



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SOCIAIS E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

**GLEYCIANE DE FATIMA PEREIRA**

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO NA QUALIDADE DA  
CARNE DA TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*)**

Pinheiro

2022

**GLEYCIANE DE FATIMA PEREIRA**



**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO NA QUALIDADE DA CARNE DA TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra Adriana Cristina Bordignon

Pinheiro

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Gleyciane de Fatima.  
INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO NA QUALIDADE  
DA CARNE DA TAMBATINGA Colossoma Macropomun x Piaractus  
Brachypomus / Gleyciane de Fatima Pereira. - 2022.  
24 f.

Orientador(a): Adriana Cristina Bordignon.  
Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do  
Maranhão, Pinheiro, 2022.

1. Oxidação lipídica. 2. Perdas por cozimento. 3.  
Perdas por gotejamento. I. Bordignon, Adriana Cristina.  
II. Título.

**GLEYCIANE DE FATIMA PEREIRA**

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO NA QUALIDADE DA  
CARNE DA TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovado em 08/07/2022

**BANCA EXAMINADORA**

*Adriana Cristina Bordignon*

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra Adriana Cristina Bordignon** (Orientadora)  
Doutora em Aquicultura  
UFMA/Campus Pinheiro

*Priscila*

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Priscila Bernardes Silva**  
Doutora em Engenharia Química  
UFMA/Campus Pinheiro

*Christian H.C. Flaker*

---

**Prof. Dr. Christian Humberto Caicedo Flaker**  
Doutor em Engenharia de Alimentos  
UEMA/ Campus São Bento

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, venho agradecer a Deus, por me conceder o dom da vida e por me dar forças para nunca desistir dos meus sonhos.

À minha família por acreditarem no meu potencial, em especial a minha mãe, Flor de Maria que sempre me apoia, quando o assunto é meus estudos e contribuiu diretamente para minha formação.

À minha irmã, Gleycejane Pereira, por toda ajuda, por cada palavra e incentivo. Além de sempre acreditar em mim.

À minha orientadora, Adriana Cristina Bordignon, por toda contribuição no meu processo dentro da universidade, pelo acolhimento no LATEPPE, paciência e confiança.

A todos os integrantes do Grupo de Estudo em Tecnologia e Processamento do pescado, Nathalia Lobato, Leudiane, Luana, Haeliton, Francielly e Cleudiane por toda a ajuda.

Nathalia Sarges, Ronaldo Pimentel, Gessy Conde, Hellen, Danilo Pereira, Edilson Lima e os técnicos do curso de Engenharia de Pesca, que se disponibilizaram a ajudar nos procedimentos experimentais e também pela ajuda no desenvolvimento do TCC.

Ao Professor, Christian Flaker, por toda contribuição na pesquisa, desde as análises experimentais como nas análises estatísticas.

À Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia, por contribuir com na minha formação;

À FAPEMA, pelo auxílio financeiro para realização dessa pesquisa.

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente nessa etapa da minha vida.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo, avaliar a influência dos métodos de insensibilização por percussão craniana e secção da medula, sobre a qualidade da carne da tambatinga (*Colossoma Macropomum* x *Piaractus Brachypomus*) através de parâmetros físico-químicos. Foram utilizados 60 peixes estocados vivos em caixas d'água com capacidade de 500L, acondicionados 15 peixes por caixa. A oxigenação era constante e renovação de água parcial a cada 4 horas, os peixes permaneceram nessas condições durante 24h em jejum. Foi realizada a verificação dos parâmetros de qualidade da água nas caixas d'água para verificação do oxigênio dissolvido, amônia e pH. Na sequência, os peixes foram submetidos à insensibilização, através dos métodos de percussão craniana (PC) e secção da medula (SM) e posteriormente a sangria. Após constatada a morte os peixes, foram pesados, medidos e identificados. Os peixes apresentaram peso médio  $1.381 \pm 436,30\text{g}$  e comprimento total  $41,63 \pm 3,87\text{ cm}$ . Para as análises foram retiradas 3 amostras do filé de três peixes nos seguintes pontos amostrais: 0, 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 480 e 600 horas de estocagem em gelo, para avaliar da Capacidade de Retenção de Água (CRA), perdas por cocção, perdas por gotejamento e oxidação lipídica. Para a análise estatística, foi utilizado análise de variância (ANOVA) através do PROC GLM do software computacional "Statistical Analysis System". Os resultados encontrados não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os dois métodos aplicados. O valor de CRA no tratamento PC em 0h foi de 74% e houve uma redução em 48h para 67,3%. Para a análise de perdas por cocção, ambos os tratamentos demonstraram menores perdas de água no tempo de 600 horas. As perdas por gotejamento no tratamento SM em 0h foi 5,06% demonstrando a menor perda em 216h de 0,65%. Para a oxidação lipídica, os valores sofreram oscilações, entretanto não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os métodos de insensibilização mostraram-se eficientes, quanto às características físicas e químicas analisadas, demonstrando que houve boa conservação dos peixes armazenados em gelo a 4°C por 25 dias.

Palavras-chave: Perdas por cozimento. Oxidação lipídica. Perdas por gotejamento.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of stunning methods, cranial percussion and spinal cord section, on the meat quality of tambatinga (*Colossoma Macropomum x Piaractus Brachypomus*) through physicochemical parameters. Sixty fish stored alive in water tanks with a capacity of 500L were used, with 15 fish per box. Oxygenation was constant and partial water renewal every 4 hours, the fish remained under these conditions for 24 hours fasting. The water quality parameters were checked in the water tanks to check dissolved oxygen, ammonia and pH. Subsequently, the fish were subjected to stunning, through the methods of cranial percussion (PC) and spinal cord section (SM) and subsequently bleeding. After death, the fish were weighed, measured and identified. The fish presented an average weight of  $1.381 \pm 436.30\text{g}$  and a total length of  $41.63 \pm 3.87\text{ cm}$ . For the analysis, 3 samples were taken from three fish fillets at the following sampling points: 0, 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 480 and 600 hours of storage in ice, to evaluate the water-holding capacity (CRA), cooking loss, dripping loss and lipid oxidation. For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) was used through the PROC GLM of the computer software "Statistical Analysis System". The results found between the two applied methods did not show significant differences ( $p < 0.05$ ). There was a reduction in the percentage of CRA in the treatment PC from 74% at 0h to 67.3% at 48h. For the analysis of cooking loss, both treatments showed lower water losses at 600 hours. The dripping loss showed the lowest value (0.65%) at 216h for SM treatment. For lipid oxidation, the values fluctuated, however there were no significant differences between treatments. The stunning methods proved to be efficient, regarding the physical and chemical characteristics analyzed, demonstrating that there was good conservation of the fish stored in ice at 4°C for 25 days.

