica do Sous Vide em Filés de Tambaqui cultivados na Amazônia**. Belém. Dissertação de mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pará, p.31, 2011.

ALMEIDA, N. M.; FRANCO, M. R. B. Determination of essential fatty acids in captured and farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*) from the brasilian Amazonian area. **JAOCS**, v.83, n.8, p.707-711, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. HORWITZ, W, 17<sup>a</sup> ed. Arlington: AOAC Inc., v.1 e v.2., 2000.

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

BALDWIN, E. A.; RAJKOWSKI, K. T. Concerns with Minimal Processing in Apple, Citrus, and Vegetable Products. In: J. S. Novak, G. M. Sapers, V. K. Juneja (Eds), **Microbial safety of minimally processed foods**. CRC Press, Boca Raton, USA, 2003.

BARROS, G. C. Perda de qualidade do pescado, deterioração e putrefação. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Vol. 30, p.59-64, 2003.

BIATO, D. O. **Deteção e controle do off flavor em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de depuração e defumação**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, p.105. Piracicaba. 2005.

BOMBARDELLI, R. A., SYPERRECK, M. A., & SANCHES, A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Ciências Veterinárias e Zoologia**, 8,181-195, 2005.

BORGES, A.; TEIXEIRA, M. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E. T.; CLEMENTE, S. C. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0°C. **Ciência Rural**, v.37, n.1, jan-fev, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal- RIISPOA**. [Decreto n.1255, de 25 de jun 1962]. Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, v. 2, cap. 11. Pescado Fresco. 1981.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA**. Pescado e derivados. Brasília, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001: **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos**. Brasília, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Brasília, 2003.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#info-estatistica/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>. Acesso em: 06 de novembro de 2012.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 001/2008, de 24 de Junho de 2008. Estabelece os padrões de identidade e as características mínimas de qualidade gerais a que deverá obedecer ao produto “TUCUPI” destinado ao consumo como alimento. **Diário Oficial do estado do Pará**, 2008.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2010**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#info-estatistica/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>. Acesso em: 08 de novembro de 2012.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2011**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#info-estatistica/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>. Acesso em: 18 de janeiro de 2013.

BRESSAN, M. B.; LODI, F.; FERREIRA, M.W.; ANDRADE, P. L.; BOARI, C. A.; PICCOLI, R. H. Influência da Embalagem na Vida útil de presuntos fatiados. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 433-438, mar./abr., 2007.

BOSCO, N. B.; DAL PAI, V.; DAL PAI-SILVA, M. Estudo morfológico e histoquímico do tecido muscular esquelético da Piraputanga (*Brycon hilarii*): Osteocytes, Pisces. In: IX

Congresso Luso Brasileiro de Anatomia, 2000, **Braz. J. Morphol. Sci.**, v. 17, p.107-107, 2000.

BUENO, C. M. et al. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 01, p. 65–73, 17 mar. 2011.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. In: Cd-rom. Série: Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. v. 2 – Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Fundação Cargill, São Paulo, Brasil, Ago/2002.

CARACIOLO, M. S. B.; KRUGER, S. R.; COSTA, F. J. C. B. Estratégias de Filetagem e Aproveitamento da carne do Tambaqui. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, 11(67): 25 – 29. 2001.

CARDOSO, C.L.N.; ANDRÉ, B.P.D.C.M.; SERAFINI, B.A. Avaliação Microbiológica de Carne e Peixe Comercializada em Supermercados da Cidade de Goiânia, GO. **Higiene Alimentar**, São Paulo.v.17, n. 109, v.17,p. 81-87, jun. 2003.

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

CARVALHO, R.F.; SILVA, M. D. P.; DELÍCIO, H. C.; ASSIS, J. M. F. Análise morfológica da musculatura miotomal de *Brycon cephalus*. **Braz. J. Morphol. Sci.**, v. 17, p.181-181, 2000.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; OLIVEIRA, S. S. Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(3): 437-440, jul.-set. 2007

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified atmosphere packaging technology: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 67, p. 143-152, 2006.

COMBES, S.; LEPETIT, J.; DARCH, E. B.; LEBAS, F. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner–Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. **Meat Science**. v. 66, p. 91–96. 2004.

COSANSU, S. et al. The Effect of Lemon Juice on Shelf Life of Sous Vide Packaged Whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840). **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 283–289, 12 abr. 2011.

DE PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2009.

