



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACEUTICAS  
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**QUALIDADE DE CORTES DO TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) PROCEDENTE DE PISCICULTURA  
ARMAZENADOS SOB CONGELAMENTO**

**MÔNICA MACIEL CARTONILHO**

**MANAUS  
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**MÔNICA MACIEL CARTONILHO**

**QUALIDADE DE CORTES DO TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) PROCEDENTE DE PISCICULTURA  
ARMAZENADOS SOB CONGELAMENTO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração em Ciência de Alimentos.

**Orientador: Profº Dr. Rogério Souza de Jesus**

**MANAUS  
2010**

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

**C322q**

Cartonilho, Mônica Maciel.

Qualidade de cortes do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) procedente de piscicultura, armazenados sob congelamento / Mônica Maciel Cartonilho. - Manaus: UFAM, 2010.

67f.; il.: 22 cm

Dissertação de Mestrado (Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas - UFAM.  
Orientação: Profº. Drº. Rogério Souza de Jesus

1. Tecnologia de Alimentos 2. Peixe - Tambaqui (*Colossoma macropomum*) 3. Peixe Amazônico I. Título.

**CDD 664.94**

---

**Elaborada pelo Bibliotecário: Odimar Porto - CRB /AM. Nº. 496/11**

**MÔNICA MACIEL CARTONILHO**

**QUALIDADE DE CORTES DO TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) PROCEDENTE DE PISCICULTURA  
ARMAZENADOS SOB CONGELAMENTO.**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 04 de Novembro de 2010.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Rogério Souza de Jesus, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Antônio José Inhamuns da Silva  
Universidade Federal do Amazonas

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Fábio Tonissi Moroni  
Universidade Federal do Amazonas

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Nilson Luis de Aguiar Carvalho  
Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas

## **DEDICATÓRIA**

A **Deus**, por tornar tudo possível.

A meus **pais** e **irmãos**, em especial a minha querida irmã **Miriam Cartonilho** pelo apoio incondicional. Sem sua ajuda este sonho não seria realidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir mais uma realização pessoal.

Ao professor Dr. Rogério Sousa de Jesus, pela dedicação, paciência e orientação de fundamental importância para conclusão deste trabalho.

Aqueles que sempre lutaram por minha causa, meus admiráveis pais.

A minha irmã “master” Miriam Cartonilho, por toda ajuda, compreensão, pacientes explicações acerca da marcha de cada análise e parceria incansável nas muitas horas de laboratório durante todo este trabalho.

Ao professor Dr. Nilson Luis Carvalho pela valiosa ajuda durante o preparo dos cortes e sugestões para realização deste trabalho.

A Lauro Carvalho Neto e sua amável família pelo convívio alegre e agradável, vocês são muito especiais pra mim.

A Semírames, Arthur e Elias, “os Cartonilhos amazônicos” pela força e apoio em todos os momentos.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pela oportunidade e apoio na realização deste curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) que contribuiu para realização das análises em seu laboratório de Tecnologia de Alimentos.

A todos os funcionários do INPA/CPTA pela colaboração valiosa e amizade.

Aos amigos Emanuel Leite, Francisco Souza, Gilvan Machado, Sheylla Luz pela disposição em ajudar sempre que solicitei.

A Rosenildo Nóbrega pela contribuição nas muitas aulas de inglês.

Aos colegas do curso pela amizade e companheirismo durante a realização deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação, grande etapa da minha vida profissional, quero expressar meus sinceros agradecimentos.

**Se eu pudesse...**

Se eu pudesse deixar algum presente a você,  
deixaria aceso o sentimento de amar  
a vida dos seres humanos.  
A consciência de aprender tudo  
o que foi ensinado pelo tempo a fora.

Lembraria dos erros que foram cometidos  
para que não mais se repetissem.  
A capacidade de escolher novos rumos.

Deixaria para você se pudesse,  
o respeito aquilo que é indispensável;  
Além do pão, o trabalho.  
Além do trabalho, a ação.

E, quando tudo mais faltasse,  
um segredo:

O de buscar em Deus  
a resposta e a força para encontrar a saída.

Mahatma Gandhi adaptada.

## RESUMO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe de ocorrência natural da bacia amazônica, destaca-se pelo seu notável potencial de contribuição para economia regional e grande aceitação no mercado consumidor. No entanto, um dos fatores contribuintes para redução de seu potencial para consumo e exportação se deve, em muitos casos, a ausência de infraestrutura, manipulação incorreta entre a colheita e armazenamento e estocagem inadequada influenciando diretamente na qualidade da matéria-prima, acarretando diminuição do tempo de vida útil para o seu consumo e comercialização. O objetivo do presente trabalho é determinar a composição centesimal e rendimento dos cortes de tambaqui de cultivo in natura; determinar a influência do tempo de congelamento na qualidade dos cortes (costela, lombinho e posta) por meio de análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas, estocadas durante 180 dias a -25°C e a relação tipo de corte x vida útil. A avaliação sensorial mostrou que os cortes de tambaqui analisados permaneceram com qualidade excelente durante todo o experimento. A determinação do pH, do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), assim como os resultados das análises microbiológicas se revelaram como bons índices de avaliação do frescor ao longo do tempo de estocagem. Deste modo, os resultados obtidos permitiram concluir que o corte de costela mostrou-se mais susceptível a oxidação decorrente de seu alto teor lipídico, o que limita o seu tempo de vida útil. No entanto, os cortes de tambaqui mantiveram-se adequados para o consumo durante o período analisado em embalagem plástica de polietileno, em condições de manipulação correta e com uso de boas práticas de higiene entre a colheita e o armazenamento.

Palavras-chave: peixe de água doce, piscicultura, tecnologia do pescado, congelamento, vida útil.

## ABSTRACT

Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is a naturally occurring fish in the Amazon basin, stands out for its remarkable potential to contribute to the regional economy and its wide acceptance in the consumer market. However, one of the contributory factors to reduce the potential for consumption and export is due, in many cases, lack of infrastructure, improper handling since harvest until storage and the inadequate storage directly influencing the raw material quality, resulting the lifetime decreasing for its consumption and marketing. This study aimed to determine the proximate composition and cuts yield of in natura cultivated tambaqui; to determine the influence of frozen storage time on the cuts (rib, tenderloin and flitch) quality through sensory, physicochemical and microbiological analyses during 180 days of frozen storage at -25°C in plastic polyethylene; and the cut type x shelf-life relation. The sensory evaluation of the physical characteristics showed that the quality of analyzed tambaqui cuts remained excellent throughout the experiment. The pH determination, the Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) and the Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS), as well as the microbiological analyses have proved as good indices for freshness evaluation along storage time. Thus, the results allowed concluding that the cut rib was more susceptible to oxidation due to its high fat content, which limits its shelf-life. However, the tambaqui cuts remained appropriate for consumption during 180 days of frozen storage at -25°C in plastic polyethylene, in conditions of correct handling and using good hygiene practices between harvest and storage.

Keywords: freshwater fish, fish culture, technology of fish, freezing, shelf-life.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E GRÁFICOS

<b>Figura 1</b>	Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> Cuvier, 1818).	18
<b>Figura 2</b>	Lavagem em tanque inox, seguida de sobreposição em camadas de gelo para espera do processamento.	33
<b>Figura 3</b>	(A) Medição do tambaqui. (B e C) Pesagem do tambaqui.	33
<b>Figura 4</b>	Manipulação dos exemplares de tambaqui.	34
<b>Figura 5</b>	Cortes de costela, lombinho e posta.	34
<b>Figura 6</b>	Armazenamento em freezer a -25°C.	34
<b>Figura 7</b>	Fluxograma de determinação de N-BVT (A) e de TBARS (B).	37
<b>Gráfico 1</b>	Composição centesimal de costela do tambaqui, de cultivo.	43
<b>Gráfico 2</b>	Composição centesimal de lombinho do tambaqui, de cultivo.	44
<b>Gráfico 3</b>	Composição centesimal de posta do tambaqui, de cultivo.	44
<b>Gráfico 2</b>	Valores de avaliação sensorial dos itens avaliados e pontuação final obtida ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de costela, lombinho e posta.	46
<b>Gráfico 3</b>	Valores de pH, em cortes de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ) de cultivo, armazenado sob congelamento durante 180 dias.	48
<b>Gráfico 4</b>	Valores do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) em cortes de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , de cultivo, armazenados sob congelamento durante 180 dias.	50
<b>Gráfico 5</b>	Valores de TBARS (mg/Kg) para cortes de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), de cultivo, durante armazenamento sob congelamento no período entre 90 a 180 dias.	52
<b>Gráfico 6</b>	Resultado da análise de regressão para os valores de TBARS (mg/kg) em cortes de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), de cultivo, armazenado sob congelamento no período entre 90 a 180 dias.	55

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1</b>	Composição Centesimal (média e desvio padrão) dos cortes in natura de tambaqui de cultivo.	42
<b>Tabela 2</b>	Resultados obtidos por diferentes pesquisadores para Composição centesimal de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , procedente de piscicultura	42
<b>Tabela 3</b>	Contagem microbiológica de cortes frescos de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), de cultivo.	53
<b>Tabela 4</b>	Contagem microbiológica de cortes de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), de cultivo, após 180 dias de estocagem sob congelamento	53
<b>Tabela 5</b>	Matriz de correlação entre as variáveis analisadas, $p < 0,05$ .	54
<b>Quadro 1</b>	Principais espécies cultivadas no Brasil no período entre 2003 e 2007, de acordo com dados do IBAMA (2008).	19
<b>Quadro 2</b>	Classificação do pescado pela quantidade de gordura e proteínas do músculo, segundo Stansby (1962).	23
<b>Quadro 3</b>	Classificação do pescado pela quantidade de lipídios e valor energético, segundo Almás (1981).	23
<b>Quadro 4</b>	Ficha de Avaliação da qualidade organoléptica de filés de pescado congelados e descongelados.	24
<b>Quadro 5</b>	Resultados obtidos por diferentes autores para a composição centesimal do tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , procedente de piscicultura.	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FEPESCA</b>	Federação dos Pescadores do Amazonas e Roraima
<b>km</b>	Quilômetro
<b>cm</b>	Centímetro
<b>T</b>	Tonelada
<b>%</b>	Porcentagem
<b>mg</b>	Miligrama
<b>g</b>	Gramma
<b>kg</b>	Quilograma
<b>ADP</b>	Adenosina Difosfato
<b>IMP</b>	Inosina monofosfato
<b>AMP</b>	Adenosina monofosfato
<b>ATP</b>	Adenosina trifosfato
<b>Hx</b>	Hipoxantina
<b>HxR</b>	Inosina
<b>MA</b>	Malonaldeído
<b>nm</b>	Nanômetro
<b>°C</b>	Grau Celsius
<b>kcal</b>	Quilocaloria
<b>N</b>	Nitrogênio
<b>N-BVT</b>	Nitrogênio das Bases Voláteis Totais
<b>RDC</b>	Resolução de Diretoria Colegiada
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>APHA</b>	America Public Health Association
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>NMP</b>	Número Mais Provável
<b>Caldo EC</b>	Caldo <i>Escherichia coli</i>
<b>LST</b>	Lauril Sulfato Triptose
<b><i>E. coli</i></b>	<i>Escherichia coli</i>
<b>TBARS</b>	Substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico
<b>TBA</b>	Ácido tiobarbitúrico
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

<b>SEBRAE</b>	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas
<b>APPCC</b>	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
<b>SUFRAMA</b>	Superintendência da Zona Franca de Manaus
<b>UFC</b>	Unidade Formadora de Colônia
<b>pH</b>	Potencial hidrogeniônico
<b>RIISPOA</b>	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
<b>DMA</b>	Dimetilamina
<b>TMA</b>	Trimetilamina
<b>AOAC</b>	Association of Official Agricultural Chemists
<b>INPA</b>	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
<b>CPTA</b>	Centro de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	17
2.1	Tabaqui - Aspectos gerais	17
2.2	Importância econômica	18
2.3	Mercado consumidor	20
2.4	Composição centesimal do pescado	21
2.5	Ação bacteriana	24
2.6	Métodos de avaliação do frescor e da vida de prateleira do pescado congelado	26
2.7	Qualidade pó pescado x vida útil	28
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	31
3.1	Geral	31
3.2	Específicos	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	32
4.1	Matéria-prima	32
4.2	Obtenção dos cortes	32
4.2.1	Lavagem e acondicionamento	32
4.2.2	Medida e pesagem	33
4.2.3	Preparação e estocagem dos cortes	33
4.3	Determinação do rendimento dos cortes	34
4.4	Avaliação sensorial dos exemplares de tabaqui	35
4.5	Determinação da composição centesimal e valor calórico dos cortes de tabaqui	35
4.5.1	Determinação da Umidade	35
4.5.2	Determinação de lipídios	35
4.5.3	Determinação da proteína	35
4.5.4	Determinação de cinza	35
4.5.5	Determinação do Nifext	35
4.5.6	Determinação do Valor Calórico	35
4.6	Determinação do pH	36
4.7	Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT)	36
4.8	Determinação das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	36

4.9	Análises Microbiológicas	37
4.9.1	Preparo da amostra para análise microbiológica	38
4.9.2	Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos em placas	38
4.9.3	Contagem de coliformes totais e termotolerantes	38
4.9.4	Método para detecção de <i>Escherichia coli</i>	39
4.9.5	Método de Contagem de Bolores e Leveduras em placas	39
4.10	Análise Estatística	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>41</b>
5.1	Rendimento dos cortes	41
5.2	Composição centesimal	42
5.3	Características sensoriais	45
5.4	Determinação do pH	45
5.5	Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT)	49
5.6	Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)	50
5.7	Análises Microbiológicas	52
5.8	Análise estatística	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>
	Anexo 01: Valores de avaliação sensorial ao longo de 180 dias sob congelamento para os cortes de costela, lombinho e posta.	66
	Anexo 02: Valores de avaliação sensorial para cada ítem ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de lombinho.	66
	Anexo 03: Valores de avaliação sensorial para cada ítem ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de posta.	67

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo, sendo a piscicultura de água doce a atividade que vem se mostrando mais promissora. (FRITSCH, 2004). A piscicultura no estado do Amazonas vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos acompanhando uma tendência mundial de profissionalizar a atividade como já ocorreu em outras atividades pecuárias como a criação de aves, suínos e bovinos. (GONÇALVES, 2005).