Keywords: Cooking loss. Lipid oxidation. Drip loss.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 10 |
| <b>2. Objetivo Geral</b> .....   | 12 |
| <b>2.1 Objetivo Específicos</b> .....  | 12 |
| <b>3. METODOLOGIA</b> .....  | 12 |
| <b>3.1 Obtenção dos peixes</b> .....   | 12 |
| <b>3.2 Procedimentos de Insensibilização e abate</b> .....                                 | 12 |
| <b>3.3 Procedimento experimental</b> .....   | 13 |
| <b>3.4 Capacidade de retenção de água (CRA)</b> .....                                      | 13 |
| <b>3.5 Perdas por cocção (<i>cooking loss</i>)</b> .....                                   | 13 |
| <b>3.6 Perdas por gotejamento (<i>dripping loss</i>)</b> .....                             | 13 |
| <b>3.7. Oxidação lipídica</b> .....  | 13 |
| <b>3.8 Análise Estatística</b> .....   | 14 |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 14 |
| <b>4.1 Qualidade de água</b> .....   | 14 |
| <b>4.2 Capacidade de retenção de água; Perdas por cocção; Perdas por gotejamento</b> ..... | 15 |
| <b>4.3 Oxidação lipídica</b> .....   | 18 |
| <b>6 FINANCIAMENTO</b> .....   | 20 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 20 |

## INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO NA QUALIDADE DA CARNE DA TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*)

Gleyciane de Fatima Pereira\*\*  
Adriana Cristina Bordignon

### RESUMO

Nesta pesquisa foram utilizados dois métodos de insensibilização, a percussão craniana (PC) e a secção da medula (SM), com a finalidade de avaliar seus efeitos sobre a qualidade da carne da tambatinga. Foram adquiridos de uma piscicultura local, 60 exemplares de peixes apresentando peso médio  $1.381 \pm 436,30\text{g}$  e comprimento total médio  $41,63 \pm 3,87\text{ cm}$ . Os mesmos foram submetidos à insensibilização e posteriormente a sangria. Os peixes ficaram alojados em caixas de isopor com gelo. Foram retiradas amostras de três peixes em cada ponto amostral de 0, 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 480 e 600 horas para avaliação de Capacidade de Retenção de Água (CRA), perdas por cocção, perdas por gotejamento e oxidação lipídica. Os resultados encontrados não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), comparando os tratamentos. O valor de CRA no tratamento PC em 0h foi de 74% e houve uma redução em 48h para 67,3%. Para a análise de perdas por cocção, ambos os tratamentos demonstraram menores perdas de água no tempo de 600 horas. Nas perdas por gotejamento, a menor perda encontrada foi de 0,65% a 216h, no tratamento SM. Para a oxidação lipídica, os valores sofreram oscilações, entretanto não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os métodos de insensibilização mostraram-se eficientes quanto à conservação, considerando as características físicas e química analisadas.

Palavras-chave: Perdas por cozimento. Oxidação lipídica. Perdas por gotejamento.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura refere-se à produção de organismos aquáticos, tais como, peixes, moluscos, algas, crustáceos, anfíbios e répteis, (SIQUEIRA, 2017). De acordo com a FAO (2022) a aquicultura, em nível mundial, produziu 82,1 milhões de toneladas, a produção de pescado atingiu 46,0% entre os anos de 2016 a 2018. O que torna essa atividade com alto potencial para escoamento de produtos de origem animal (SANTOS, 2013). No Brasil, dentre as espécies de peixes cultivados, destaca-se a tambatinga (*Colossoma Macropomum x Piaractus Brachypomus*), é um peixe híbrido, fruto do cruzamento entre a fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o macho da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (GOMES; SIMÕES; ARAÚJO-LIMA, 2018).

Com o aumento da produção aquícola, torna-se evidente o aumento do consumo de pescado em nível global, isso acontece devido a essa proteína animal, apresentar um alto valor nutricional. O pescado é uma das principais fontes de proteína além de apresentar uma elevada digestibilidade e altos teores de ácidos graxos poliinsaturados (ORDÓÑEZ, 2005).

Visto que a produção tem ocorrido um crescimento e isso está relacionado ao aumento no consumo, e com consequência, o consumidor tem se tornado mais exigente ao escolher um produto ou serviço, isso está atrelado à consciência da importância da qualidade, segurança alimentar e bem-estar animal durante toda a produção. Assuntos relacionados ao bem-estar animal baseado na cadeia produtiva de peixes, encontram-se em seus passos iniciais, devido à falta de conhecimento por parte dos consumidores, produtores e legislação vigente. Essa falta de informação não se restringe apenas no Brasil, mas também em outros países (PEDRAZZANI, MOLENTO, et al., 2007).

Tendo em vista o aumento do consumo e a exigência do consumidor perante a escolha do produto, vale ressaltar que apesar das características nutricionais marcantes que o pescado apresenta, o mesmo é um alimento que apresenta maior probabilidade de deterioração, devido apresentar pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos, alta quantidade de nutrientes que facilita a ação pelos microrganismos e rápida atuação destrutiva das enzimas presentes nos tecidos e nas suas vísceras (SOARES; GONÇALVES, 2012). Um dos precursores que podem causar interferências diretamente na qualidade da carne do pescado, são os métodos de insensibilização ou atordoamento, que consiste numa prática que proporciona um estado de insensibilidade do animal e reduz suas funções vitais até o momento da sangria.

O atordoamento por percussão craniana, considerado um método de insensibilização, consiste na aplicação de um golpe na cabeça do animal, aplicado de forma eficiente, podendo causar interrupção permanente dos processos neurais. É um método recomendado para ser utilizado em peixes maiores e apresenta baixo custo, além de não promover perda na qualidade da carne.

Entrevistas realizadas na 4ª festa do peixe no município de Araucária com os feirantes, mostraram que apenas 8% dos entrevistados fazem uso da percussão craniana. O método que apresentou o maior resultado foi a decapitação, apresentando 30% (PEDRAZZANI et al., 2008). Outro método que se destaca é a secção de medula espinhal, sendo considerado um método que causa menos sofrimento, devido promover uma insensibilização mais rápida dos peixes (PEDRAZZANI, MOLENTO, et al., 2007). Para realização desse método, é introduzida uma faca no opérculo, ou por meio de um corte longitudinal próximo a cabeça do peixe, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma.

Geralmente, a forma como os peixes ainda são abatidos é através do uso termonarcose, onde são imersos numa solução de água e gelo, entretanto, já foi comprovado

que esse método não causa a perda da função cerebral imediata, que o torna intolerável perante as associações de proteção animal (PEDRAZZANI, MOLENTO, et al., 2007).