DÍAZ, P. et al. Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. **Meat science**, v. 80, n. 2, p. 287–92, out. 2008.

DIAZ, P. NIETO, G. SANCHO, B.; MARIA, D. G. Determination of Shelf Life of *Sous Vide* Salmon (*Salmo Salard*) Based on Sensory Attributes. **Journal of Food Science**. v. 74, p.371-372, 2009.

DÍAZ, P.; GARRIDO, M. D.; BAÑÓN, S. Spoilage of Sous Vide Cooked Salmon (*Salmo Salar*) Stored under Refrigeration. **Food Science and Technology International**, v.17, p.31-37. 2011.

DOWNES, F. P; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological.** Examinations of Foods. 4th. ed. Washington (DC): APHA. 2001.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** Varela, São Paulo, 2009.

DUTCOSKY, S. D. 4<sup>a</sup> Ed. Editora Champagnat - Pucpress. **Análise Sensorial de Alimentos**, p. 531, 2013.

ESCU DINI, J. R. O; BASTOS, P. B; FRANCO, R. M; BAPTISTA, R. F; MANO, S. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial de filé de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 21-24, jan./abr. 2010.

FAGAN, J. D.; GORMLEY, T. R. Effect of sous vide cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. **European Food Research and Technology**, v. 220, n. 3-4, p. 299–304, 12 nov. 2004.

FAGAN, J. D.; GORMLEY, T. R.; UÍ MHUIRCHEARTAIGH, M. M. Effect of modified atmosphere packaging with freeze-chilling on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 5, n. 2, p. 205–214, jun. 2004.

FAGAN, F. G.; GORMLEY, T. R. Effect of sous vide cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. **European Food Research Technology**, vol. 220, p.299–304, 2005.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** p. 602, 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERNANDES, A. C.; MEDEIROS, C. O.; BERNARDO, G.L.; EBONE, M. V.; DI PIETRO, P. F.; ASSIS, M. A. A.; VASCONCELOS, F, A, G.; Benefits and risks of fish consumption for the human health. **Revista de Nutrição**, 25(2) 283:295, 2012.

GARCÍA-LINARES, M. C.; GONZALEZ-FANDOS, E.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. C.; GARCÍA-ARIAS, M. T. Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: Influence of fat content. **Journal of Food Quality**, 27:371– 387, 2004.

GINÉS, R.; AFONSO, J. M.; ARGÊLLO, A.; ZAMORANO, M. J. E. L.; LÓPEZ, J. L.; The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquacult Res**, v. 35, p.1207-1212. 2004.

GONZÁLES-FANDOS, E.; GARCÍA-LINARES, M. C.; VILLARINO-RODRÍGUEZ, A.; GARCÍA-ARIAS, M.T.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M.C. Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. **Food Microbiology**, v. 21, n. 2, p. 193–201, abr. 2004.

GONZALEZ-FANDOS, E.; VILLARINO-RODRIGUEZ, A.; GARCIA-LINARES, M.C; GARCIA-ARIAS, M.T; GARCIA-FERNANDEZ, M.C. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the *sous vide* method. **Food Control**. v.16, p.77–85, 2005.

GRACIA, A.; ALBISU, L.M. Food Consumption in the European Union: Main Determinants and Country Differences. **Agribusiness**, 17 (4), 469 – 488, 2001.

GRIGORAKIS, K.; TAYLOR, K. D. A.; ALEXIS, M. N. Seasonal patterns os spoilage of ice-stored cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v. 81, p. 263-268, 2003.

GUEDES, W.; MÁRSICO, E. T.; SILVA, L. P.; FILHO, E. S. A.; FREITAS, M. Q.; MANO, S. Efeito da Atmosfera Modificada sobre a conservação de lombo de atum (*Thunnus albacares*) embalado. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v.13. p. 89-93, 2006.

HAMM, R. **Biochemistry of meat hydration.** Advances in Food Research, v.10, p.355-463, 1960.

HAUGAARD, V. K.; UDSEN, A.; MORTENSEN, G.; HOEGH, L.; PETERSEN, K.; MONAHAN, F. Potential Food Applications of Biobased Materials. **An EU-Concerted Action Project. Starch/Starke**, 53, 189 – 200, 2001.

HUNTERLAB INC. Applications Note: CIE L \* a \* b \* Color Scale. v. 8, n. 7, p. 1–4, 2008.

HUNTERLAB INC. Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L\*a\*b\*. p. 1–4, 2012.