Um fator positivo para o consumidor com o crescimento da piscicultura é o equilíbrio entre oferta e demanda no mercado regional, estabilizando os preços ao longo do ano não só para outras regiões do país, como também para o mercado internacional, ao contrário do que ocorre com a pesca extrativa onde o preço é regido pela sazonalidade. Outro fator positivo seria o desenvolvimento econômico e geração de emprego para a região (IGLÉCIAS, 2007). Há de se considerar, ainda, a exigência destes consumidores, quanto à higiene e qualidade dos produtos, que se tornam mais rigorosas a cada dia, especialmente no que se relaciona ao mercado externo (BARBOSA, 2006).

Várias espécies de peixes nativos têm sido consideradas com potencial para a piscicultura, devido principalmente ao seu crescimento rápido e a grande aceitação de mercado, entre elas destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas*) e matrinxã (*Brycon cephalus*) (GRAEF, 1995). O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma das espécies em destaque para o cultivo, por ser originário do Rio Amazonas, estar adaptado às condições da região e pela facilidade que possuem para adaptar-se aos ambientes de cultivo (IZIEL & MELO, 2004).

O pescado possui uma microbiota que é influenciada pela natureza de seu habitat e variação de temperatura. Após a captura, a microbiota inicial é alterada pelo transporte, manipulação, contato com o gelo, superfície, equipamentos, estocagem e comercialização (KUBITZA, 2004). Dentre os produtos de origem animal, os peixes são os mais suscetíveis a processos de deterioração o que pode ser explicado pela sua composição química e a elevada insaturação de seus lípidos (NEIVA, 2005).

O conhecimento sobre as características da matéria-prima (tambaqui congelado) do ponto de vista da qualidade sensorial, físico-química e microbiológica busca estabelecer um padrão de qualidade, por meio da realização de avaliação das alterações que possam ocorrer durante o período de congelamento, que permita a determinação precisa do tempo de vida útil, para seu consumo, comercialização e exportação.

De acordo com Spers (2004) um dos temas mais discutidos mundialmente refere-se à segurança alimentar, em que o produto deve ser obrigatoriamente seguro para quem o produz, consome e para o meio ambiente e aliado a isto o consumidor assume papel decisório e ativo acerca da aquisição ou não do produto, levando sempre em conta seu padrão de qualidade.

O armazenamento congelado constitui uma forma de estender a vida útil do pescado, no entanto, a vida de prateleira do pescado de água doce congelado tem sido pouco estudada, tornando-se importante a realização de trabalhos que objetivem avaliar a estabilidade destes produtos ao longo da armazenagem.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Tambaqui - Aspectos gerais

Pertencente à família Characidae e subfamília Serrasalminae (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998). Na região norte, desponta como a principal espécie de peixe cultivada. O estado de Rondônia destaca-se como um dos maiores produtores de tambaqui, terceiro no ranking brasileiro (OSTRENSKY et al., 2008).

No Brasil atinge peso por volta de 30 quilos, sendo considerado o segundo maior peixe de escamas da bacia amazônica. Caracteriza-se como reofílico por percorrer longas distâncias durante o período reprodutivo, e realizar a desova total na época da piracema. Possui hábito alimentar diversificado: no habitat natural comem frutas, sementes, moluscos, plantas, pequenos peixes, caranguejos, entre outros alimentos, e em cativeiro aceitam ração, grãos e subprodutos agroindustriais (KUBITZA, 2004).

Segundo observações de Graef (1995), as fêmeas de tambaqui cultivadas na região Sudeste tiveram a sua primeira maturação sexual próxima ao sexto ano de vida. Por outro lado, na região amazônica (Brasil, Colômbia, Peru) estes atingem maturação sexual com 3 a 4 anos e a reprodução do tambaqui geralmente ocorre de outubro a março, sendo observada uma maior concentração das desovas no período de novembro a fevereiro.

O tambaqui é considerado uma das espécies mais importantes para a economia da Amazônia e é muito apreciado pelo sabor. Sua popularidade atribui-se à facilidade de produção de alevinos, rápido crescimento, resistência a elevadas temperaturas na água dos viveiros, ao manuseio e a baixos níveis de oxigênio dissolvidos (PORTO, 2005). Em situação de hipóxia apresenta adaptações comportamentais e fisiológicas para suportar a adversidade

como aumento da respiração e batimento cardíaco, redução do metabolismo, entre outros (GOMES et al., 2006).



Figura 1- Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).

## 2.2 Importância econômica

Segundo Ruffino (2000), Manaus desfruta de uma localização privilegiada na Amazônia central, para realização da pesca. Os cursos inferiores de três dos maiores afluentes do rio Amazonas estão dentro de um raio de 500 km, ou dois dias de viagem a Manaus.

A região Norte produziu em 2006, um total de 147.931 T (58,9%) da produção brasileira de pescado de água doce e detém a maior produção brasileira de pesca extrativa continental do Brasil. O estado do Amazonas produziu 57.317 T, sendo esta produção totalmente artesanal. O tambaqui está entre os peixes redondos mais criados na piscicultura nacional, com produção de 20. 833,50 T em 2003, passando a 30. 598,50 toneladas em 2007, especialmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste (IBAMA, 2008). Quadro 1.

Quadro 1

Principais espécies cultivadas no Brasil no período entre 2003 e 2007, de acordo com dados do IBAMA (2008).

ESPÉCIES	2003 VOLUME (ton)	%	2007 VOLUME (ton)	%	Crescimento 2003/2007(%)
TILÁPIA	64.857,00	<b>23,32%</b>	95.091,00	<b>32,90%</b>	<b>46,62%</b>
CAMARÃO	95.503,00	<b>34,34%</b>	65.230,00	<b>22,57%</b>	<b>-31,70%</b>
CARPA	50.400,00	<b>18,12%</b>	36.631,50	<b>12,67%</b>	<b>-27,32%</b>
TAMBAQUI	20.833,50	<b>7,49%</b>	30.598,50	<b>10,59%</b>	<b>46,87%</b>
PACU	9.244,00	<b>3,32%</b>	12.397,00	<b>4,29%</b>	<b>34,11%</b>
MEXILHÕES	8.608,50	<b>3,10%</b>	12.002,00	<b>4,15%</b>	<b>39,42%</b>
TAMBACU	7.916,00	<b>2,85%</b>	10.854,00	<b>3,76%</b>	<b>37,11%</b>
PIAU	2.451,50	<b>0,88%</b>	3.396,50	<b>1,18%</b>	<b>38,55%</b>
OSTRAS	2.196,00	<b>0,79%</b>	1.385,00	<b>0,48%</b>	<b>-36,93%</b>
OUTROS	16.119,00	<b>5,80%</b>	21.464,50	<b>7,43%</b>	<b>33,16%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>278.128,50</b>	<b>100,00%</b>	<b>289.050,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>3,93%</b>

O pescado é muito importante no contexto sócio-econômico da Amazônia. Segundo o relatório da Câmara Setorial da Agroindústria da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA, 2000), o Amazonas é o maior produtor de pescado de água doce do Brasil. O peixe é a proteína animal com maior consumo na região, equivalente a 72% do consumo total (JESUS, 1998).

O consumo *per capita* de pescado nas cidades de Manaus e Itacoatiara foi estimado entre 100 e 200 g/dia na década de 70 (IBAMA, 1995). Segundo Cerdeira et al. (1997), as taxas de consumo de pescado na Amazônia são as maiores do mundo, com média estimada em 369 g/ pessoa. No baixo rio Solimões / Alto Amazonas se estimou entre 490-600g/dia (BATISTA et al., 2004), constituindo-se na principal fonte de proteínas para as populações humanas residentes. Em estudo do SEBRAE-AM foi registrado para o Amazonas um consumo médio de 60 kg de peixe por pessoa/ano (SUFRAMA, 2005).

Mundialmente, o consumo total de alimentos procedentes da pesca e aqüicultura é equivalente a 16 kg/ano/habitante. O consumo per capita de peixe na década de 1950 era de 7 kg/ano/habitante, assim a partir dos dados atuais observa-se que este consumo se manteve em

um ritmo igual ou superior ao crescimento demográfico. No entanto, é necessário contemplar esses dados com cuidado já que não representam o consumo individual (FAO, 2008). A grande produção e o elevado consumo regional explicam a importância desse segmento na economia regional (MORONI, 2005).

A importância do crescimento da piscicultura na Amazônia e a conquista de novos mercados particularmente o externo, depende certamente de sua vinculação com o processo de beneficiamento do pescado, tendo em vista a oferta de produtos que melhor atendam as necessidades e conveniência dos consumidores (PAULA, 2009). Deve-se ressaltar a necessidade de atendimento rigoroso às normas higiênico-sanitárias, onde atualmente torna-se imprescindível a adoção de um programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). No entanto, de acordo com dados da Fepesca (2002) as perdas de pescado na Bacia Amazônica giram em torno de 13% da produção anual, como consequência de falta de apoio e investimentos ou, em muitos casos, pela ausência de infra-estrutura de desembarque e de comercialização agravada ainda pela carência de pessoal qualificado para produção, manuseio, industrialização, comercialização, investigação e administração dos estoques.

### **2.3 Mercado consumidor**

Os recursos pesqueiros oferecem uma boa possibilidade como fonte de alimentos de excelente valor biológico, que podem dar resposta a diferentes demandas do mercado consumidor, portanto o avanço da piscicultura deve ser complementado com o aproveitamento racional após o abate utilizando-se técnicas mais apropriadas de manejo tendo em vista que este mercado está voltado a alimentos cada vez mais saudáveis e nutritivos (OETTERER, 2004).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) possui um importante papel na alimentação da população da cidade de Manaus, representando mais de 40% de todo o pescado vendido

nos mercados e feiras. Devido sua grande demanda e aceitação no mercado, aliado à facilidade que possui para adaptar-se aos ambientes de cultivo, a piscicultura desta espécie despertou o interesse empresarial tendo em vista a rentabilidade que seu cultivo apresenta (NUNES, 2006).

Como o pescado é um produto facilmente perecível, de rápida decomposição, a manipulação, o processamento e armazenamento de forma adequada tornam-se essenciais. Uma forma de retardar seu processo de deterioração é a utilização de gelo na conservação do pescado recém-capturado até o seu beneficiamento e comercialização. Porém se há necessidade de manter o pescado conservado num período de tempo superior a dez dias, é necessário que o mesmo seja conservado congelado (GUIMARÃES, 2000).

Na região Norte, foi avaliada a qualidade quando mantidos em gelo espécies capturadas na natureza como o acarí-bodó (MORONI, 2005), jaraqui (JESUS, 1989), curimatã e o pacu (JESUS et al., 1991). Com as espécies procedentes da piscicultura, existem trabalhos de pesquisas executados por Batista (2002) com a espécie matrinxã e Almeida et al. (2005), Andrade (2006), Paula (2009) com a espécie tambaqui. Em todas essas pesquisas se destaca a importância do conhecimento das características bioquímicas, sensoriais e físico-químicas do produto para o mercado de transformação e consumidor.

#### **2.4 Composição centesimal do pescado**

Na piscicultura o conhecimento da composição do pescado torna-se elemento importantíssimo na análise do desenvolvimento e no ajuste das rações para cada espécie (AYROZA et al., 2007). A composição química representa a quantidade em porcentagem dos constituintes de umidade, proteína, lipídios e cinza. O equilíbrio entre esses constituintes e suas alterações após a morte tem influência na qualidade dos peixes, fator importante para a indústria e consumidores (LOVE, 1992).

O conhecimento da composição centesimal do pescado proporciona importante subsídio para a indústria de processamento, no controle da qualidade de produtos conservados pelo gelo, sal, defumação e outros métodos de preservação (ALMEIDA, 1998).

A composição química do pescado é extremamente variável, ou seja, ela diverge de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da idade, sexo, qualidade da dieta consumida, quantidade de alimento disponível, condições de cultivo e da parte do corpo analisada (SOUZA et al., 2003).

A grande parte das variações encontradas está estreitamente relacionada com a alimentação, uma vez que durante os períodos de intensa alimentação o conteúdo de proteínas do músculo aumenta no início muito levemente e a diferença do conteúdo dos lipídeos mostra um rápido e forte aumento. A fração lipídica é aquela que mais mostra variações (PAULA, 2009).

O estabelecimento de categorias ideais de abate, os rendimentos e a composição centesimal da carne do pescado, sob suas diferentes formas de apresentação, são de grande importância para as unidades de beneficiamento do pescado (MACEDO-VIEGAS et al., 2002). O conhecimento do rendimento permite comparar as espécies, avaliar fatores críticos e visualizar o seu potencial para a industrialização (CARNEIRO et al., 2003).