Quanto aos métodos de insensibilização, estão sendo introduzidos no Brasil por frigoríficos, a eletronarcose, que utiliza correntes elétricas como método de insensibilização, é capaz de proporcionar uma perda da consciência mais rápida, porém pode causar interferências na qualidade da carne, como promover ruptura dos vasos sanguíneos dos tecidos musculares (VARGAS 2015). A eletronarcose é uma técnica que ainda necessita de estudos para ajustar adequadamente as variáveis do equipamento, como voltagem, intensidade da corrente e tempo de exposição, para cada espécie de peixe (NORDGREEN et al., 2008; ROBB; ROTH, 2003).

Um estudo realizado com salmão (*Salmo salar*), utilizando diferentes métodos de insensibilização, demonstrou que a percussão craniana e o choque elétrico se destacaram por ocasionar baixo estresse, no processo pré-abate (ROTH; BIRKELAND; OYARZUN, 2009). A secção da medula espinhal pode ser um método de insensibilização interessante de ser aplicado em feiras municipais ou frigoríficos por proporcionar uma perda de consciência de forma mais rápida e eficaz nos peixes (PEDRAZZANI, 2007), quando comparada a termonarcose, método comercial de abate utilizado no Brasil, que não pode mais ser considerado um método humanitário, devido sua demora em insensibilizar os animais.

Após os procedimentos de insensibilização e morte por sangria, é importante a utilização do gelo como forma de conservar o pescado. O gelo apresenta a função de manter o estado de frescor dos peixes, que reflete diretamente na qualidade do produto final (FERREIRA; LOPES; PEREIRA; RODRIGUES; COSTA, 2014). A comercialização de peixes frescos, submetidos a conservação no gelo, dificulta a proliferação de microrganismos que possam vir a causar danos ao consumidor e acarretam sérios problemas à saúde pública (HOLANDA; SILVA; PINTO; BRANDÃO; SILVA, 2014). Para ter conhecimento acerca da eficiência da conservação, é necessário realizar estudos avaliando a qualidade por meio de análises físico-químicas do produto.

Existem diversas formas de avaliar a qualidade do pescado utilizando diversas análises de natureza química e físicas, dentre elas, a capacidade de retenção de água (CRA), perdas por gotejamento (*Drip loss*), perdas por cocção (*Cooking loss*) e oxidação lipídica. As perdas de água no pescado, podem acarretar características sensoriais indesejáveis, levando a diminuição da suculência e perda de peso (LAKSHMANAN; PARKINSON; PIGGOTT, 2007). Após o processo de abate, o resfriamento proporciona uma perda superficial de água, estimada em torno 2%, sendo que cerca de dois terços deste valor é formado por um composto proteico (MELO, 2015).

A oxidação lipídica é caracterizada por ser uma das maiores causas de deterioração na qualidade da carne. A rancidez oxidativa interfere significativamente na palatabilidade, podendo tornar o produto inaceitável (LUCIANO; MONAHAN; VASTA; BIONDI; LANZA; PRIOLO, 2009). Dantas (2015) aborda que o uso do congelamento e da refrigeração, não proporciona inibição total, quanto às alterações físico-químicas no decorrer do armazenamento e, dependendo da espécie animal, teor de gordura saturada, condições do processo, dentre outras, pode ocorrer oxidação lipídica, ocasionando o aparecimento de *off flavour*, e degradação das proteínas, devido a degeneração da fibra muscular.

Propondo-se uma melhor qualidade e bem estar animal tem-se como essencial a utilização de métodos de insensibilização que proporcione a inconsciência do animal. Com isso, faz-se necessário buscar por conhecimentos que possam mostrar como esses métodos de insensibilização, secção da medula e percussão craniana, podem vir a interferir na qualidade da carne da espécie em estudo.

## 2. Objetivo Geral

Avaliar a influência dos métodos de insensibilização, percussão craniana e secção da medula, sobre a qualidade da carne da tambatinga (*Colossoma Macropomum* x *Piaractus Brachypomus*) através de parâmetros físico-químicos.

### 2.1 Objetivo Específicos

- Avaliar a qualidade da carne de tambatinga resfriada por 25 dias de estocagem em gelo;
- Realizar análises de capacidade de retenção de água, perdas por cocção e perdas por gotejamento;
- Avaliar a oxidação lipídica no músculo ao longo do tempo de estocagem;

## 3. METODOLOGIA

Este trabalho teve aprovação da Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Maranhão, sob o protocolo registrado pelo CIAEP: 02.03341.2019.

### 3.1 Obtenção dos peixes

Para realização dos experimentos, foram utilizados 60 exemplares de peixes da espécie tambatinga (*Colossoma Macropomun* x *Piaractus Brachypomus*), com peso médio  $1.381 \pm 436,30\text{g}$  e comprimento total médio  $41,63 \pm 3,87\text{ cm}$ , obtidos em uma piscicultura localizada no município de Palmeirândia, MA. Os peixes foram transportados vivos até o Laboratório de Pesca e Aquicultura da UFMA-Campus Pinheiro. Foram utilizadas 4 caixas d'água com capacidade de 500L, onde foram acondicionados 15 peixes por caixa. A oxigenação era constante e renovação de água parcial a cada 4h, os peixes permaneceram nessas condições durante 24h em jejum.

### 3.2 Procedimentos de Insensibilização e abate

Antes de iniciar a aplicação dos métodos de insensibilização, foram verificados os parâmetros de qualidade da água nas caixas d'água, mensurados através de um kit de qualidade de água da ALFAKIT, para verificação do oxigênio dissolvido, amônia e pH.

Foram testados dois métodos de insensibilização e para cada método foram utilizados 30 peixes. Os peixes foram retirados das caixas individualmente com o auxílio de uma rede, e levados até o imobilizador, confeccionado em madeira para iniciar a aplicação dos métodos de insensibilização:

I – Secção de medula espinhal: com o auxílio de uma faca posicionada após a cabeça do peixe, foi realizado o corte até atingir a medula espinhal.

II – Percussão craniana: com o auxílio de um martelo, foi executado um golpe rápido e forte na cabeça do peixe para causar a perda imediata da consciência.

Após a aplicação dos métodos de insensibilização, foram verificadas se havia ocorrido a perda dos reflexos dos peixes, tais como o batimento opercular, rotação dos olhos e picada na linha lateral, no sentido da cauda para a cabeça. Após constatar a insensibilização, os peixes foram sangrados, pelo corte da artéria braquial com um auxílio de uma tesoura. Após a sangria, os peixes foram colocados dentro de uma caixa com 250L de água por aproximadamente 30 minutos, para a retirada do sangue.

### 3.3 Procedimento experimental

Após o abate, os peixes foram identificados com etiquetas, pesados e medidos. Na sequência os peixes foram acondicionados em 2 caixas de isopor de 120 L, com camadas intercaladas de peixe e gelo. Foram retiradas amostras de filé de três peixes em cada ponto amostral de 0, 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 480 e 600 horas para avaliação de capacidade de retenção de água, perdas por cocção, perdas por gotejamento e oxidação lipídica.