HUSS, H. H. **Asseguramiento de la calidad de los products pesquero**. [s.l.] FAO Doc. Tec. Pesca 334, 1997.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS. **Estatística da Pesca 2007 – Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, DF, p. 113, dezembro, 2007.

ICMSF - International Commission on Microbiological Specification for Foods. **Microorganisms in foods**. Buffalo, NY: University of Toronto Press. 1998.

ISO 8586-1:1993 **Sensory Analysis – General Guidance for the Selection, Training and Monitoring of Assessors – Part 1: Selected Assessors**. International Standard. Nederl and Normalisatie - Institute, Delft, The Netherlands. 1993.

JAMES, S. J.; JAMES, C. Minimal Processing of Ready Meals. In: **Emergin technologies for food processing**. Ed.Elsevier. 2005.

JIANG, J. J.; ZENG, Q. X.; ZHU, W.; ZHANG, L. Y. Chemical and sensory changes associated Yu-lu fermentation process – A traditional Chinese fish sauce. **Food Chemistry**. v.104, p.1629–1634, 2007.

JUNEJA, V.K. Delayed *Clostridium perfringens* growth from a spore inocula by sodium lactate in sous-vide chicken products. **Food Microbiology** 23 105–111, 2006.

JUNEJA, V.K.; SNYDER, O.P. Sous vide and cook-chill processing of foods: concept development and microbiological safety. In: **Advances in Thermal and Non Thermal Food Preservation**, Ed. Gaurav Tewari and Vijay K. Juneja. Cap 8, pp.145-163. Blackwell Publishing, 2007.

JUNEJA, VK.; MARMER, B.S.; PHILLIPS, J.G.; MILLER, A.J. Influence of the intrinsic properties of food on thermal inactivation of spores of non-proteolytic *Clostridium botulinum*: Development of a predictive model. **J. Food Safety** 15:349-364 1995.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Divisão de biblioteca e documentação, 2000.

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

LIRA, G.M.; PEREIRA, W.D.; ATHAYDE, A.H.; PINTO, K.P. Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió - AL. **Revista. Higiene Alimentar**, São Paulo. v.15, n.84, p.67 - 72, mai. 2001.

LOPES, M.M.; MÁRSICO, E.T.; SOBREIRO, L.G, SILVA, L.P.; CONTE-JR, C.A.; PARDI, H.S.; MANO,S.B. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Revista Ciência e Veterinária**. v. 99, n.552, p. 207-210, 2004.

LOPEZ-RUBIO; GAVARA, A. R.; LAGARON, J.M. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. **Trends in Food Science & Technology**, 17, 567 – 575, 2006.

MANAUS, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - Superintendencia da zona franca de Manaus. **Potencialidades regionais, estudo da viabilidade econômica – Piscicultura 2003**. Disponível em: [http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/sumario/piscicultura.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/piscicultura.pdf). acesso em: 22/09/2012

MANO, S. B.; PEREDA, J. A. O.; FERNADO, G. D. G. Aumento da vida útil e microbiológica da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 1-10, jan./abr. 2002.

MANTILLA,S.P.F.; MANO,S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO,R.M. Atmosfera Modificada na Conservação de Alimentos. **Revista Acadêmica de Ciência Agrária e Ambiental**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MCGEE, H. **On Food and Cooking: The Science and more of the Kitchen**. Ed. Scribner, New York, 2004.

MEER, M. B. V.; HERWAARDEN; H.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Collossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432, 1997.

MENDES, E.S.; MENDES, P.D.P.; COELHO, M.I.D.S.; SOUZA, J.C.R.; CRUZ, M.C.S.; ASSIS, A.S.D.; ALVES, A.B. Aspectos microbiológicos do camarão *Litopenaeus vannamei* defumado e sua vida de prateleira. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 99, p. 75-80, 2002.

MOL, S.; OZTURAN, S.; COSANSU, S. Determination of the Quality and Shelf Life of Sous Vide Packaged Bonito (Sarda Sarda, Bloch, 1793) Stored At 4 and 12C. **Journal of Food Quality**, v. 35, n. 2, p. 137–143, 16 abr. 2012.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food and Nutrition Press, p. 605, 1983.

MOUSSAOUI, M.A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, p.1088–1099, 2010.