Stansby (1962) elaborou um dos critérios mais utilizados para classificar os peixes segundo a sua composição, onde são agrupados em cinco classes conforme seu teor de gordura e proteína, o Quadro 02 descreve esta classificação. Por outro lado, Almás (1981) levou em conta dois fatores, o teor de lipídios (%) e o valor energético em kcal/100g (Quadro 03).

## Quadro 02

Classificação do pescado pela quantidade de gordura e proteínas do músculo, segundo Stansby (1962).

<b>CLASSE</b>	<b>GORDURA (%)</b>	<b>PROTEÍNA (%)</b>
<b>A</b>	<5	15-20
<b>B</b>	5-15	15-20
<b>C</b>	>15	<15
<b>D</b>	<5	>20
<b>E</b>	<5	<15

## Quadro 03

Classificação do pescado pela quantidade de lipídios e valor energético, segundo Almás (1981).

<b>CLASSIFICAÇÃO DE PESCADOS</b>	<b>MAGRO</b>	<b>SEMI-GORDO</b>	<b>GORDO</b>
<b>LIPÍDIOS (%)</b>	0,2 – 0,8	2,0 – 5,7	8,0 – 14,0
<b>VALOR ENERGÉTICO (Kcal/100g)</b>	80 - 90	90 - 160	160 – 220

A qualidade sensorial do pescado depende de muitos processos, os quais são governados por mecanismos bioquímicos, químicos e microbiológicos onde a perda de frescor do pescado congelado é o reflexo da atividade desses processos (CARNEIRO et al., 2003). O teste sensorial para o controle de qualidade é o método mais usado na indústria alimentícia, devido a sua praticidade.

Clucas & Ward, 1986 desenvolveram uma ficha de avaliação sensorial, onde se atribuiu valores de qualidade de 4: Excelente, 3: Boa, 2: Média, 1:Baixa e 0: Muito baixa. Os escores podem variar entre 28 pontos (Qualidade ótima) a zero pontos (Qualidade muito baixa).

Quadro 4

Ficha de Avaliação da qualidade organoléptica de filés de pescado congelados e descongelados.

	<b>4- Excelente</b>	<b>3-Boa</b>	<b>2-Média</b>	<b>1 - Baixa</b>	<b>0 – Muito Baixa</b>
<b>Cheiro</b>	Sem cheiro	Leve cheiro de peixe	Notável cheiro de peixe	Cheiro de peixe forte	Odor pronunciável
<b>Cor da carne</b>	Transparente (Branco)	Transparente tornando-se translúcido	Translúcido	Opaco	Opaco / cinza/ marrom
<b>Transparência da membrana</b>	Transparente	Tornando-se translúcido	Translúcido/ opaco	Membrana cinza/ marrom/ opaca	Membrana cinza/ marrom/ mucoso/ pútrido
<b>Muco</b>	Sem muco	Levemente mucoso (muco claro)	Muco notável (muco claro)	Muito mucoso, com muco visível (cinza esverdeado, marrom)	Muito mucoso muco escuro, opaco
<b>Textura e sabor do file</b>	<i>Firme elástico (Volta rápido completamente)</i>	<i>Carne firme-mas um pouco menos elástica (volta, mais um pouco lentamente)</i>	<i>Carne um pouco mole (não volta após pressão)</i>	<i>Carne mole-não retorna após pressão</i>	<i>Carne separando-se, bem mole</i>
<b>Danos à carne</b>	Leves manchas, fissuras	1- 2 defeitos leves (pequenas fissuras, manchas leves)	3-5 defeitos leves (fissuras, manchas leves)	5 defeitos pequenos (fissuras, manchas leves)	Filés danificados, rachados, manchados
<b>Rachaduras</b>	Sem rachaduras	Rachaduras delicadas	Rachaduras leves	Rachaduras moderadas	Rachaduras severas
<b>Subtotal</b>					
<b>Total</b>					

Fonte: Clucas & Ward, 1986, traduzido para esta pesquisa.

## 2.5 Ação bacteriana

O músculo de um pescado recém-capturado é estéril, já que seu sistema imunológico previne o crescimento de bactérias, entretanto após a morte as bactérias das superfícies proliferam, mas para que ocorra a multiplicação e desenvolvimento, é necessário que no meio se encontrem elementos nutritivos e condições favoráveis aos microorganismos como: oxigênio, umidade e temperatura (CARDOSO *et al.*, 2003). A atividade microbiológica é um dos principais motivos da deterioração e danos aos tecidos do pescado e seus produtos, pois as bactérias específicas da deterioração possuem a habilidade de produzir odores e sabores

estranhos sendo, portanto, essencial à tentativa de manter o crescimento bacteriano baixo (VIEIRA, et al., 2004).

Entre as bactérias que concorrem para a putrefação e degradação do pescado incluem: *Pseudomas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, entre outras. Além destas, podem ser encontradas outras bactérias, como os coliformes, *Salmonella*, *Staphylococcus*. A presença destes microorganismos está relacionada com a matéria-prima, cuidados higiênicos das pessoas e locais onde são manipulados os alimentos, estocagem incorreta durante o processamento e comercialização (OETTERER, 2002).

O índice de coliformes totais está relacionado com as condições higiênico-sanitárias, no entanto a legislação atual (BRASIL, 2001) não estabelece limites microbiológicos para estes. A pesquisa de coliformes termotolerantes nos alimentos fornece com maior segurança informações sobre condições higiênicas do produto e é empregado como indicador de contaminação pós-sanitização (FRANCO & LANDGRAF, 1996). A atual legislação (BRASIL, 2001) estabelece que a presença de coliformes termotolerantes limite-se ao máximo de  $10^2$ /g para pescados *in natura*, resfriados ou congelados, não consumidos crus.

As bactérias mesófilas também são indicadoras da qualidade higiênico-sanitária e segundo Lira et al. (2001) e Agnese (2001) valores menores que  $10^6$  UFC/g são aceitáveis. A legislação vigente (BRASIL, 2001) não estabelece padrões para psicrófilos, no entanto contagens elevadas deste grupo de bactérias contribuem para redução da vida útil, pois se desenvolvem melhor a temperaturas de refrigeração.

A quantificação de bolores e leveduras segundo Vieira et al. (2004), torna-se importante como parte do plano de controle de qualidade, uma vez que o crescimento tenha se estabelecido, neste caso poderão ocorrer alterações no pH para faixa de 4,0 a 6,5 podendo levar ao desenvolvimento de bactérias patogênicas.

## **2.6 Métodos de avaliação do frescor e da vida de prateleira do pescado congelado.**

A vida útil ou vida de prateleira define-se como período de tempo em que um determinado alimento conserva suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dentro de padrões próprios para o consumo humano. A vida de prateleira do pescado é determinada pelas condições de processamento, estocagem e comercialização (ARAÚJO, 2001).

A determinação de pH fornece um dado valioso acerca do estado de conservação do pescado, uma vez que o processo de deterioração o altera quase sempre. É um dos índices de qualidade mais utilizados em decorrência da rapidez e da facilidade de medição.

Segundo Huss (1988) a alteração nos valores de pH é ocasionada porque depois da morte do pescado, ocorre a degradação anaeróbica do glicogênio acumulando ácido lático no músculo, este acúmulo ocasiona uma diminuição no pH ( 6,0 a 6,5) normalmente dentro dos primeiros dias. Durante as mudanças pós-morte, o pH fica mais ou menos constante ou aumentando ligeiramente devido à formação de compostos básicos pela ação das enzimas e das bactérias podendo atingir até 7,0 ou mais, onde se torna mais susceptível a ação das bactérias que são mais ativas em pH mais elevado.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2001) relata no artigo 418 que, para ser considerado como pescado fresco, este deve apresentar pH inferior a 6,8 na carne externa e a 6,5 na carne interna, tendo em vista que as carnes internas são invadidas pelos microorganismos de forma mais demorada e atingem o interior do músculo gradualmente.

O valor de K é muito utilizado como índice de frescor para avaliar as mudanças na qualidade do pescado após a captura e durante a estocagem (OGAWA e OGAWA, 1999). Conforme Agustini et al. (2001) o valor de K é um índice bioquímico que avalia a qualidade do pescado baseando-se nas mudanças de nucleotídeos, expressos em porcentagem a partir da

quantidade de inosina (HxR) e hipoxantina (Hx) e os valores totais de adenosina 5 - tri-, di-, mono-fosfato (ATP, ADP, AMP), inosina mono-fosfato (IMP), HxR e Hx.

O valor K obtido pelas concentrações dos nucleotídeos, é definido segundo SAITO et al. (1959), pela equação:

$$K = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100$$

Onde: ATP=Adenosina trifosfato; ADP=Adenosina difosfato; AMP=Adenosina monofosfato; IMP = Inosina monofosfato; HxR = Inosina; Hx=Hipoxantina.

Segundo Gomes (2003) a determinação das bases nitrogenadas voláteis totais (N-BVT) é o teste mais utilizado para avaliar o grau de frescor dos peixes, e compreendem compostos como a amônia, dimetilamina (DMA) e trimetilamina (TMA). O acúmulo de N-BVT causa mudanças químicas durante a deterioração do pescado de maneira que seu aumento significativo vem a coincidir com a deterioração microbiana.

Ogawa e Ogawa (1999) afirma que nos peixes em excelente estado de frescor, o teor de N-BVT atinge 5 a 10 mg N/100g, e em peixes de frescor razoável estes valores podem atingir de 15 a 25 mg N/100g. O limite máximo estabelecido pela legislação nacional vigente para N-BVT é de 30mg/100g de pescado. (BRASIL, 2001)

Um método muito utilizado para avaliar a oxidação dos lipídios é o índice do ácido tiobarbitúrico (TBA - *Thiobarbituric acid*), que se baseia na reação de condensação do ácido tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados no processo oxidativo é o malonaldeído (MA), um aldeído com 3 átomos de carbono (ARAÚJO, 2001).

Uma molécula de MA reage com duas moléculas de TBA para formar um complexo de cor vermelha, o qual absorve a 532-535nm. A reação ocorre em meio ácido e temperaturas

elevadas para aumentar a sensibilidade e velocidade da reação (GATTA et al., 2000). Segundo Al Kahtani et al., (1996) um produto é considerado em bom estado de conservação, quando os valores do índice de TBA estão abaixo de 3mg malonaldeido/kg.

## **2.7 Qualidade do pescado x vida útil**

Para a indústria pesqueira a palavra qualidade é diretamente relacionada à aparência e frescor, o frescor refere-se ao grau de deterioração que o pescado se encontra. Esta qualidade deve ser entendida como um conjunto de atributos que atenda às exigências do consumidor. Há de se considerar ainda que estas exigências tem se tornado mais rigorosas a cada dia (BARROS, 2003).

Um fator determinante que interfere diretamente na qualidade e tempo de vida útil do pescado é o *rigor mortis*, que se inicia uma a duas horas após a morte do peixe e define-se como o estado onde ocorre a perda da extensibilidade e plasticidade dos músculos, não apresentando mais os ciclos de contração e relaxamento, resultado de uma série de reações bioquímicas complexas (BYKOWSKI; DUTKIEWICZ, 1996). Este aparece em consequência das primeiras mudanças bioquímicas *post-mortem*, e pode ser influenciado por fatores extrínsecos, como a captura, a temperatura de estocagem e, principalmente, pela maneira como o peixe é sacrificado (BOYD et al., 1994).

O *pré-rigor* ocorre antes do *rigor mortis*, imediatamente após a morte do pescado. A entrada de oxigênio cessa e os produtos metabólicos não oxigenados no sangue e nos músculos paralisam o sistema nervoso durando geralmente de uma a duas horas. O glicogênio e a adenosina difosfato (ADP) estão combinados com a miosina, conferindo ao peixe uma carne macia (OLIVEIRA, 2004).

O *pós-rigor* instala-se após o processo de *rigor mortis* no momento em que a actinmiosina é degradada por enzimas proteolíticas como a catepsina. Há o amolecimento da

carne devido à hidrólise protéica, vão surgindo peptídeos, aminoácidos livres e aminas. Nesta fase, há ação rápida dos microorganismos endógenos e exógenos aparecendo substâncias nitrogenadas voláteis e reductoras voláteis (OLIVEIRA, 2004).

Como o pescado é um produto de rápida decomposição, por ser fonte protéica e conter alto índice de umidade (cerca de 70%) facilitando a atuação de microrganismos, o seu armazenamento correto torna-se essencial. O congelamento é o método mais satisfatório disponível para conservação por longo período. Se conduzido adequadamente retém o flavor, a cor e o valor nutritivo (OETTERER, 2002).

As vantagens do congelamento frente a outros métodos tradicionais de conservação são enormes, o produto quase não sofre modificações, de forma que o pescado fresco, devidamente congelado, armazenado e descongelado, é virtualmente diferente do pescado fresco mantido em gelo (GUERREIRO, 2005). As vantagens do congelamento baseiam-se fundamentalmente em dois princípios, um deles refere-se à transformação de grande parte da água de constituição do alimento em gelo, o outro se refere à redução da temperatura para níveis tão baixos ao ponto da ação dos agentes deteriorantes tornar-se grandemente dificultosa (SANCHES, 1989).

Apesar do congelamento ser indicado como método de conservação mais adequado para os alimentos em geral, vários autores relatam aspectos que podem contribuir negativamente para a qualidade final do produto, se o congelamento se der de forma inadequada ou por longo período de estocagem. Nort (1998), afirma que o armazenamento do pescado congelado armazenado durante muito tempo a temperaturas inadequadas pode apresentar aspecto duro, fibroso, esponjoso ou seco, devido a perda de água dos tecidos, deixando-o seco e poroso, tornando-o menos atrativo.