### 3.4 Capacidade de retenção de água (CRA)

Para a análise CRA foi utilizado a metodologia adaptada de Nakamura e Katoh (1985). Foram retiradas amostras de três filés de cada tratamento, homogeneizadas em mixer de alimentos (MULT MIXER M07 500W), retiradas 5g e colocadas dentro de um papel filtro qualitativo (Qualy 12,5mm), foram centrifugadas a 4 rpm (centrífuga 80-2B) durante 10 minutos. Em seguida, a amostra foi retirada cuidadosamente do papel filtro e pesada novamente. Para obtenção dos valores de CRA expressos em %, foi utilizado a equação 1:

$$\text{CRA (\%)} = 100 - [(\text{Pi}-\text{Pf}) / \text{Pi} * 100] \quad (\text{equação 1}),$$

Onde:

Pi = peso inicial

Pf= peso final

### 3.5 Perdas por cocção (*cooking loss*)

Para a análise de perdas de água por cocção, foi utilizado a metodologia adaptada de Cason, Lyon e Papa (1997). Foram retiradas amostras de três filés de cada tratamento. As amostras foram pesadas e colocadas individualmente dentro de sacos *zip-lock*, levadas no banho maria (SL-154), com circulação de água e temperatura de 90°C durante 5 minutos. Logo após o cozimento, as amostras foram resfriadas e secas com auxílio de papel toalha e em seguida, pesadas. Os resultados foram expressos em porcentagem por meio da equação 2:

$$\text{Perdas por cocção (\%)} = (\text{Pi}-\text{Pf}) / \text{Pi} * 100 \quad (\text{equação 2})$$

### 3.6 Perdas por gotejamento (*dripping loss*)

As perdas de água por gotejamento foram determinadas em amostras de três filés retiradas de cada tratamento. As amostras foram pesadas e colocadas dentro de funis sobre tubos de ensaio e cobertos com plástico filme, como forma de evitar a evaporação. Os mesmos foram colocados dentro de um refrigerador (*frost free*), à temperatura de 7°C durante 48h. Após esse período os filés foram novamente submetidos a pesagem. Os valores obtidos foram expressos em porcentagem, por meio da equação 3:

$$\text{Perdas por gotejamento (\%)} = (\text{Pi}-\text{Pf}) / \text{Pi} * 100 \quad (\text{equação 3})$$

### 3.7. Oxidação lipídica

A análise da oxidação lipídica foi realizada com base no teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), com adaptações ao método proposto por Vyncke (1970). Para extração de aldeídos das amostras dos filés de cada tratamento, foi preparada uma solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5%, contendo 0,1% de propil galato e 0,1% de EDTA (ácido

etilenodiaminotetracético), responsáveis por evitar ação de interferentes pró-oxidação. Em mixer de alimentos (MULT MIXER M07 500W), foram homogeneizados três filés de cada tratamento, em seguida, foi retirado 5g de amostra e transferida para um béquer de 50 mL, onde foi misturada com 25 mL de TCA (7,5%) e homogeneizada por 1 minuto. Posteriormente, a amostra foi filtrada em papel filtro qualitativo (Qualy 12,5cm) e uma alíquota de 4 ml do filtrado foi transferida para tubos de ensaio e misturada com 1 ml de TCA (7,5%) e 5 ml de TBA (ácido tiobarbitúrico) 0,02M. Essa solução foi levada para o banho maria (circulação SL-154) por 40 minutos a 100°C. Em seguida, foram resfriadas e realizou-se a leitura em espectrofotômetro digital (NOVA - 2000UV) com comprimento de onda de 538 nm. Para quantificação do malonaldeído, foi feita uma curva de calibração com o padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP). Os valores registrados foram calculados por meio da equação da reta e expressos em mg de malonaldeído/ kg de amostra.

### 3.8 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos ao longo do tempo, para as análises de perdas por gotejamento, perdas por cocção, capacidade de retenção de água e oxidação lipídica as quais foram realizadas em (0, 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 480 e 600h). Foi realizada análise de variância (ANOVA) através do PROC GLM do software computacional “Statistical Analysis System” (SAS Software, versão 9.0, Cary, USA). Quando ocorreram diferenças significativas entre as médias, foi realizado teste de Tukey. Foi realizado estudo de regressão como polinômio de até 2º grau. Foi adotado o nível de 5% de significância nos testes.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade de água

Os valores do oxigênio dissolvido, obtiveram uma média 7,0 mg/L. Alguns estudos relatam que valores de oxigênio dissolvido recomendado para o tambaqui (*Colossoma Macropomum*), devem estar na faixa entre 4 e 8 mg/L (IZIEL e MELO, 2004) o que corrobora com o encontrado no presente estudo. Para os valores de amônia, o mesmo apresentou uma variação de 2,25 a 3 mg/L na faixa de pH de 6,0 a 7,0. As concentrações máximas permitidas de amônia, conforme CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), são verificadas em função do pH, onde para pH<7,5 o valor de amônia total permitido é até 3,7 mg/L (BRASIL 2005), pode-se observar que, o valor médio encontrado no dado estudo, encontra-se dentro do recomendado. Alguns estudos relatam que a melhor faixa de pH para os peixes está entre 6 - 9, se houver uma mudança e os valores estiverem abaixo de 4,5 ou acima de 10, poderá ocorrer mortalidades (LEIRA, CUNHA, BRAZ, MELO, BOTELHO E REGHIM, 2017).

O controle dos parâmetros de qualidade de água, tem sido usado por vários pesquisadores que trabalham com o bem-estar animal e também pela indústria, para estudar o efeito que esses parâmetros podem estressar os peixes (PEDRAZZANI, MOLENTO, CARNEIRO E FERNANDES-DE-CASTILHO, 2007). A qualidade da água pode interferir na qualidade do produto final, para evitar a interferência é de extrema importância ter um equilíbrio no ambiente de cultivo (SIQUEIRA, 2015).

## 4.2 Capacidade de retenção de água; Perdas por cocção; Perdas por gotejamento

O conteúdo de água e a sua atividade, são determinantes na aceitabilidade de um produto. Dentre as propriedades que apresentam uma grande relevância, quando se fala em qualidade de produtos cárneos, é a capacidade de retenção de água, que se caracteriza como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água, quando submetida a forças externas (ROÇA, 2005). Neste estudo, avaliando a CRA, constatou-se que não houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos; entretanto ocorreram diferenças significativas ao longo do tempo de estocagem ( $p < 0,05$ ). Para o tratamento PC em 48 h foi observado a menor média  $67,3 \pm 5,03\%$  em relação aos demais tempos amostrais, e no método SM em 0h a CRA foi de  $64,6 \pm 13,61\%$ , demonstrando que nesses tempos amostrais ocorreram as maiores perdas de água do músculo como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** - Capacidade de retenção de água nos tratamentos de Percussão Craniana (PC) e Secção da Medula (SM).