NEVES, C.D.T.T.; DAL PAI, V.; DAL PAI-SILVA, M. Características morfológicas e histoquímicas do tecido muscular do piavuçu (*Leporinus macrocephalus*): Teleostei, Pisces. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 17, p.108-108, 2000.

NILSANG, S.; LERTSIRI, S.; SUPHANTHARIKA, M. Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Fish Soluble Concentrate by Commercial Proteases. **Journal of Food Engineering. University of California**, v. 70, n. 4, p. 571-578, Davis, California, 2005.

NYATI, H. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. **Food Control**. v. 11, p. 471 – 476, 2000.

OETTERER, M. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. In: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. 1 ed. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, v. 1, p. 481-500, 2004.

OHLSSON, T.; BENGTSSON, N. Introduction. In: T. Ohlsson, & N. Bengtsson (Eds.), **Minimal processing technologies in the food industry**. Cambridge, UK: Woodhead publishing, 2002.

OLSEN, S. O.; SCHOLDERER, J.; BRUNSO, K.; VERBEK, W. Exploring the relationship between convenience and fish consumption: A cross-cultural study. **Appetite**, **49**, 84 – 91, 2007.

ORDONEZ, J.A.P. **Tecnologia de Alimentos**. v.2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca**. [s.l.] Livraria Varela, 1999. v. 3

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; PEDINI, M. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. In: VALENTI, V. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R.

**Aqüicultura no Brasil** – Bases para um Desenvolvimento Sustentável. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 353-382, 2000.

PATTERSON, S.; JOHNSTON, I.A.; GOLDSPIK, G. A histochemical method for muscles of five teleost species. **J. Fish Biol.** v.7, 159-166, 1975.

PETER, J.B., BARNARD, R.J., EDGERTON, V.R. Metabolic profiles of three fibertypes of skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, 11:2627-2633. 1972.

PICOUET, P.A.; SILVIA, A.; COFAN-CARBO, A.; HÉLOÏSE, A.; VILASECA, B.. Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure Innovative **Food Science and Emerging Technologies**. v. 12, p. 26–31, 2011.

PRENTICE, C.; SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por Filés de carpa-capim (*ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração. **Revista Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.25, p.127-131, jan.-mar, 2005.

PULGAR, J. S.; GÁSQUEZ, A.; RUIZ-CARRASCAL, J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat Science**, v. 90, p. 828-835, 2012.

RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; HUBINGER, M. D.; RIBEIRO, C. F. A.; ARAUJO, E. A. F.; TOBINAGA, S. Análise sensorial de músculo de mapará com e sem tratamento osmótico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, vol.30, p.24-32. 2010.

RIBEIRO, S. DA C. A. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de filés de mapará (*Hypophthalmus edentatus*)**. [s.l.] Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2005.

RINALDI, M. □ □ CHIARA DALL'ASTA, C.; PACIULLI, M.; CIRLINI, M.; MANZI, C.; CHIAVARO, E. A Novel Time/Temperature Approach to Sous Vide Cooking of Beef Muscle. **Food and Bioprocess Technology**, 4 fev. 2014.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. Ed. CRC, 2006.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of Biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*) stored in ice. **Journal of Food Science**, 66, 1030–1032. 2001.

SÁNCHEZ DEL PULGAR, J.; GÁSQUEZ, A.; RUIZ-CARRASCAL, J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by

vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat science**, v. 90, n. 3, p. 828–35, mar. 2012.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. **Sustentabilidade da pesca na Amazônia**. Acta Amazônica, v.19, p.165-182, 2005.

SANTOS, T.M.; MARTINS, R.T.; SANTOS, W.L.M.; MARTINS, N.E. Inspeção visual e avaliações bacteriológica e físico-química da carne de piramutaba (*Brachyplatistoma vaillanti*) congelada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.60, Nº6, 2008.

SHIROSE, I.; MORI, E.E.M. **Estatística Aplicada à Análise Sensorial (Módulo 2). Manual técnico nº 13**. Campinas: CIAL/ITAL, 1996.

SILVA, M. D.; DAL PAI, V.; MOTA, D. L.; RODRIGUES, A. C. Histochemical study of muscle fiber types in *Synbranchus marmoratus*, Bloch, 1795. **Annals of Anatomy**, v.178, n.1, p.65-70, 1995.

SILVA, J. A. M., PEREIRA-FILHO, M., CAVERO, B. A. S. & OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Apparent digestibility of nutrients and crude energy in diets with addition of exogenous digestive enzymes in tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazônica**, 37:1, 2007.