Jesus *et al.* (1991) descrevem acerca de outros fatores que afetam a qualidade da matéria prima, como o longo tempo de permanência do pescado em gelo, a duração da

viagem, as condições de armazenamento, a relação entre a quantidade de gelo versus a quantidade de pescado, a altura das caixas de acondicionamento, representando efeitos negativos para as alterações químicas, enzimáticas e bacteriológicas. Deste modo torna-se essencial o conhecimento cada vez mais amplo acerca de todos os fatores que interferem na manutenção do frescor do pescado de modo a permitir a aquisição de um produto final com alto grau de qualidade. Um planejamento estratégico para esta conquista aliado a uma manipulação correta do pescado fresco durante o período compreendido entre a colheita e a entrega ao processador é crucial para a qualidade do produto final.

De acordo com a FAO (2008) a qualidade da matéria-prima inicia-se a bordo, com necessidade de boas práticas de manipulação e adequada conservação. A atenção rigorosa quanto às normas higiênico-sanitárias, evita a ocorrência de falhas que tem se constituído, provavelmente, no principal obstáculo a esta conquista.

É imprescindível o treinamento dos manipuladores mediante a adoção de um programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), sistema eficaz para a melhoria da qualidade e segurança dos produtos, caracterizado principalmente pelo monitoramento dos chamados Pontos Críticos do processo de produção, de forma precisa e contínua possibilitando uma ação corretiva, durante o próprio processo produtivo, caso necessário (OLIVEIRA, 2004).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

Avaliar a qualidade de cortes (costela, lombinho e posta) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) congelado, procedente de piscicultura, determinando-a por meio de análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas, durante 180 dias sob estocagem a - 25°C em embalagem plástica de polietileno.

#### 3.2 Específicos

3.2.1 Calcular o rendimento dos cortes de tambaqui.

3.2.2 Determinar a composição centesimal dos cortes de tambaqui in natura.

3.2.3 Determinar as alterações na qualidade dos cortes por meio das análises microbiológicas, determinação do pH, nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e avaliação sensorial por 180 dias de estocagem congelada.

3.2.4 Determinar a relação tipo de corte x vida útil do pescado.

## 4. MÉTODOLOGIA

### 4.1 Matéria-prima

Foram utilizados cortes de 30 exemplares de tambaqui (*Colossoma macropomum*) procedentes de piscicultura situada no km 150, Manaus-Itacoatiara, capturados com rede de arrasto, e abatidos por hipotermia. O comprimento padrão dos tambaquis com vísceras e cabeça variou de 36,50 a 47,00 cm, apresentando uma média de  $40,23 \pm 2,84$  cm. O peso do tambaqui com vísceras e cabeça variou de 1,98 kg a 1,23 kg, com média de  $1,54 \pm 0,19$  g.

### 4.2 Obtenção dos cortes

#### 4.2.1 Lavagem e acondicionamento

Os exemplares foram transportados em caixas de polipropileno expandido após a colheita ao laboratório de Tecnologia do Pescado, da Coordenação de Pesquisa em Tecnologia de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPTA/INPA). A duração do percurso foi de duas horas.

Ao chegarem ao laboratório foram lavados em tanque inox, em seguida colocados em camadas de gelo de 1:1 em caixas de isopor para que se procedesse à medição, pesagem, evisceração e separação em três tipos de cortes : costela, lombinho e posta, (Figura 2).



Figura 2 - Lavagem em tanque inox, seguida de sobreposição em camadas de gelo para espera do processamento.

#### 4.2.2 Medida e pesagem

Antes de se proceder a manipulação os exemplares de tambaqui foram medidos e pesados individualmente em balança digital marca Filizola (figura 3).



Figura 3 - (A) Medição do tambaqui. (B e C) Pesagem do tambaqui

#### 4.2.3 Preparação e estocagem dos cortes

Seguindo os padrões de higiene para manipulação de alimentos os exemplares de tambaqui foram separados em cortes, dois a dois e colocados em sacos de plástico polietileno de 1 kg. Em seguida foram submetidos a congelamento rápido em congelador de placa a temperatura de  $-36^{\circ}\text{C}$  e após o congelamento, armazenados em freezer sob temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$  durante os 180 dias de experimento, sendo este exclusivo para as amostras de tambaqui. O peso médio dos cortes de costela, lombinho e posta foram 207g, 292g e 172,5g respectivamente.



Figura 4 - Manipulação dos exemplares de tambaqui.



Figura 5 - Cortes de costela, lombinho e posta.



Figura 6 - Armazenamento em freezer a -25°C.

#### 4.3 Determinação do rendimento dos cortes.

Para a determinação do rendimento os exemplares de tambaqui foram pesados e em seguida foi feito o processamento dos cortes (costela, lombinho e posta). Após este processo foi feita a pesagem destes e calculado o rendimento em volume percentual da parte comestível. Para o cálculo do rendimento dos “minced fish”, foi utilizada a equação a seguir:

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

#### **4.4 Avaliação sensorial dos exemplares de tambaqui.**

Participaram desta avaliação cinco provadores treinados. Foram analisados aspectos como a coloração, textura, odor do pescado, transparência da membrana, presença de muco e rachaduras antes do congelamento e a cada 30 dias seguindo como referência o quadro de avaliação proposto por Clucas & Ward, (1986) (Quadro 04). Os cortes eram retirados aleatoriamente do congelador de dois em dois e descongelados à temperatura de resfriamento (geladeira) por um período médio de dez horas, em seguida eram examinados.

#### **4.5 Determinação da composição centesimal e valor calórico dos cortes de tambaqui.**

As análises foram realizada em triplicata nos cortes frescos. As determinações seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (São Paulo, 2008).

4.5.1. Umidade: foi determinada por perda de peso após o aquecimento em estufa a 105°C até adquirir peso constante.

4.5.2. Lipídios: o extrato etéreo foi obtido pelo método de Soxhlet, como solvente foi utilizado éter de petróleo.

4.5.3. Proteína: obtida pelo método de Kjeldahl modificado, utilizando o fator de 6,25 para o cálculo de proteína total.

4.5.4. Cinza: pela incineração do material em mufla à temperatura de até 550°C.

4.5.5. Fração Nifext: obtido por diferença. Determinado através da fórmula:

$$100 - (\% \text{ de proteína} + \% \text{ de lipídio} + \% \text{ de umidade} + \% \text{ cinza})$$

4.5.6. Valor Calórico: foi obtido pela aplicação da fórmula:

$$\text{Kcal} = (\text{proteína} + \text{glicídio}) \times 4 + (\text{lipídio}) \times 9, \text{ por } 100 \text{ g do produto}$$

#### **4.6 Determinação do pH.**

Foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 2009) coletando-se amostras dos cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), sem pele, triturado e homogeneizado com água destilada desde o primeiro dia do experimento e sucessivamente a cada 30 dias, por processo eletro métrico utilizando phmetro HI 221, marca Hanna Instruments.

#### **4.7 Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT).**

As análises para determinação de N-BVT foram realizadas em triplicata para cada corte a cada 30 dias segundo o método descrito por Wootlon e Chuah (1981) modificado por Jesus (1998). Figura 7 (A).

#### **4.8 Determinação das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS).**

A estabilidade oxidativa das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Wyncke (1970), modificado quanto ao tempo de reação entre o extrato e o ácido tiobarbitúrico, sob temperatura de ebulição, que foi reduzido de 40 para 30 minutos. Figura 7 (B).

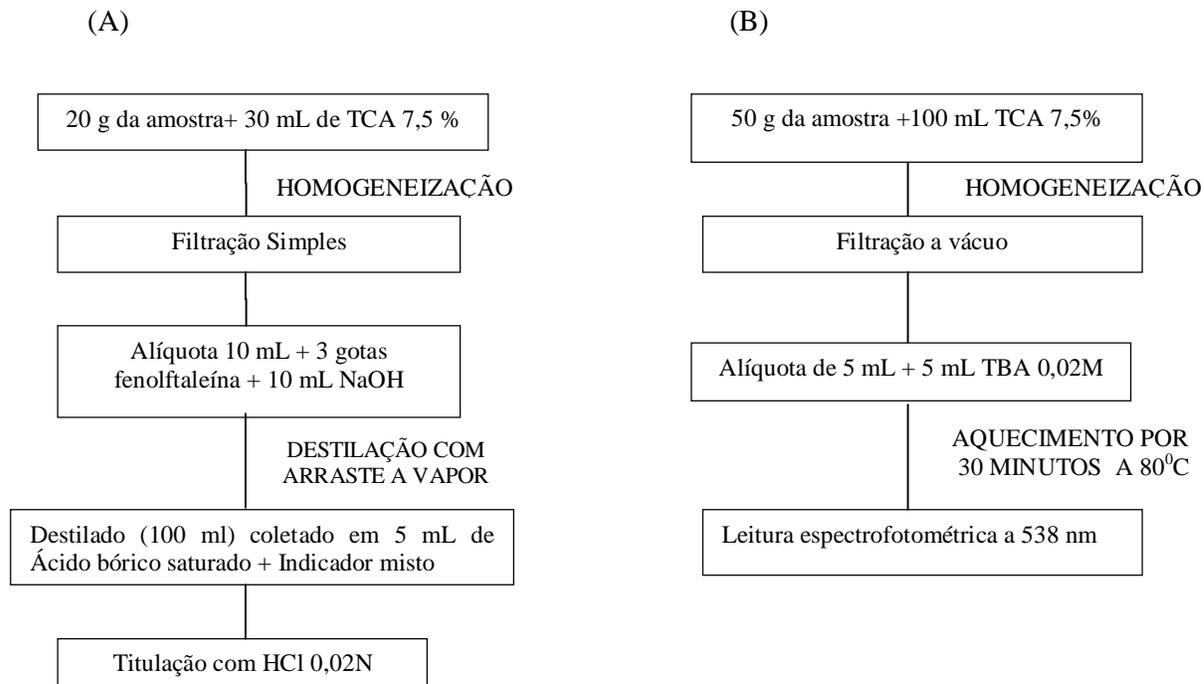


Figura 7 - Fluxograma de determinação de N-BVT (A) e de TBARS (B).

#### 4.9 Análises Microbiológicas

A avaliação da qualidade microbiológica de um produto fornece informações que permitem avaliá-lo quanto às condições de processamento, armazenamento e distribuição para o consumo, sua vida útil e quanto ao risco à saúde da população (SILVA, 1996). Foram realizadas com os cortes frescos no início do experimento e após a estocagem congelada por 180 dias as seguintes análises: contagem de Coliformes Totais, Termotolerantes e *Escherichia coli*, contagem de Aeróbios Mesófilos e Psicrotróficos e contagem de Bolores e Leveduras. Os valores limites foram observados com base no citado pela Resolução RDC n° 12 de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

#### 4.9.1 Preparo da amostra para análise microbiológica.

Foram pesados assepticamente 25g da amostra em erlenmeyer contendo 225 mL de solução salina, 0,85% peptonada, 0,1% (diluição  $10^{-1}$ ). Foram feitas diluições sucessivas até  $10^{-3}$ .

#### 4.9.2 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos em placas.

Seguiu-se a metodologia descrita pelo método da América Public Health Association (APHA) para análise de alimentos. As amostras congeladas foram descongeladas sob refrigeração ( $\leq 4,4^{\circ}\text{C}$ ) por não mais que 18 horas. A contagem total de aeróbios mesófilos em placas foi feita utilizando-se o método de plaqueamento em profundidade (pour plate) onde a amostra diluída foi colocada na placa de Petri, o meio utilizado para verter as placas foi Ágar Padrão para Contagem (PCA), previamente fundido e resfriado a  $44-46^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente incubou-se a  $35^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, após este procedimento foi realizada a contagem das colônias e o cálculo dos resultados (SILVA et al., 2007).

Para contagem dos aeróbios recomenda-se que as amostras sejam analisadas no intervalo de seis horas a partir da coleta, não sendo indicado congelamento dessas amostras, porque pode provocar injúria ou morte de vários microrganismos, desta forma as amostras congeladas foram preparadas a cada 48h para que se procedesse a análise. O procedimento para análise total de microrganismos aeróbios psicrotróficos seguiu o mesmo procedimento da contagem total de aeróbios mesófilos, alterando a condição de incubação que foi de  $17^{\circ}\text{C}$  por 16 horas, seguidos de mais três dias a  $7^{\circ}\text{C}$  (SILVA et al., 2007).

#### 4.9.3 Contagem de coliformes totais e termotolerantes.

As análises de coliformes totais foram realizadas pela técnica de NMP (Número Mais Provável) em série de três tubos utilizando-se como meio de cultura o Caldo Lauril Triptose para

o teste presuntivo, o Caldo Verde Brilhante Bile 2% Lactose para o teste confirmativo. Os tubos de ensaio foram incubados em estufa bacteriológica à  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/48\text{horas}$ . As análises de coliformes fecais foram realizadas pela técnica de NMP (Número Mais Provável) em série de três tubos utilizando-se como meio de cultura o Caldo EC (*Escherichia coli*). Os tubos de ensaio foram incubados em banho-maria à  $45^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}/24\text{horas}$  (SILVA et al., 2007).