| Tempo (horas)     | PC          | SM          |
|-------------------|-------------|-------------|
| 0 <sup>ab</sup>   | 74,00±10,39 | 64,60±13,61 |
| 24 <sup>ab</sup>  | 70,00±2,00  | 70,60±7,57  |
| 48 <sup>b</sup>   | 67,30±5,03  | 68,60±3,06  |
| 72 <sup>ab</sup>  | 75,30±1,15  | 66,60±5,03  |
| 144 <sup>ab</sup> | 70,00±4,00  | 70,60±1,15  |
| 216 <sup>ab</sup> | 72,00±2,00  | 70,00±2,00  |
| 288 <sup>ab</sup> | 68,60±3,06  | 69,30±2,31  |
| 360 <sup>a</sup>  | 82,60±3,06  | 75,30±3,06  |
| 480 <sup>ab</sup> | 74,60±3,06  | 74,00±6,00  |
| 600 <sup>ab</sup> | 71,00±3,00  | 78,60±3,06  |

Fonte: Própria autoria

\*Letras diferentes na coluna Tempo, indicam que há diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Pesquisa realizada com o bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), avaliando o efeito do estresse pré-abate, sobre a qualidade muscular, utilizaram efeitos estressantes, submetendo os peixes ao excesso de fluxo de água do mar e a aglomeração ( $225 \text{ kg peixe/m}^3$ ). Os peixes que foram categorizados como grupo controle, foram submetidos a percussão craniana, entretanto não utilizou-se agentes estressantes. Os resultados para CRA no grupo controle foram significativamente maiores  $92,3 \pm 0,6\%$ , comparado com grupo estressado  $90,3 \pm 0,8\%$  (HULTMANN, PHU, TOBIASSEN, AAS-HANSEN E RUSTAD 2012). No presente estudo, foi verificado que o método da percussão craniana, apresentou o maior valor de CRA  $82,6 \pm 3,06\%$  em 360 horas e o SM  $78,6\%$  em 600 horas, demonstrando que as menores perdas de água ocorreram nesses tempos de estocagem. Apesar de observarmos diferenças entre os valores, estatisticamente, eles são considerados iguais. Vale ressaltar que, quanto maior for a capacidade de retenção de água, melhor será a qualidade da carne, pois haverá menores interferências no peso do músculo e no tempo de armazenamento (ROÇA, 2005).

Em estudo com a patinga (*Piaracutus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) avaliando o efeito da qualidade da carne, quando submetido os animais a diferentes tempos de descanso pós-transporte, observaram que ao analisar os filés em estado de pós-rigor mortis, obtiveram maior capacidade de retenção de água, em relação ao pré-rigor mortis (BUENO, 2021), esse comportamento pode ocorrer devido ao estado de pós-rigor, o músculo estar saindo da rigidez e estar recuperando muitas propriedades, como a maciez, além de estabilizar a retenção de água, em um valor ligeiramente inferior ao pré-rigor (TAVARES; GONÇALVES, 2011). Em um experimento com aplicação de diferentes métodos de insensibilização em tilápia

do nilo (*Oreochromis niloticus*), os menores valores encontrados para a CRA foram registrados aos 60 dias de congelamento dos filés, onde o tratamento de choque térmico apresentou 22,2% de perdas, enquanto a eletronarcose e o anestésico (controle) tiveram 25,86% e 28,8% respectivamente, registrados no primeiro dia de congelamento (BORDIGNON, 2015). Esses valores de menores perdas estão associados com a maior capacidade de retenção de água. Quando são constatadas maiores perdas, existem diversos fatores que podem provocar essa reação, como por exemplo o estresse, que pode causar o aceleração de algumas enzimas proteolíticas, implicando assim na redução da capacidade de retenção de água (VARGHESE; MATHEW, 2017).

A perda de água por cocção, é um parâmetro importante para avaliar a qualidade da carne em pescado. Para esta variável neste presente estudo, não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $p>0,05$ ) entretanto ocorreram diferenças significativas ao longo do tempo de estocagem ( $p<0,05$ ). Nos tratamentos de percussão craniana e secção da medula, o tempo em que ambos obtiveram o menor percentual de perda de água por cocção foi em 600 horas, como mostra o Tabela 2.

**Tabela 2** - Perdas por cocção nos tratamentos de Percussão Craniana (PC) e Secção da Medula (SM)

| Tempo (horas)     | PC         | SM         |
|-------------------|------------|------------|
| 0 <sup>a</sup>    | 22,76±2,23 | 17,82±1,75 |
| 24 <sup>a</sup>   | 23,51±2,32 | 19,69±3,80 |
| 48 <sup>ab</sup>  | 16,43±9,66 | 20,56±1,83 |
| 72 <sup>ab</sup>  | 23,16±1,91 | 27,19±2,67 |
| 144 <sup>ab</sup> | 22,17±2,75 | 25,51±3,28 |
| 216 <sup>b</sup>  | 21,25±4,02 | 19,77±1,10 |
| 288 <sup>ab</sup> | 18,27±2,43 | 17,92±4,15 |
| 360 <sup>b</sup>  | 22,13±4,92 | 24,65±2,82 |
| 480 <sup>ab</sup> | 18,56±1,06 | 22,99±6,53 |
| 600 <sup>b</sup>  | 12,91±1,90 | 17,40±3,64 |

Fonte: Própria autoria

\*Letras diferentes na coluna Tempo, indicam que há diferenças significativas ( $p<0,05$ ).

No estudo feito por Melo (2015), avaliando a influência da eletronarcose com o uso de diferentes voltagens, para avaliar a qualidade da carne dos filés de bijupirá (*Rachycentron canadum*), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, porém foi encontrado diferenças significativas ( $p<0,05$ ) entre os tempos de armazenamento e seus desdobramentos. Essa pesquisa está de acordo com o presente estudo, onde foram constatadas diferenças durante o tempo de armazenamento. Em outro estudo investigando as características de textura do mandarim (*Siniperca chuatsi*) durante 4 dias de armazenado a 4°C, utilizando o método de insensibilização por percussão craniana, houve um ligeiro aumento nas perdas por cocção, de 9,58±2,35% para 11,83±0,66% (SUN; MA; MA; ZHENG; ZHANG; CAI; LI; ZHANG, 2018). Bordignon (2015) em um estudo com filé congelado de tilápia do nilo, encontrou menores perdas por cocção aos 90 dias de congelamento, apresentando um aumento após 120 dias de estocagem.

No presente estudo, obteve-se no tratamento PC as menores perdas 12,91±1,9% em 600 h de armazenamento, os valores de perdas de água ficaram oscilando no decorrer do tempo, entretanto pode-se notar uma diminuição acentuada dos valores para os dois tratamentos a partir das 360 h. A perda de água por cocção, pode influenciar na suculência do pescado, portanto, menores perdas podem implicar em uma melhor qualidade da carne, garantindo assim uma melhor suculência, maciez e sabor no produto final.