SILVA, L.K.S. da. **Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo - padronização para a rastreabilidade**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, São Paulo, 2009.

SIVERTSVIK, M.; ROSNES, J.T.; JEKSRUD, W.K. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, p.107-127, 2002.

SOLUPACK. **Produtos Sous vide**. Disponível em:<[http://www.solupack.com.br/net/Prod\\_Detalhes.aspx?id=45&Idioma=1&Chave=1](http://www.solupack.com.br/net/Prod_Detalhes.aspx?id=45&Idioma=1&Chave=1)>. Acesso em: 22 de Novembro de 2012.

SONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J.; SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 42, n. 3, p. 247–255, 1 abr. 2008.

SOUZA, A. F. L. DE; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 289–296, 2011.

STONE, H.; & SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3.ed. London: Academic Press. p. 408, 2004.

SVEINSDOTTI, K.; MARTINSDOTTIR, E.; GREEN-PETERSEN, D.; HYLDIG, G.; SCHELVIS, R.; DELAHUNTY, C. Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. **Food Quality and Preference**, v. 20, p.120–132, 2009.

TANSEY, F. S.; GORMLEY, T. R. Emerging freeze-chill and sous vide technologies in the production of ready-meals. **European food and drink review** 1, 28-30, 2004.

TORNBERG, E. Effect of heat on meat proteins — implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, 70:493–508, 2005.

TRONDSSEN, T.; SCHOLDERER, J.; LUND, E.; EGGEN, A.E.; Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. **Research Report**. 41:301-14, 2003;

VAUDAGNA, S.R.; SANCHEZ, G.; NEIRA, M.S.; INSANI, E.M.; PICALLO, A.B.; GALLINGER, M.M.; LASTA, J.A. Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, p. 425-441, 2002.

VAUDAGNA, S.R.; PAZOS, A.A.; GUIDI, S.M.; SANCHEZ, G.; CARP, D.L. GONZALEZ, C.B. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. **Meat Science**, v. 79, p.470–482, 2008.

VAUDAGNA, S.; SANCHEZ, G.M.; PHIL, M. MASANA, A.; PICALLO, M.; SUSANA, N. Nuevas herramientas para El procesamiento de cortes de carne bovina. **Academia Mexicana de Ciencias**. UNAM. Abril, 2009.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal \*. **Instituto de Pesca**, 2006.

VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**: teoria e prática. São Paulo: Varela, p.308, 2003.

WANG, B.; PACE, R. D.; DESSAI, A. P.; BOVELL-BENJAMIN, A.; PHILLIPS, B. Modified Extraction Method for Determining 2-Thiobarbituric Acid Values in Meat with Increased Specificity and Simplicity. **Journal Food Science**. v. 67, October, 2002.

YAGIZ Y., KRISTINSSON H.G., BALABAN M.O., WELT B.A., RALAT M., MARSHALL M.R. Effect of high pressure processing and cooking treatment on the quality of Atlantic salmon. **Food Chemistry** 16: 828\_835, 2009.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS MORAIS, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos - UFPA, responsável pela pesquisa ***SOUS VIDE DE TAMBAQUI COM MOLHO DE TUCUPI***, estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende avaliar a aceitabilidade de pescado preparado com a técnica *SOUS VIDE* com molho de tucupi. Acreditamos que ela seja importante, pois, proporcionará a divulgação da técnica de preparo de alimentos denominada *SOUS VIDE* que utiliza temperatura e tempo controlados de cozimento, garantindo melhor qualidade sensorial dos alimentos, conseqüente ganho nutricional e benefícios a saúde dos consumidores.

Sua participação constará como voluntário. Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores. Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação (confidencialidade).

Autorização:

Eu, \_\_\_\_\_, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário ou de seu representante legal

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

### **Dados do pesquisadore:**

Nome: Bruno Henrique dos Santos Morais

Endereço: Av. Almirante Barroso, 4866. Apt 102

CEP: 66113-710

Telefone: (91) 8345-4197

Endereço eletrônico: brunomorais@ufpa.br

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – TESTE DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA

Ficha resposta utilizada para os testes triangulares de seleção de provadores

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Avalie da esquerda pra direita cada uma das amostras de peixe e coloque-as em ordem crescente de preferência

\_\_\_\_\_

- preferida

\_\_\_\_\_

+ preferida

## ANEXO 2- PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÉ DE ÉTICA E PESQUISA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA  
SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARÁ - ICS/



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** *Sous vide* de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com molho de tucupi.