#### 4.9.4 Método para detecção de *Escherichia coli*

A partir da diluição de  $10^{-1}$  procedeu-se a diluição seriada até a diluição  $10^{-3}$ . Com o auxílio de uma pipeta foi inoculada uma série de três tubos de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) por diluição adicionando 1,0 mL de diluição por tubo com 9,0 mL de LST. Após a incubação por 48 horas a  $35^{\circ}\text{C}$  observou-se se havia crescimento e produção de gás. (SILVA et al., 2007).

#### 4.9.5 Método de Contagem de Bolores e Leveduras em placas

Foram selecionadas três diluições da amostra, e após este processo inoculou-se 0,1mL de cada diluição de Ágar Batata, o inóculo foi então espalhado com alça de Drigalski das placas de maior diluição para menor diluição até que todo excesso de líquido fosse absorvido. Após quinze minutos estas foram incubadas em estufa regulada a  $22^{\circ}\text{C}$  por cinco dias. Para a contagem de colônias e cálculo dos resultados. (SILVA et al., 2007).

#### 4.10 Análise Estatística.

Foi estabelecida uma matriz de correlação entre as análises realizadas em função do tempo utilizando o programa Assistat 7.5. A significância de 0,75 foi adotada para a análise dos resultados.

A análise de regressão foi construída utilizando o programa Assistat 7.5 Beta com os valores de TBA no período de 90 a 180 dias.

## 5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento dos cortes

Os exemplares de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cultivo utilizados no experimento tinham comprimento padrão médio de 40,23 cm e peso médio total de 1,54 kg. O peso médio dos cortes frescos com pele (costela, lombinho e posta) foi de 207g, 292g, 172,5g respectivamente.

Entre as partes comestíveis do pescado, Araujo-lima e Goulding (1998) destacam a importância da costela do tambaqui como grande produto culinário, pois este apresenta grandes costelas e carne macia. O rendimento obtido para o corte de costela foi de 19,64%, maior que o citado por Fernandes et al. (2010) ,onde apresentam um resultado com variação de 17,1 a 17,4%.

O filé é a parte mais aceita pelo consumidor, devido à facilidade ao preparo e por se tratar da parte mais nobre (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998). Neste trabalho, o corte de lombinho apresentou rendimento de 27,70%. Caraciolo et al. (2001), obtiveram rendimento de 26 a 28% , e Fernandes et al. (2010) , obtiveram rendimento com variação de 31,5 a 32,6%.

A posta é uma parte do pescado bastante comercializada (MACEDO-VIEGAS et al., 2000), e o rendimento apresentado foi 16,37%.

O rendimento da parte comestível do pescado representa a divisão do que pode ser aproveitado e direcionado ao processo de diferentes produtos (OLIVEIRA, 2007). O rendimento total dos cortes obtido totalizou 63,71%.

Tabela 1

Comparativo dos valores de rendimento para os cortes de tambaqui obtidos em pesquisas.

PESQUISADORES	COSTELA	LOMBINHO	POSTA
Nesta pesquisa	19,64%	27,70%	16,37%
Caraciolo et al., (2001)	-----	26 a 28%	-----
Fernandes et al., (2010)	17,1 a 17,4%	31,5 a 32,6%	-----

## 5.2 Composição centesimal

Ao analisar os valores de umidade, proteínas, lipídios e cinza, para cada corte, observou-se que não houve grandes variações nos valores determinados, com exceção dos lípidos (Tabela 2).

Tabela 2

Composição Centesimal (média e desvio padrão) dos cortes in natura de tambaqui de cultivo.

CORTES COMPOSIÇÃO (%)	COSTELA	LOMBINHO	POSTA
UMIDADE	71,27 $\pm$ 1,33	77,49 $\pm$ 0,46	77,65 $\pm$ 0,54
LIPÍDIOS	7,69 $\pm$ 0,04	1,59 $\pm$ 0,25	2,18 $\pm$ 0,04
PROTEÍNA	19,80 $\pm$ 0,15	19,63 $\pm$ 0,21	18,85 $\pm$ 0,09
CINZA	1,12 $\pm$ 0,07	1,14 $\pm$ 0,02	1,19 $\pm$ 0,01
NIFEXT*	0,12	0,15	0,13
ENERGIA (kcal)	148,89	93,43	96,54

(\*) Cálculo obtido por diferença.

A variação no teor lipídico, onde o corte de costela apresentou valores mais elevados que os demais cortes estudados, pode aumentar a velocidade de deterioração desse corte, que pode ser maior se comparada aos do lombinho e da posta por se tornar mais susceptível à oxidação.

O quadro 5 mostra os resultados obtidos por Almeida (1998), Andrade (2006) e Paula (2009) para a composição centesimal do músculo de tambaqui procedente de piscicultura.

Quadro 5

Resultados obtidos por diferentes autores para a composição centesimal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, procedente de piscicultura.

PESQUISADOR / ANO	UMIDADE g%	PROTEÍNA g%	LIPÍDIO g%	CINZA g%
Almeida (1998)	74,33%	17,01%	7,60%	0,95%
Andrade (2006)	79,42%	16,74%	2,66%	1,18%
Paula (2009)	74,97%	19,45%	3,79%	1,13%

Os gráficos abaixo demonstram os resultados para composição centesimal obtidos para os cortes de costela, lombinho e posta.

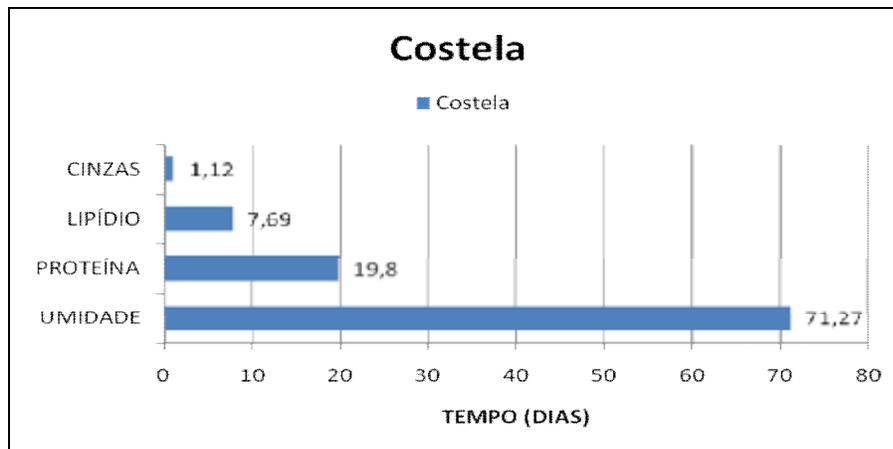


Gráfico 1- Composição centesimal de cortes de costela do tambaqui, de cultivo.

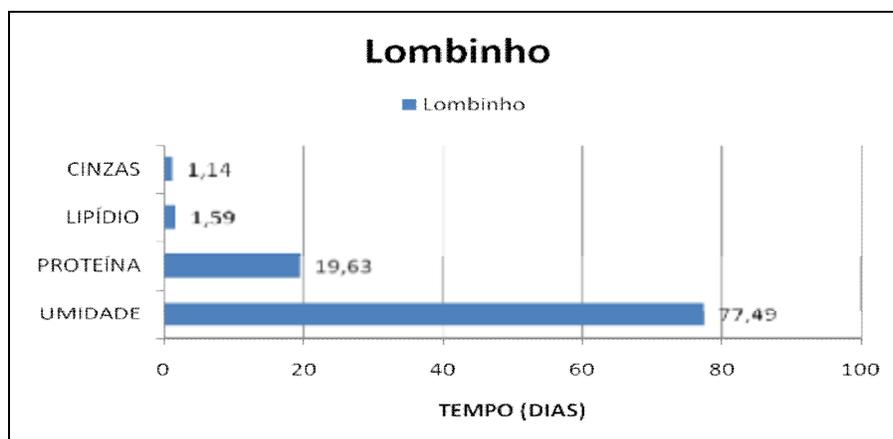


Gráfico 2- Composição centesimal de lombinho do tabaqui, de cultivo.

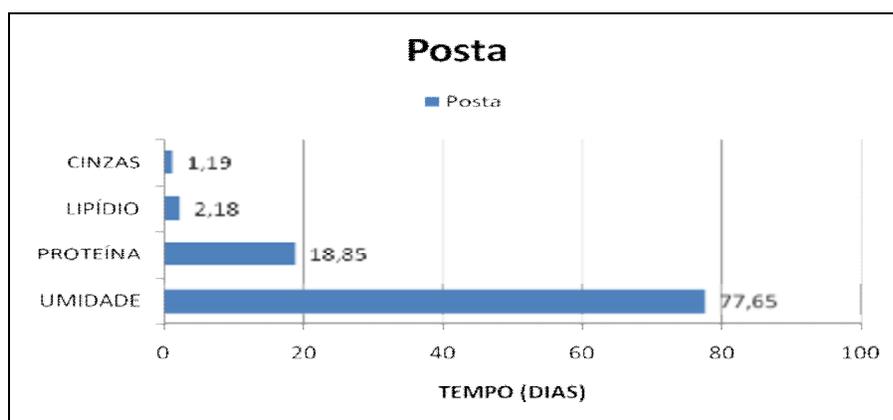


Gráfico 3- Composição centesimal de posta do tabaqui, de cultivo.

A composição centesimal dos cortes de tabaqui nesta pesquisa mostrou resultados que não apresentaram grandes variações se comparados aos trabalhos citados.

Os percentuais que mostraram maiores variações entre os cortes estudados foram os teores de umidade e lipídios como mostram os gráficos 1, 2 e 3. Esse resultado se assemelha ao citado por Bello & Rivas (1992) que ao determinar a composição química do tabaqui cultivado na Venezuela, encontraram para três lotes, com diferentes classes de comprimento variações nos teores de umidade de 73,71 a 81,30%, proteína de 17,42 a 18,11%, lipídios 0,48 a 7,06% e cinza de 1,03 a 1,20%. As variações mais expressivas também foram demonstradas

nos teores de umidade e gordura, provavelmente em decorrência do tipo e qualidade da alimentação administrada aos peixes, bem como da variação do tamanho dos mesmos.

Os peixes podem ser classificados, de acordo com seu percentual lipídico e protéico, em cinco classes segundo Stansby (1962): A (baixo teor de gordura), B (semi-gordo), C (alto teor de gordura), D (baixo teor de gordura e alto teor protéico) e E (baixo teor de gordura e baixo teor protéico). Segundo Almás (1981), considerando o percentual lipídico e o valor energético o pescado pode ser classificado em três classes: magro, semi-gordo e gordo.

De acordo com a Tabela 2, o corte de costela segundo a classificação de Stansby (1962) pode ser considerado peixe de classe “B” (semi-gordo) e os cortes de lombinho e posta como de classe “A” (baixo teor de gordura). Considerando-se a classificação de Almás (1981) os cortes de costela, lombinho e posta classificam-se como pescado semi-gordo. Bello e Rivas (1992) afirmam que à medida que o tambaqui cresce, aumenta o teor de gordura no músculo mudando sua classificação de espécie magra quando jovem para uma espécie gorda quando adulto.

Segundo Arbelaéz-Rojas et al. (2002) a quantidade de gordura influencia positivamente na aceitação pelo mercado consumidor, justificada pelo fato dos lipídios associados aos demais constituintes melhorarem a palatabilidade e conferirem sabor mais agradável à carne, porém podem influenciar negativamente na sua qualidade final devido às mudanças degradativas pós-morte ocorrerem de forma mais rápida em peixes com maiores concentrações lipídicas, fato que pode levar a uma redução no tempo de vida de prateleira, principalmente em decorrências das reações oxidativas durante o armazenamento.

### **5.3 Características sensoriais**

As análises sensoriais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cultivo, sob estocagem congelada durante 180 dias, de acordo com as pontuações obtidas para as

características indicadas (gráfico 4), os valores variaram de 28 pontos (valor máximo) para todos os cortes durante os primeiros trinta dias de armazenamento congelado e 23 pontos (valores mínimos) aos 180 dias de experimento.

Os valores obtidos durante todo o período de estudo mostraram que os cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), permaneceram sempre em qualidade excelente de acordo com Clucas & Ward (1986) (Quadro 4).

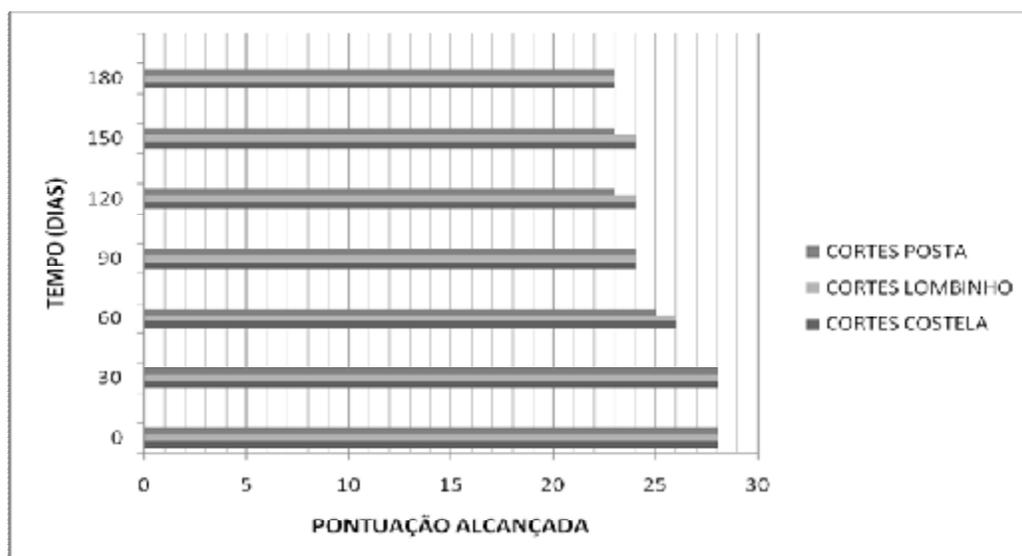


Gráfico 4 - Valores de avaliação sensorial dos itens avaliados e pontuação final obtida ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de costela, lombinho e posta.