Através do processo de cozimento, podem ocorrer várias alterações nas características dos produtos, tais como, no teor de gordura e de umidade, o que reflete diferenças no peso e no rendimento final (FERREIRA; BRESSAN; SOUZA; VIEIRA; FARIA; ANDRADE, 2007).

Ao avaliar as perdas de água por gotejamento no presente estudo, observou-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), entretanto, ocorreram diferenças ao longo do tempo de estocagem ( $p<0,05$ ). Os valores apresentados na Tabela 3 destacam que, para o tratamento PC, o menor valor obtido foi em 600 h, com perdas de 0,73% e no tratamento SM em 216 h ocorreram as menores perdas de 0,65%.

**Tabela 3** - Perdas por gotejamento nos tratamentos de Percussão Craniana (PC) e Secção da Medula (SM)

| Tempo (horas)     | PC        | SM        |
|-------------------|-----------|-----------|
| 0 <sup>ab</sup>   | 3,80±1,70 | 5,06±2,04 |
| 24 <sup>ab</sup>  | 3,16±1,07 | 4,97±3,20 |
| 48 <sup>ab</sup>  | 2,54±1,44 | 3,68±0,82 |
| 72 <sup>a</sup>   | 2,23±0,85 | 2,10±0,07 |
| 144 <sup>a</sup>  | 2,20±1,04 | 3,02±1,62 |
| 216 <sup>ab</sup> | 1,85±1,96 | 0,65±0,43 |
| 288 <sup>ab</sup> | 3,60±2,57 | 1,62±0,11 |
| 360 <sup>a</sup>  | 1,25±0,87 | 1,20±0,20 |
| 480 <sup>ab</sup> | 1,60±1,06 | 1,90±0,73 |
| 600 <sup>b</sup>  | 0,73±0,33 | 1,54±0,59 |

Fonte: Própria autoria

\*Letras diferentes na coluna Tempo, indicam que há diferenças significativas ( $p<0,05$ ).

A análise de perda de água por gotejamento é caracterizada por estar diretamente relacionada com as reações de catálise do glicogênio e liberação da água nos filamentos proteicos, podendo ocorrer o aumento ou diminuição por intermédio da contração e encurtamento das fibras musculares, o que ocasiona a diminuição da solubilidade das proteínas e o aumento da desnaturação das mesmas (MELO, 2015).

Em um estudo com filés de salmão (*Oncorhynchus tshawytscha*), observaram que as perdas por gotejamento aumentaram significativamente com o passar do tempo de armazenamento a 0°C por 22 dias, apresentando uma média de 2,9% (FLETCHER, CORRIGAN, SUMMERS, LEONARD, JERRETT E BLACK, 2003). O que difere com os resultados encontrados no presente estudo, em que apesar das oscilações dos valores de perdas por gotejamento, os mesmos tenderam a diminuir com o passar do tempo, isso pode ter ocorrido devido ao método de conservação em gelo ter sido realizado de forma eficiente, refletindo assim de forma positiva na qualidade do produto final, implicando em uma melhor suculência.

Já em um experimento realizado com o salmão do atlântico (*Salmo solar*), onde analisaram os efeitos das tecnologias de refrigeração, sobre os atributos de qualidade dos filés crus, tiveram como resultado, valor máximo de 5,6±1,6% no 23º dia de perdas por gotejamento, (CHAN; ROTH; SKARE; HERNAR; JESSEN; LOVDAL; JAKOBSEN; LERFALL, 2020). No presente estudo ambos os tratamentos obtiveram valores máximos de perdas no tempo 0h, onde o método PC apresentou 3,8±1,7% e SM 5,06±2,04%. Isso pode ter ocorrido devido aos fatores bioquímicos que aconteceram nos primeiros momentos após a realização do abate, refletindo nos estágios de rigor e ocasionando interferências na atividade da água no interior do músculo do peixe.

Apesar de não ter havido diferenças significativas entre os tratamentos, podemos

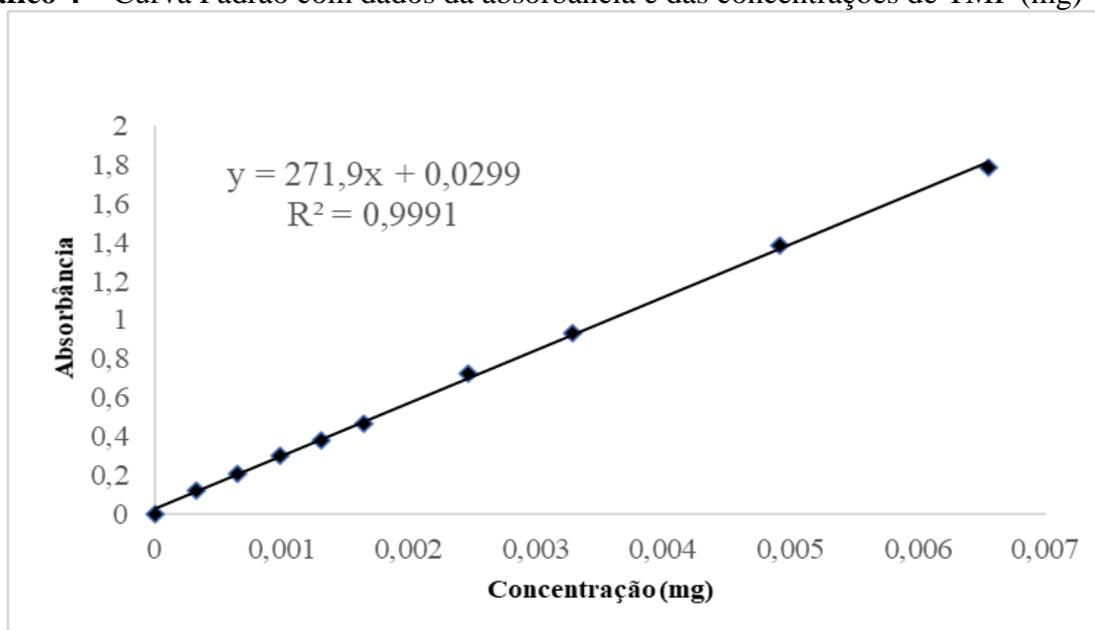
observar que, conforme o tempo de estocagem aumentava, as perdas de água foram diminuindo de forma gradativa. A redução das perdas por gotejamento, podem ocorrer devido a fatores como teores de gordura no músculo, estresse pré-abate e condições de armazenamento do músculo. Evidenciando que o conteúdo de água no tecido muscular, apresenta grande importância em diversos aspectos, onde a principal está relacionada à viabilidade econômica e nutricional do pescado (SANTOS, 2013).