**Pesquisador:** BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS MORAIS

**Área Temática:**

**Versã:** 1

**CAAE:** 22126814.4.0000.0018

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Pará

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 547.005

**Data da Relatoria:** 28/01/2014

#### Apresentação do Projeto:

O projeto pretende obter e caracterizar microbiológica, físico-química esensorialmente filés de peixe proveniente de cultivo, pasteurizados de acordo com técnica *sous vide* em molho de tucupi, criando uma alternativa de produto para o uso de peixes cultivados, por possuírem uma melhor padronização e segurança em relação ao peixe capturado. A técnica *sous vide* utiliza a combinação de vácuo e controle da temperatura para produzir carnes prontas com melhores características de cor, sabor, textura e retenção de nutrientes do que os processos de cocção tradicionais. 20 pessoas serão selecionadas para testar o produto. Será utilizado tambaqui (*Colossoma macropomum*), nativo da Bacia Amazônica, pela sua importância comercial e excelência em cultivo. Serão realizadas avaliações físico-químicas e microbiológicas da matéria prima e a caracterização e estudo de vida de prateleira do produto final.

#### Objetivo da Pesquisa:

Elaborar *sous vide* de tambaqui cultivado com molho de tucupi, embalar à vácuo e sob atmosfera modificada e estudar a vida-útil do produto sob refrigeração, visando o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento do pescado e agregar valor a matérias regionais.

Coletar amostras na área de cultivo de peixes; Analisar a matéria-prima quanto às características

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá **CEP:** 66.075-110

**UF:** PA **Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

Continuação do Parecer: 547.005

microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais; Elaborar sous vide com molhos de tucupi e realizar diferentes testes sensoriais para estabelecer melhores condições de processamento do produto; Realizar análises microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

quanto aos riscos, está previsto a exclusão de participantes alérgicos ao produto, apesar de mínimos podem ocorrer algum problema causados por fatores digestivos, porém o produto apresenta um adequado controle. Como benefício poderá contribuir para uma maior comercialização do produto e ampliação dos hábitos alimentares de nossa região

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa encontra-se bem elaborada, descrita com clareza e objetividade e metodologia em adequação aos objetivos

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta todas as documentações requeridas pela legislação vigente

**Recomendações:**

Aprovada

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

sem pendências

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

BELEM, 06 de Março de 2014

---

**Assinador por:**  
**Wallace Raimundo Araujo dos Santos**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá

**CEP:** 66.075-110

**UF:** PA

**Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735

**Fax:** (91)3201-8028

**E-mail:** [cepccs@ufpa.br](mailto:cepccs@ufpa.br)

**ANEXO 3 - AVALIAÇÃO SENSORIAL DE *SOUS VIDE* DE TAMBAQUI (adaptada)**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Muito obrigado por participar de nossa pesquisa com pescado. Você receberá UMA amostra de pescado para avaliar. Por favor, leia este questionário antes de iniciar o teste, depois avalie o produto e responda as questões que se seguem:

1. Indique o quanto você gostou da cor do produto:

- gostei extremamente
- gostei muito
- gostei regularmente
- gostei ligeiramente
- não gostei nem desgostei
- desgostei ligeiramente
- desgostei regularmente
- desgostei moderadamente
- desgostei extremamente

2. Indique o quanto você gostou do aroma do produto:

- gostei extremamente
- gostei muito
- gostei regularmente
- gostei ligeiramente
- não gostei nem desgostei
- desgostei ligeiramente
- desgostei regularmente
- desgostei moderadamente
- desgostei extremamente

3. Indique o quanto você gostou da textura do produto:

- gostei extremamente
- gostei muito
- gostei regularmente
- gostei ligeiramente
- não gostei nem desgostei
- desgostei ligeiramente
- desgostei regularmente
- desgostei moderadamente
- desgostei extremamente

4. Indique a avaliação global do produto:

- gostei extremamente
- gostei muito
- gostei regularmente
- gostei ligeiramente
- não gostei nem desgostei
- desgostei ligeiramente
- desgostei regularmente
- desgostei moderadamente
- desgostei extremamente

5. Comentários: por favor, indique o que em particular você mais gostou ou menos gostou neste produto (use palavras ou frases):

Mais gostei:

---

---

---

Menos gostei:

---

---

---