Os resultados da avaliação sensorial pôde mostrar (Anexo 1) que os cortes de costela e posta começam a apresentar alterações quanto ao odor aos 60 dias de experimento. Os cortes de lombinho permaneceram sem cheiro. No período compreendido entre 120 e 180 dias, os cortes de lombinho passaram a adquirir odor leve de peixe, e os cortes de costela e posta no mesmo período apresentaram odor notável de peixe.

Outro fator perceptível durante a avaliação sensorial está relacionado à presença de pequenas rachaduras, bem delicadas, apresentadas nos cortes de lombinho aos 180 dias de

experimento. No entanto, os cortes de costela e posta não apresentaram rachaduras durante todo o experimento (Anexo 1).

Um dos fatores que pode explicar o fato do odor não ter se tornado mais pronunciado nos cortes de lombinho talvez se deva ao fato que os cortes de costela e posta apresentaram maior teor de lipídio que os cortes de lombinho, o que os torna mais susceptíveis a reações de oxidação que alteram o odor. Uma segunda hipótese estaria relacionada ao fato de que o congelamento de cortes mais finos, como é o caso do lombinho, se processe de maneira mais rápida e eficaz que os cortes de costela e posta.

Perez et al. (2001) relatam que o pescado não se congela uniformemente devido ao calor que é eliminado primeiramente a partir da superfície. Um filé de 1,0 cm de espessura como é o caso do lombinho congelaria mais rapidamente do que um corte de posta com 1,5 cm de espessura.

#### **5.4 Determinação do pH**

Os valores de pH nos cortes de tambaqui de cultivo, mantidos sob congelamento, mostraram variações crescentes no decorrer dos 180 dias de congelamento, alcançando valores de 6,70 para o corte de costela, 6,68 para o corte de lombinho e 6,66 para o corte de posta.(Gráfico 5)

Andrade (2006) em sua pesquisa com “minced fish” de tambaqui obteve variações crescentes até os 60 dias de estocagem a -20°C onde os valores de pH iniciaram com 6,30 alcançando 6,48 e após esse período houve uma queda nos valores com tendência a estabilidade até os 115 dias de estocagem. Almeida (1998) em sua pesquisa com músculo de tambaqui de cultivo, e conservado em gelo por 49 dias encontrou valores que mostravam variações crescentes de 6,07 a 6,66.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2001) estabelece como limite máximo para ser considerado como pescado fresco pH inferior a 6,8 na carne externa e a 6,5 na carne interna. Oehlenschlager e Sorensen (1997) afirmam que o pH do pescado fresco varia entre 6,6 a 6,8 e a medida que este se deteriora os valores de pH aumentam e podem atingir a 7,2, deste modo consideram que o pH de um peixe fresco é menor que 7. De acordo com os valores médios de pH obtidos nesta pesquisa, os cortes de tambaqui obtiveram classificação de pescado fresco.

No entanto, vale ressaltar que a medida de pH não deve ser utilizada individualmente como índice de frescor, por que pode levar a falsas avaliações, devendo ser acompanhada por análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas para maior segurança.

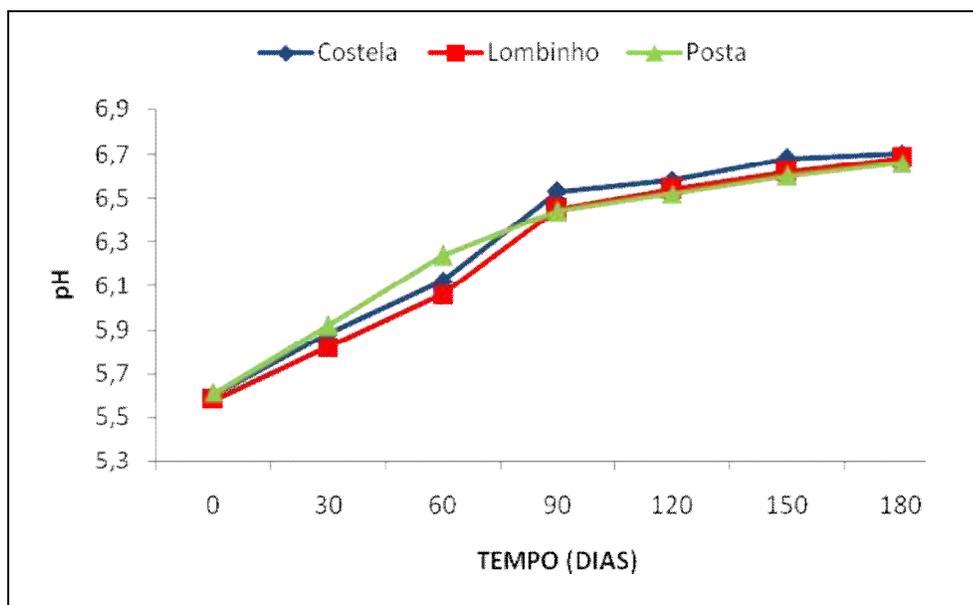


Gráfico 5 - Valores de pH, em cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cultivo, armazenado sob congelamento durante 180 dias.

### 5.5 Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT)

O gráfico 6 mostra os resultados para o N-BVT dos cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cultivo durante 180 dias de estocagem a -25°C onde observa-se a presença de valores crescentes até os 90 dias, seguidos de oscilações decrescentes no período compreendido entre 90 e 150 dias. Após este período observou-se aumento dos valores de N-BVT até o final do experimento não alcançando o limite de 30 mg de N-BVT/100 g .

Jesus (1998) e Andrade (2006) ao analisar a estabilidade de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento obtiveram resultados que mostraram oscilações que foram interpretados como uma redução da atividade microbiana durante a armazenagem sob baixas temperaturas.

Aos 180 dias de estocagem congelada os cortes de costela, lombinho e posta alcançaram valores de 21,84; 19,83; 16,53 mg/100g, respectivamente. Isso mostra que o aumento do N-BVT depende da atividade bacteriana, que em baixas temperaturas encontra-se inibida.

Segundo Ogawa (1999) os resultados de N-BVT em peixes eviscerados e congelados apresentam parâmetros mais adequados, provavelmente devido à diminuição das enzimas do tecido visceral que aceleram a autólise. De acordo com o limite máximo estabelecido por Brasil (2001), os cortes em estudo apresentaram adequada segurança para o consumo durante todo o período de estocagem, tendo em vista os valores máximos de N-BVT obtidos nesta pesquisa para cada corte situarem-se bem abaixo do limite estabelecido.

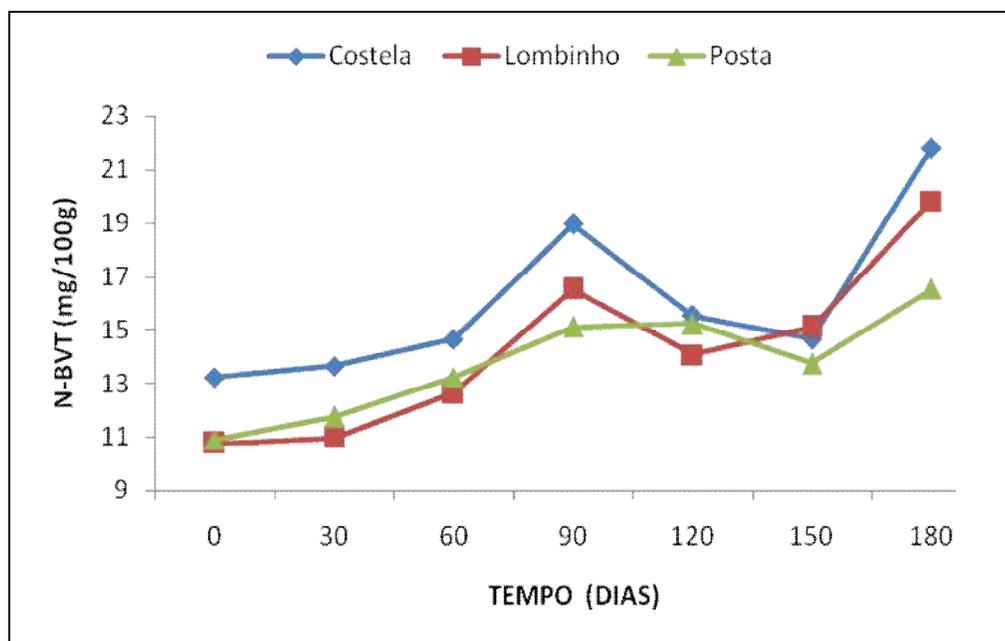


Gráfico 6 - Valores do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) em cortes de tambaqui, *Colossoma macropomum*, de cultivo, armazenados sob congelamento durante 180 dias.

### 5.6 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Os valores de TBARS foram utilizados como indicador do grau de oxidação lipídica, quantificando o malonaldeído, que é um dos principais produtos formados durante o processo oxidativo. Neste estudo, as análises de TBARS foram realizadas a partir do período de 90 dias, tendo em vista a necessidade de obtenção de um maior número de dados que certificasse a qualidade dos cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cultivo armazenado sob congelamento.

O gráfico 7 mostrou que houve tendência de aumento dos valores de TBARS ao longo do tempo de armazenamento, e os maiores valores foram obtidos nos cortes de costela. A composição centesimal mostrou que esse corte apresentou maior teor lipídico que os demais, o que o tornou mais susceptível a oxidação, fato que constitui um entrave para armazenagem por longo período de tempo com adequada qualidade nutricional, organoléptica e microbiológica.

A degradação dos lipídios é um fator limitante da vida de prateleira, e a rancidez constitui uma das mais importantes alterações que ocorrem no alimento durante o armazenamento, é identificada pela degradação do sabor, textura e aroma do produto (GATTA et al., 2000). No período de 90 a 180 dias de experimento os limites mínimos para costela, lombinho e posta foram 1, 566; 0, 954; 1, 114 e máximos de 2, 964; 1, 916, 2, 058 respectivamente, isto confirma a afirmação de Sant'ana e Mancini-Filho (2000) de que somente o abaixamento da temperatura não é suficiente para impedir o processo de desenvolvimento da oxidação lipídica, pois esta reação de deterioração ocorre mesmo durante a estocagem de alimentos congelados, uma vez que o armazenamento congelado não paralisa as reações oxidativas. Para obtenção do aumento do tempo de vida útil de cortes congelados, o armazenamento com embalagem a vácuo tem sido estudado.

Weber (2007) em sua pesquisa analisou entre outros fatores a influencia da embalagem a vácuo sobre a estabilidade lipídica de filés de jundiá crus congelados por 18 meses e observou que os filés avaliados foram considerados aptos para o consumo, tendo em vista o aumento dos valores de TBARS ocorrer ao 12º mês de estocagem congelada, e baseado no índice descrito por Al Kahtani et al. (1996), afirma que os filés de jundiá avaliados poderiam ser considerados aptos para o consumo por mais de 18 meses após o congelamento.

Nesta pesquisa os valores de TBARS para os cortes de tambaqui apresentaram-se abaixo de 3mg malonaldeido/kg mostrando-se em bom estado de conservação, não havendo odor e sabor característicos de ranço até os 180 dias sob estocagem congelada. Certamente que valores menores de TBARS poderiam ter sido obtidos se a embalagem dos mesmos fosse feita a vácuo.

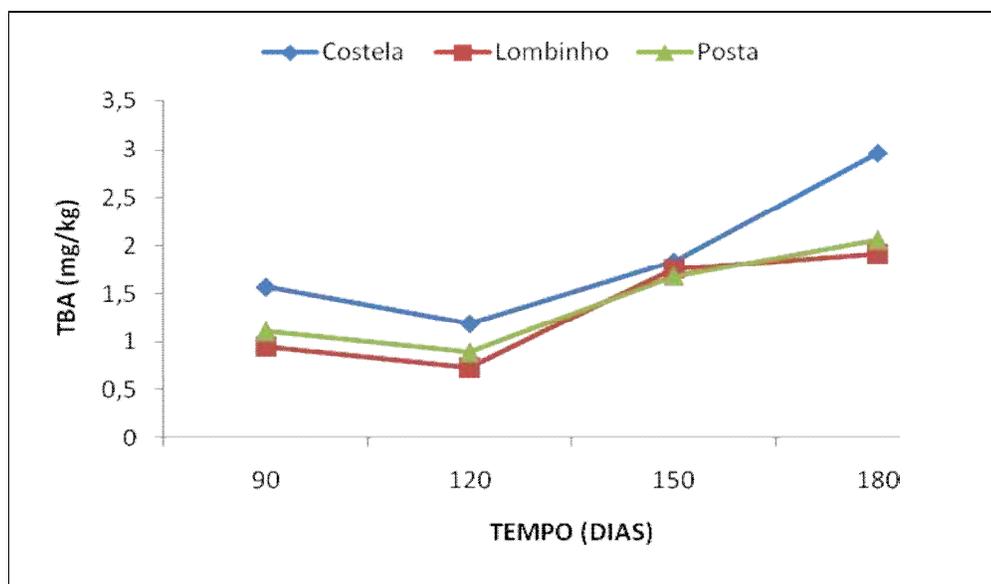


Gráfico 7 - Valores de TBARS (mg/Kg) para cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), de cultivo, durante armazenamento sob congelamento no período entre 90 a 180 dias.