### 4.3 Oxidação lipídica

O Gráfico 4 expressa os valores obtidos por meio da curva padrão, a linearidade é obtida pela equação da reta com o  $R^2$  próximo de 1. O malonaldeído é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de PUFA's. O grau de rancidez oxidativa é medido pelo valor do índice de peróxido e o teste de Substancias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), os valores do TBARS são utilizados como indicador do grau de oxidação lipídica, quantificando o malonaldeído, que é um dos principais produtos formados durante o processo oxidativo (MELO, 2015).

A oxidação lipídica em produtos cárneos é quantificada através do conteúdo de malonaldeído por kg amostra, e deve estar abaixo de 3 mg/kg, para que o produto seja considerado em ótimo estado de conservação (AL-KAHTANI, ABU-TARBOUSH, BAJABER, ATIA, ABOU-ARAB E EL-MOJADDIDI, 1996). Entretanto, não existe legislação específica para o pescado no Brasil.

**Gráfico 4** – Curva Padrão com dados da absorbância e das concentrações de TMP (mg)



Fonte: Própria autoria

Em estudo com a tambatinga (*Colossoma macropomum* x *P. brachypomum*) armazenada em gelo, foi realizada a composição centesimal e obtiveram como resultado um valor de 0,68% de teor de lipídio (RITTER, 2015). Já em experimento comparando o desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*P. brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *P. brachypomum*), analisando a composição bromatológica dos filés, verificou-se que para os teores de extrato etéreo, a tambatinga apresentou o menor valor de 2,49%, comparado com o tambaqui que apresentou 3,79% e a

pirapitinga 3,34% (PAULA, 2009). Isso pode vir a explicar o motivo de que no presente estudo, os valores encontrados para a oxidação lipídica tenham sido baixos, devido a tambatinga apresentar baixos teores de lipídios, sendo assim considerado um peixe magro. A oxidação lipídica ocorre particularmente em peixes classificados como gordos (OGAWA e MAIA, 1999).

Os valores de oxidação lipídica, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ) entretanto ocorreram diferenças significativas ao longo do tempo de estocagem ( $p < 0,05$ ). No tratamento PC o maior valor de oxidação foi  $12,4 \times 10^{-5}$  mg de malonaldeído/kg, às 288h; já para o método SM, o maior valor foi encontrado às 144 h e apresentou  $17,7 \times 10^{-5}$  mg de malonaldeído/kg, como apresentado na tabela 4.

**Tabela 4** - Oxidação lipídica em mg de malonaldeído/kg de amostra ( $1 \times 10^{-5}$ ) para os tratamentos de Percussão Craniana (PC) e Secção da Medula (SM)

| Tempo (horas)     | PC         | SM         |
|-------------------|------------|------------|
| 0 <sup>ab</sup>   | 3,10±0,00  | 3,34±0,00  |
| 24 <sup>ab</sup>  | 1,91±0,00  | 1,67±0,00  |
| 48 <sup>b</sup>   | 2,39±0,00  | 1,79±0,00  |
| 72 <sup>ab</sup>  | 3,34±0,00  | 3,22±0,00  |
| 144 <sup>ab</sup> | 3,46±0,00  | 17,70±0,00 |
| 216 <sup>ab</sup> | 8,12±0,00  | 4,42±0,00  |
| 288 <sup>ab</sup> | 12,40±0,00 | 11,10±0,00 |
| 360 <sup>a</sup>  | 6,92±0,00  | 5,85±0,00  |
| 480 <sup>ab</sup> | 8,71±0,00  | 11,00±0,00 |
| 600 <sup>ab</sup> | 5,91±0,00  | 7,40±0,00  |

Fonte: Própria autoria

\*Letras diferentes na coluna Tempo, indicam que há diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Um estudo analisando a influência do congelamento sobre a qualidade dos cortes de tambaqui (*Colossoma Macropomun*) constatou que no corte de costelas, foram obtidos maiores teores de lipídios tornando-as mais suscetíveis a oxidação (CARTONILHO; JESUS, 2011). Estudos realizados por Vieira (2013) com filés de piava (*Leporinus obtusidens*) congelados por 30 dias, observaram que os níveis de peróxido não apresentaram diferenças significativas durante o período de avaliação, ficando em torno de  $0,025 \pm 0,00$  mg. Em um experimento utilizando diferentes dosagem 0,1 a 1,6% de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) como antioxidante em filés defumados de tambaqui (*Colossoma macropomum*), armazenados em gelo, observaram que essas dosagens não foram suficientes para reduzir o processo oxidativo (FOGAÇA; VIEIRA; ARAÚJO; SANTOS-FILHO; MAGALHÃES; COSTA, 2014). No presente estudo, não foram utilizados antioxidantes para retardar o processo de oxidação lipídica na tambatinga, entretanto os valores encontrados foram baixos. Isso demonstra que o método de insensibilização aplicado, não influenciou no processo oxidativo e o método de conservação aplicado foi eficiente.

Em estudo avaliando a qualidade bioquímica e a composição centesimal do pescado, armazenado embalado a vácuo e de forma convencional, durante um período de 15 dias de armazenamento, foi constatado diferenças no teor de TBARS dos filés, onde os que foram embalados de forma convencional obtiveram 2,34 mg malonaldeído/kg em comparação com os embalados a vácuo 2,72 mg malonaldeído/kg (SOUZA; DIAS; PRETTO; BERGAMIN; PEDRON; VEIVERBERG, 2021). Esse processo oxidativo acontece por meio de compostos químicos ou espécies reativas ao oxigênio, levando a quebra das ligações duplas nas frações fosfolipídicas das membranas celulares. Em peixes, devido o maior grau de insaturação, na

cadeia dos lipídeos, acabam se tornando mais suscetíveis a esse processo de oxidação (RUFF; FITZGERALD; CROSS; LYNCH; KERRY, 2004).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dois tratamentos, secção da medula (SM) e percussão craniana (PC), concluímos que não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ao longo do tempo de estocagem, quando analisamos os parâmetros físico-químicos de capacidade de retenção de água, perdas por gotejamento, perdas por cocção e oxidação lipídica.

Ambos os métodos podem ser utilizados como forma de garantir a insensibilização dos peixes antes do abate, garantindo um abate humanitário, sendo executado de forma rápida e eficiente. A estocagem dos peixes resfriados a 4°C durante 600h em ambos os tratamentos garantiu a qualidade da musculatura, retardando as alterações químicas e físicas ao longo do tempo.

Portanto, os métodos de insensibilização, PC e SM, aplicados de forma correta, refletem de forma positiva na qualidade do produto final, podendo ser utilizados em feiras e frigoríficos de processamento de pescado, pois garantem o bem-estar do animal no pré-abate.

## 6 FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA.

## REFERÊNCIAS

AL-KAHTANI, Hassan A.; ABU-TARBOUSH, Hamza M.; BAJABER, Adnan S.; ATIA, Mohamed; ABOU-ARAB, Atif A.; EL-MOJADDIDI, Mohamed A.. Chemical Changes After Irradiation and Post-Irradiation Storage in Tilapia and Spanish Mackerel. **Journal Of Food Science**, [S.L.], v. 61, n. 4, p. 729-733, jul. 1996. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb12191.x>.