### 5.7 Análises Microbiológicas

Durante os 180 dias de estocagem congelada os cortes (costela, lombinho, posta) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) apresentaram contagem de coliformes totais a 35°C, termotolerantes a 45°C, mesófilos a 35°C, psicrófilos a 7°C e bolores e leveduras com valores relativamente baixos como mostram as Tabelas 3 e 4, não comprometendo a qualidade dos cortes e garantindo que estes apresentavam boa qualidade higiênico-sanitária, de acordo com a legislação (ANVISA, 2001).

O fato do peixe ter sido colocado sob o gelo logo após a colheita enquanto aguardava a higienização e manipulação, pode ter levado a inativação das enzimas proteolíticas do pescado, pois as bactérias deterioradoras sob baixas temperaturas sofrem grande redução exigindo mais tempo para seu desenvolvimento. Segundo Franco & Landgraf (1996) quanto menor for a temperatura, menor será a velocidade das reações bioquímicas ou atividade microbiana, dependendo do tipo de produto e tempo de estocagem.

Tabela 3

Contagem microbiológica de cortes frescos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), de cultivo.

CORTES	COLIFORMES TOTAIS A 35°C (NMP/g)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES A 45°C (NMP/g)	AERÓBIOS MESÓFILOS A 35°C (UFC/g)	AERÓBIOS PSICRÓFILOS A 7°C (UFC/g)	BOLORES E LEVEDURAS (UFC/g)
<b>Costela</b>	2,30 x 10	Ausência	4,90 x 10	Ausência	Ausência
<b>Lombinho</b>	2,30 x 10	Ausência	3,13 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
<b>Posta</b>	2,40 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	1,57 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência

Tabela 4

Contagem microbiológica de cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), de cultivo, após 180 dias de estocagem sob congelamento.

CORTES	COLIFORMES TOTAIS A 35°C (NMP/g)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES A 45°C (NMP/g)	AERÓBIOS MESÓFILOS A 35°C (UFC/g)	AERÓBIOS PSICRÓFILOS A 7°C (UFC/g)	BOLORES E LEVEDURAS (UFC/g)
<b>Costela</b>	1,10 x 10	Ausência	2,40 x 10	Ausência	Ausência
<b>Lombinho</b>	1,30 x 10	Ausência	2,30 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
<b>Posta</b>	1,90 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	1,57 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência

Nesta pesquisa, foram obtidos valores mais elevados para as contagens microbiológicas antes do congelamento para todos os cortes do que ao final do experimento sob estocagem congelada, como mostram as Tabelas 3 e 4. A contagem para *Escherichia coli* mostrou ausência deste microrganismo antes do congelamento e após os 180 dias em estocagem congelada para todos os cortes.

De acordo com o estabelecido pela atual legislação (BRASIL, 2001) para coliformes termotolerantes em pescado *in natura*, resfriado ou congelado, não consumido cru, o resultado das contagens mostrou ausência antes e após a armazenagem sob congelamento por 180 dias, indicando que os cortes analisados apresentavam boas condições higiênicas.

As bactérias mesófilas são também indicadoras da qualidade higiênico-sanitária e de acordo com os resultados obtidos pode-se observar que os valores encontrados estavam abaixo do citado por Lira et al. (2001) e Agnese (2001). Embora a legislação vigente (ANVISA, 2001) não estabeleça padrões para psicrófilos, o resultado das análises mostrou que não houve presença desse grupo de bactérias nos cortes de tambaqui fresco e após 180 dias de estocagem congelada, assim como para bolores e leveduras.

Os valores para contagens microbiológicas antes do congelamento para todos os cortes mostraram um valor decrescente aos 180 dias de estocagem, sendo este um comportamento típico em condições de congelamento. Isto é esperado tendo em vista a baixa temperatura que leva a paralisação do desenvolvimento microbiano. Tais resultados assemelham-se aos obtidos por Jesus (1998) em sua pesquisa com “minced fish” de diferentes espécies amazônicas.

Os resultados obtidos indicam a eficiência do congelamento em reduzir o crescimento dos microrganismos e sua conseqüente deterioração em função do tempo de armazenagem, constituindo-se como uma forma de estender a vida útil do pescado.

### **5.8 Análise estatística**

Os resultados indicados na tabela 05 mostram as correlações entre as análises realizadas nos cortes de tambaqui estocados a  $-25^{\circ}\text{C}$ , durante 180 dias, com nível de significância  $p < 0,05$  para todas as variáveis em função do tempo. Os valores iguais e abaixo de 0,75 foram considerados como não significantes.

Os valores de pH em função do tempo para os cortes de costela, lombinho e posta apresentaram alta correlação, sendo deste modo um bom indicador da qualidade nessas condições de armazenamento.

Os valores de N-BVT dos cortes de lombinho e posta obtiveram boa correlação com o período de estocagem. No entanto, o corte de costela obteve correlação não significante, indicando que este corte apresentou-se mais instável. Isso pode ser explicado pelo seu alto teor lipídico que o torna mais susceptível a oxidação formada durante o período de estocagem.

Observou-se ainda alta correlação entre N-BVT e pH do corte de posta, análise sensorial e N-BVT do corte de lombinho, análise Sensorial e N-BVT do corte de posta. A correlação entre N-BVT e pH do corte de costela permaneceu baixa. A correlação dos valores de N-BVT em função do tempo foi observada por Oliveira (2007) em sua pesquisa com pirarucu de piscicultura estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados, onde o N-BVT somente apresentou correlação significativa com o tempo de estocagem, no entanto ao correlacioná-lo a outros parâmetros este obteve valores não significativos.

Os escores sensoriais para todos os cortes obtiveram alta correlação em função do tempo. A análise de TBA não foi incluída nesta tabela por ter sido iniciada aos 90 dias de estocagem congelada do tambaqui.

Tabela 5

Matriz de correlação entre as variáveis analisadas,  $p < 0,05$ .

	<b>Tempo</b>	<b>pH Costela</b>	<b>pH Lombinho</b>	<b>pH Posta</b>	<b>N-BVT Costela</b>	<b>N-BVT Lombinho</b>	<b>N-BVT Posta</b>	<b>Sens. Costela</b>	<b>Sens. Lombinho</b>	<b>Sens. Posta</b>
<b>Tempo</b>	1,00									
<b>pH Costela</b>	0,95	1,00								
<b>pH Lombinho</b>	0,96	1,00	1,00							
<b>pH Posta</b>	0,95	0,99	0,99	1,00						
<b>N-BVT Costela</b>	NS	NS	NS	NS	1,00					
<b>N-BVT Lombinho</b>	0,88	0,85	0,86	0,83	0,94	1,00				
<b>N-BVT Posta</b>	0,88	0,91	0,92	0,91	0,86	0,92	1,00			
<b>Sens. Costela</b>	-0,94	-0,97	-0,98	-0,96	-0,76	-0,90	-0,95	1,00		
<b>Sens. Lombinho</b>	-0,94	-0,97	-0,98	-0,96	-0,76	-0,90	-0,95	1,00	1,00	
<b>Sens. Posta</b>	-0,92	-0,97	-0,97	-0,97	NS	-0,90	-0,97	0,97	0,97	1,00

\*Sens = Análise sensorial, NS = Não significante.

Os valores de TBA foram submetidos a uma regressão como mostra o Gráfico 8. Os valores de  $R^2$  para os cortes de costela, lombinho e posta foram iguais a um o que indica que houve ótima correlação em função do tempo..

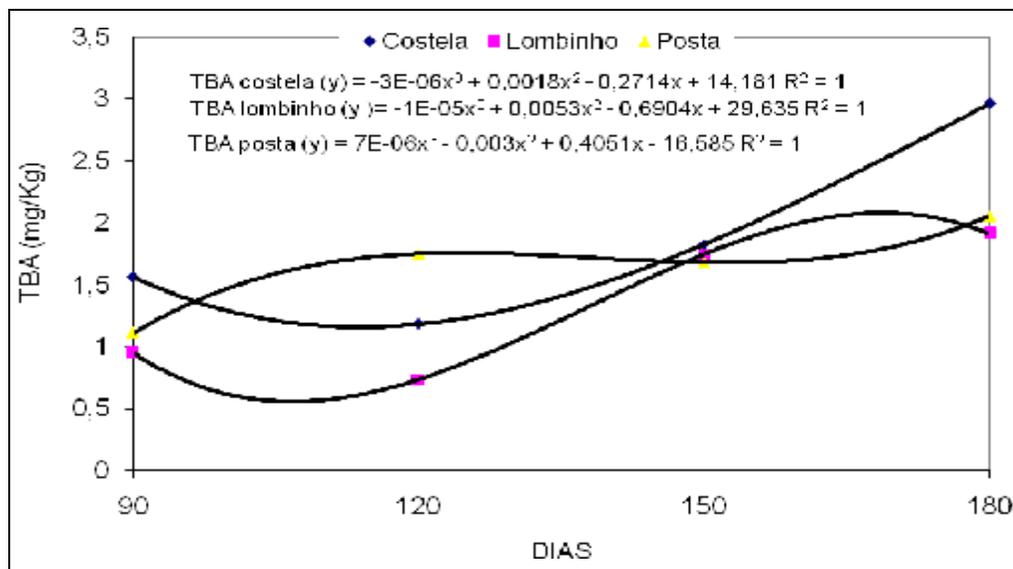


Gráfico 8 – Resultado da análise de regressão para os valores de TBARS (mg/kg) em cortes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), de cultivo, armazenado sob congelamento no período entre 90 a 180 dias.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- Os cortes de costela foram classificados como peixe de classe “B” (semi-gordo), os cortes de posta e lombinho como classe “A” (baixo teor de gordura) conforme Stansby (1962), ao considerar o percentual lipídico e protéico.
- Os cortes de costela, lombinho e posta foram classificados como pescado semi-gordo segundo Almás (1981), ao considerar o percentual lipídico e valor energético.
- As variações mais expressivas relacionadas à composição centesimal ocorreram nas concentrações de umidade e lipídios, tendo o corte de costela apresentado maior teor de lipídios em relação aos cortes de lombinho e posta.
- A avaliação sensorial do tambaqui mostrou durante todo o período de armazenagem sob congelamento que os cortes analisados permaneceram em qualidade excelente.
- Os valores do pH, das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) revelaram-se como bons índices de avaliação do frescor.
- A avaliação microbiológica mostrou que o armazenamento sob congelamento reduziu o crescimento dos microorganismos em função do tempo, nessas condições de armazenagem.

- Os cuidados com a higiene e a manutenção da cadeia do frio que antecedeu a manipulação do tambaqui, aliado ao congelamento sem variação de temperatura possibilitaram a obtenção de cortes sob adequadas condições de qualidade para o consumo durante os 180 dias de estocagem, comprovando a eficiência do congelamento em diminuir a velocidade das reações químicas e enzimáticas, paralisar o desenvolvimento microbiano, retardar o processo de deterioração, e estender a vida útil por longo período, tornando-os potenciais para comercialização e exportação.

- O corte de costela mostrou-se menos estável a oxidação, tendo em vista sua elevada concentração de lipídios, limitando seu tempo de armazenamento quando comparado aos cortes de posta e lombinho. Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas nas mesmas condições utilizando embalagem a vácuo ou com atmosfera modificada, onde se espera a obtenção de maior tempo de vida útil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. G. **Qualidade dos “minced fish” de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) e matrinxã (*Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1819) procedentes de piscicultura**. Manaus: UFAM, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Amazonas, 2006.

AGNESE, A. P.; OLIVEIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 88, p. 67-70, 2001.

AGUSTINI, T. W.; SUZUKI, T.; HAGIWARA, T.; ISHIZAKI, S.; TANAKA, M.; TAKAI, R. Change of K value and water state of yellowfin tuna *Thunnus albacares* meat stored in a wide temperature range (20°C to -84°C). **Fisheries Science**. Japan, v. 67, p. 306-313, 2001.

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TAK BOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of food Science**, v.61, n.4, p.729-733, 1996.

ALMÁS, K. A. Chemical and Microbiology of fish and fish processing. **Section of Fish Biochemistry**. Department of Biochemistry. Norwegian Institute of Technology. Norway, University of Thronthein. 123p, 1981.

ALMEIDA, N. M. **Alterações post-mortem em *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818), procedentes da piscicultura e conservados em gelo**. Manaus: UA, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia, Universidade do Amazonas, Manaus, 1998.

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M. C.; VAL, A. L.; LESSI, E. Determinação do índice de *rigor-mortis* e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em Tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. **Ciência Rural**. v. 35, n. 3, p. 698-704, 2005.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. M. **Os frutos do tambaqui: Ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: MCT-CNPq, 186p, 1998.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos. Teoria e Prática**. 2 Ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 416p, 2001.

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. 3, n. 31, p. 1059-1069, 2002.

AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; SUSSEL, F. R. **Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas.** 2007. Disponível em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/piscicultua\\_paranapanema.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/piscicultua_paranapanema.pdf). Acesso em 27 Jun. 2010.

BARBOSA, J. A. **Características comportamentais do consumidor de peixe no mercado de Belém.** Boletim Técnico Científico do CEPNOR. Belém-PA, p. 115-133, 2006.

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

BATISTA, V. S.; ISSAC, V. J. e VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. **ProVárzea**. Manaus, IBAMA, p. 63-152, 2004.

BATISTA, G. M. **Alterações Bioquímicas post-mortem de matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1969) procedentes da piscicultura, mantidos em gelo.** Manaus: UFAM, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.

BELLO, R. A.; RIVAS, W. G. Evaluacion y aproveitamento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**. FAO, Italy, México, D.F, n. 2, out. 1992.

BOYD, N. S; WILSON, N. D; JERRETT A. R; HALL, B. I. Effects of brain destruction on post harvest muscle metabolism in the fish kahawai (*Arripis trutta*). **Journal of food Science**. v. 53, fasc. 01, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA. **Pescados e derivados**, C.7, Brasília, 2001. Disponível em: [www.agricultura.gov.br/sda.2010](http://www.agricultura.gov.br/sda.2010). Acesso em 10 de Jul. 2010.

BRASIL. Ministério da saúde. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. D. O. U. **Diário Oficial da União**; Brasília, 04 de Janeiro de 2001. Disponível no site: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acessado em 15 Jul. 2010.

BYKOWSKY, P.; DUTKIEWICZ, D. Freshwater fish processing and equipment in small plant. **FAO Fisheries Report.**, Rome, v. 8, n. 90, p. 69-72, 1996.

CARACIOLO, M. S. B.; KRUGER, S. R.; COSTA, F. J. C. B. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne de tambaqui. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 67, p. 25-29, 2001.

CARDOSO, N. L. C.; BORGES, M. C. D. P.; SERAFINI, A. B. Avaliação microbiológica de carne de peixe comercializada em supermercado da cidade de Goiânia – GO. **Revista Higiene Alimentar**, v. 9, n. 17, p. 81-87, 2003.

CARNEIRO, P.; MIKOS, J. D.; BENDHACK, F. Processamento: O Jundiá como Matéria – Prima. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 78, p. 17–21, 2003.

CERDEIRA, R. G. P.; RUFFINO, M. L. e ISAAC, V. J. "Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do lago grande de Monte Alegre, PA. Brasil". **Acta Amazonica**, v.27, n.3, p. 213-228, 1997.

CLUCAS, J. J; WARD, A. R. **Post-harvest fisheries development: A guid to handling, preservation, processing and quality**. Ed. Natural Resources Institute. Chatham Maritime. United Kingdom. 443P, 1986.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Código de práticas para el pescado ahumado. **Circular FAO de pesca**. C 451, 30p. 2008.

Federação dos pescadores do Amazonas e Roraima - FEPESCA. Perfil Econômico do Setor Pesqueiro do Estado do Amazonas. **Provárzea** Manaus: IBAMA, 2002.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentados com rações comerciais. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.36, n. 1, p. 45- 52, 2010. Disponível em: [ftp.sp.gov.br/ftppesca/36\\_1\\_45-52.pdf](ftp.sp.gov.br/ftppesca/36_1_45-52.pdf). Acesso em 19 Ago.2010.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182p. 1996.

FRITSCH, J. **A hora e a vez do peixe**. 2004. Disponível em: <http://www.higienealimentar.com.br>. Acesso em 17 Ago, 2009.

GATTA, P. P.; PIRINI, M.; TESTI, S.; VIGNOLI, G.; MONETTI, P. G. The influence of different levels of dietary vitamin E in sea bass *dicentrarchus labrax* flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.47-52, 2000.

GONÇALVES, J. S. Dinâmica da agropecuária paulista no contexto das transformações de sua agricultura. Informações econômicas, **Coleção Meio Ambiente**, v. 15, n.12, 2005.

GOMES, J. C. **Análises de Alimentos**. 1 ed. Universidade Federal de Viçosa-MG, 152p, 2003.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P.; Lage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon flood plain lake. **Aquaculture**, v. 253, p. 374-384, 2006.

GRAEF, E. W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: VAL. A. L; HONCZY, A. **Criando peixe na Amazônia**. 19ªed. Manaus: INPA, 1995.

GUERREIRO, H. L. Conservação de pescado e fabricação de gelo. **RETETEC-Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**. SRT-Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. n. 25. p. 1-4, 2005.

GUIMARÃES, J. L. Conservação pelo frio – refrigeração e congelamento de pescado. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 74, p. 37-40, 2000.

HUSS, H. H. El pescado fresco: su calidad y câmbios de calidad. **Manual de capacitación preparado por el programa de capacitación FAO/DANIDA en Tecnología pesquera y control de calidad** Colección FAO Doc. Tec. de pesca, Roma. n. 348, 202p, 1988.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Projeto IARA - Administração dos recursos pesqueiros na região do médio Amazonas. **IBAMA. Coleção Meio Ambiente**. Série estudos de pesca, V. 15, 100p, 1995.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Estatística de pesca 2006 / 2008**. Brasília: IBAMA/ 2008. 181p, 2008. Disponível em: [www.cpaa.embrapa.br/](http://www.cpaa.embrapa.br/). Acesso em 22 Jan. 2010

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Estatística de pesca-2008. Brasil: grandes regiões e unidades da Federação**. Brasília: IBAMA/2008. 174p, 2008. Disponível em: [www.cpaa.embrapa.br/](http://www.cpaa.embrapa.br/). Acesso em 22 Jan. 2010

IGLÉCIAS, W. O empresariado do agronegócio no Brasil: Ação coletiva e formas de atuação política. As batalhas da OMC. **Revista de sociologia e política**, v. 28, p. 75-97, 2007.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A . S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**, (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32), 94p, 2004.

JESUS, R. S. **Qualidade do Jaraqui (*Semaprochilodus ssp.*) mantido em gelo e comercializado na cidade de Manaus**. Manaus: UA, 1989. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Instituto de Pesquisas da Amazônia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1989.

JESUS, R. S; FALCÃO, P. T; CARVALHO, N. L. A; CASTELO, F. P; CARNEIRO, A. R. X. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas. In: VAL, A. L; FIGLICIOLO, R; FELDBERG, E. **Técnicas para a conservação e industrialização do pescado na Amazônia**. Manaus: INPA, v. 01, p. 417-440, 1991.

JESUS, R. S. **Estabilidade de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento**. São Paulo: USP, 1998. Dissertação (Doutorado em ciência de alimentos), Universidade de São Paulo, 1998.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 82, p. 27-29, 2004.

LIRA, G. M.; PEREIRA, W. D.; ATHAYDE, A. H. Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió – AL. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.84, p. 67-74, Maio, 2001.

LOVE, M. R. Biochemical dynamics and quality of fresh and frozen fish. In: George M. Hall (editor). **Fish processing technology**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1992.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SCORVO, C. M. D. F.; VIDOTTI, R. M.; SECCO, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, n. 22, v. 3, p. 725-728, 2000.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R.; ZUANON, J. A. S.; FARIA, R. H. S. Rendimento e composição centesimal de filés *in natura* e pré-cozido em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaum). **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, n. 24, v. 4, p. 1191-1195, 2002.

MORONI, F. T. **Alterações *posmortem* do músculo do Acarí-bodó, *Lipossarcus paradalis* (Castelnau, 1835) conservado em gelo ou congelado e seu aproveitamento tecnológico.** Manaus: UFAM, 2005. Tese (Doutorado em Biologia de água doce e pesca), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2005.

NEIVA, C. R. P. Valor Agregado e Qualidade do Pescado. **Simpósio de Controle do Pescado: Qualidade e Sustentabilidade.** Março, 2005. São Paulo. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/cristiane.pdf>. Acesso em 10 Ago.2009.

NORT, E. Importância do controle físico na qualidade do pescado. **Acta Amazônica.** Manaus, v.19, n.3, p. 17-41, 1998.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação do tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 41, n. 1, p. 139-143. 2006.

OEHLenschLAGER, J.; SORENSEN, N. K. Criteria of fish freshness and quality aspects. In: **The final meeting of the concerted action-evaluation of fish freshness.** Sidney: Sioli. 1997.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado.** Guaíba. Livraria e editora Agropecuária, 2002.

OETTERER, M. Tecnologias emergentes para o processamento do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt. 2004.

OGAWA, M; OGAWA, N. B; Alterações do pescado *post-mortem*. In: OGAWA M; MAIA, E. L. **Manual de Pesca.** São Paulo: Varela, 1999.

OLIVEIRA, E. R. N. **Deterioração do frescor.** Qualidade do Pescado. São Paulo: Toledo, 2004.

OLIVEIRA, P. R. **Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados.** Manaus: INPA/UFAM, 2007. Tese (Doutorado em Biologia de água doce e pesca), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2007.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer.** 1ªed. Brasília, 276p, 2008.

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

PEREZ, M. et al. **Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre los cambios post-mortem y frescura em híbridos de cachama (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) cultivados.** Anales venezuelanos de Nutrición, v. 14, n. 2, p. 53-59, 2001.

PORTO, M. S. A. **Indicadores de estresse em peixes da Amazônia: sensibilidade em face do tipo de estressor.** Manaus: UFAM, 2005. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2005.

RUFFINO, M. L.; BARTHEM, R. B.; FISCHER, C. F. A. Recursos pesqueiros do médio Amazonas: Biologia e Estatística pesqueira. **Perspectivas do manejo dos bagres migradores na Amazônia.** Brasília: IBAMA. Coleção Meio Ambiente. n. 22, p. 250, 2000.

SAITO, T.; ARAI, K.; MATSUYOSHI, M. A new method for estimating the freshness of fish. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.** v. 24, n. 9, p. 749-750, 1959.

SANCHES, C. L. **Pescado, matéria-prima e processamento.** Campinas: Fundação Cargill, p. 19-26. 1989.

SANT'ANA L. S.; MANCINI-FILHO, J. Influence of addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. **Food Chemistry**, v. 68, p. 175-178, 2000.

SÃO PAULO, Secretaria de Saúde. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. 8º ed., v. 1, São Paulo, 2009.

SILVA, N. **Testes Bioquímicos para Identificação de Bactérias em Alimentos.** Campinas: Instituto de Tecnologia em Alimentos, 1996.

SILVA, N. JUNQUEIRA, V; SILVEIRA, N; TANIWAKI, M; SANTOS, R; GOMES, R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela, 2007

SIQUEIRA, A. A. Z. C. Efeitos de irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 41, v. 1, p. 139-143, 2001.

SOUZA, V. L.; URBINATT, E. C.; MARTINS, I. E. G.; SILVA, P. C. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista brasileira de zootecnia**, v.32, n. 1, p. 19-28, 2003.

SPERS, E. E. Qualidade e segurança em alimentos. In: **Economia e gestão de negócios.** São Paulo: Pioneira, 2004.

STANSBY, M. E. **Proximate composition of fish.** In: HEE, E.; KREUEER, R. Fish in Nutrition. London, Fishing News ( Books ) Ltda., 447p. 1962.

Superintendência da zona Franca de Manaus – SUFRAMA. Relatório elaborado pela Câmara Setorial da Agroindústria da zona Franca de Manaus. **Programa de desenvolvimento setorial e tecnológico.** Manaus, AM, 80p. 2000.

Superintendência da zona Franca de Manaus – SUFRAMA. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Potencialidades- Estudo da Viabilidade Econômica**. v. 8 – Piscicultura, 2005.

VIEIRA, R. H. S. F. et al. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do pescado: Teoria e Prática**. São Paulo: Varela. 380p, 2004.

WEBER, J. **Estabilidade lipídica de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Santa Maria: UFSM, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Disponível em [www.pdfactory.com](http://www.pdfactory.com). Acessado em 02 de Jul, 2010.

WOOTLON, M.; CHUAH, S. H. The use of sea mullet (*Mugil cephalus*) in the production of cold marinades. **Food Technol. In Australia**. Sidney, v. 33, n. 8, p. 392-397, 1981.

WYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

## ANEXOS

DATA	ITENS AVALIADOS							
	CHEIRO	COR	TRANSP.	MUCO	TEXTURA	DANOS	RACHADURAS	TOTAL
<b>27/01</b> (0 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/02</b> (30 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/03</b> (60 dias)	03	03	03	04	04	04	04	25
<b>27/04</b> (90 dias)	03	03	03	04	03	04	04	24
<b>27/05</b> (120 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23
<b>27/06</b> (150 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23
<b>27/07</b> (180 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23

Anexo 01: Valores de avaliação sensorial para cada ítem ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de costela.

DATA	ITENS AVALIADOS							
	CHEIRO	COR	TRANSP.	MUCO	TEXTURA	DANOS	RACHADURAS	TOTAL
<b>27/01</b> (0 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/02</b> (30 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/03</b> (60 dias)	04	03	03	04	04	04	04	26
<b>27/04</b> (90 dias)	03	03	03	04	03	04	04	24
<b>27/05</b> (120 dias)	03	03	03	04	03	04	04	24
<b>27/06</b> (150 dias)	03	03	03	04	03	04	04	24
<b>27/07</b> (180 dias)	03	03	03	04	03	04	03	23

Anexo 02: Valores de avaliação sensorial para cada ítem ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de lombinho.

DATA	ITENS AVALIADOS							TOTAL
	CHEIRO	COR	TRANSP.	MUCO	TEXTURA	DANOS	RACHADURAS	
<b>27/01</b> (0 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/02</b> (30 dias)	04	04	04	04	04	04	04	28
<b>27/03</b> (60 dias)	03	03	03	04	04	04	04	25
<b>27/04</b> (90 dias)	03	03	03	04	03	04	04	24
<b>27/05</b> (120 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23
<b>27/06</b> (150 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23
<b>27/07</b> (180 dias)	02	03	03	04	03	04	04	23

Anexo 03: Valores de avaliação sensorial para cada ítem ao longo do período de 180 dias sob congelamento para o corte de posta.