BORDIGNON, Adriana Cristina. **ELETRONARCOSE COMO MÉTODO DE INSENSIBILIZAÇÃO PARA A TILÁPIA DO NILO**. 2015. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015. Cap. 3.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.

BUENO, Gabriela Cristina Ferreira. **TEMPOS DE DESCANSO PÓS-TRANSPORTE SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DA PATINGA (*Piaracutus mesopotamicus*) x (*Piaractus brachypomus*)**. 2021. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Aquicultura, Universidade Federal da Grande Dourado, Dourados, 2021.

CARTONILHO, Mônica Maciel; JESUS, Rogério Souza de. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 344-350, abr. 2011.

CASON, Ja; LYON, Ce; PAPA, Cm. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, [S.L.], v. 76, n. 5, p. 785-787, maio 1997. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/76.5.785>.

CHAN, Sherry Stephanie; ROTH, Bjorn; SKARE, Maren; HERNAR, Malin; JESSEN, Flemming; LOVDAL, Trond; JAKOBSEN, Anita Nordeng; LERFALL, Jorgen. Effect of chilling technologies on water holding properties and other quality parametrs throughout the whole value chain: From whole fish to cald-smoked fillets of Atlantic salmo (*Salmo solar*). **Aquaculture**, [s. l], v. 526, p. 1-20, Apr. 2020.

DANTAS, Fabiana Rodrigues. **DIFERENTES PROCESSOS DE CONSERVAÇÃO E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA CARNE OVINA**. 2015. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FAO. 2020. Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura 2020. Sustentabilidade em ação. Roma.

FERREIRA, André Veloso. **Ontogenia inicial do híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus brachypomus*, macho)**. 2011. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

FERREIRA, Elka Machado; LOPES, Ilderlane da Silva; PEREIRA, Débora de Matos; RODRIGUES, Lucélia da Cunha; COSTA, Francisca Neide. Microbiological quality of the fish saw (*Scomberomorus brasiliensis*) and the ice used for its conservation. **Arq. Inst. Biol**, São Paulo, v. 81, n. 1, p. 49-54, 2014.

FERREIRA, Milena Wolff; BRESSAN, Maria Cristina; SOUZA, Xisto Rodrigues de; VIEIRA, Josye Oliveira e; FARIA, Peter Bitencourt; ANDRADE, Patrícia Lopes. Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757). **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 798-803, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542007000300029>.

FLETCHER, G.C.; CORRIGAN, V.K.; SUMMERS, G.; LEONARD, M.J.; JERRETT, A.R.; BLACK, S.e.. Spoilage of Rested Harvested King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **Journal Of Food Science**. [S. L.], p. 2810-2816. 1 nov. 2003.

FOGAÇA, Fabíola Helena dos Santos; VIEIRA, Sidely Gil Alves; ARAËJO, Thais Danyelle Santos; SANTOS-FILHO, Luiz Gonzaga Alves dos; MAGALHÃES, João Avelar; COSTA, Newton de Lucena. Oxidação lipídica em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) defumados com alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Pubvet**, Londrina, v. 8, n. 10, p. 1136-1282, 2014.

GOMES, L C; SIMÕES, L N; ARAËJO-LIMA, C A R M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, Bernardo; GOMES, Levy de Carvalho. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. [S. L. ]: Editora Ufsm, 2018. Cap. 7. p. 165-204.

HOLANDA, Maria de Fátima de Almeida; SILVA, Márcia Andréa Mota Paz; PINTO, Luan Ícaro Freitas; BRANDÃO, Tatiane Meneses; SILVA, Robson Alves. AVALIAÇÃO DAS condições higiênico-sanitárias das feiras livres de comercialização de peixe na cidade de Caxias-MA. **Acta Tecnológica**, [s. l], v. 8, n. 2, p. 30-35, 24 fev. 2014.

HULTMANN, Lisbeth; PHU, Tran Minh; TOBIASSEN, Torbjørn; AAS-HANSEN, Øyvind; RUSTAD, Turid. Effects of pre-slaughter stress on proteolytic enzyme activities and muscle quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*). **Food Chemistry**, [S.L.], v. 134, n. 3, p. 1399-1408, out. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.038>.

KE, P. J.; CERVANTES, E.; ROBLES-MARTINEZ, C.. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by an improved distillation–spectrophotometric method. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 35, n. 11, p. 1248-1254, nov. 1984. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740351117>.

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, John A.; PIGGOTT, John R.. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **Lebensmittel-Wissenschaft Und- Technologie**, [s. l], v. 40, p. 544-551, 2007.

LEIRA, Matheus Hernandes; CUNHA, Luciane Tavares da; BRAZ, Mirian Silvia; MELO, Carlos Cicinato Vieira; BOTELHO, Hortência Aparecida; REGHIM, Lucas Silva. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, [s. l], v. 11, n. 1, p. 11-17, jan. 2017.

LUCIANO, G.; MONAHAN, F.J.; VASTA, V.; BIONDI, L.; LANZA, M.; PRIOLO, A.. Dietary tannins improve lamb meat colour stability. **Meat Science**, [S.L.], v. 81, n. 1, p. 120-125, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.006>.

MELO, Fúlvio Viegas Santos Teixeira de. **Insensibilização do Bijupirá (*Rachycentron canadum*) com eletronarcose: efeitos sobre a qualidade da carne**. 2015. 107 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

NAKAMURA, M; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin Of Ishikawa Prefecture College Of Agriculture Ishikawa**. [S. L.], p. 45-49. nov. 1985.

NORDGREEN, A.H., SLINDE, E., MOLLER, D., ROTH, B. Effect of various electric field strengths and current durations on stunning and spinal injuries of Atlantic herring. **Journal of Aquatic Animal Health**, v.20 p.110-115, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos de origem animal. **Artmed**, São Paulo, v. 2, 2005.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: Ciência e Tecnologia de Pescado**. São Paulo: Varela. 1999. v. 1. 430 p.

SOARES, Karoline Mikaelle de Paiva; GONÇALVES, Alex Augusto. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 1-10, 2012.

SOUZA, Lethicia Oliveira de; DIAS, Kimberly Costa; PRETTO, Alexandra; BERGAMIN, Giovanni Taffarel; PEDRON, Fábio de Araújo; VEIVERBERG, Cátia Aline. Efeito do tipo de embalagem sobre a qualidade bioquímica e composição centesimal de peixes do rio Uruguai. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 13, n. 3, 16 nov. 2021.

PAIVA, Maykon Jhuly Martins de; ANJOS, Eduardo Sousa dos; COSTA, Raimundo Ferreira; ZUNIGA, Abraham Damian Giraldo. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da comercialização de pescado em feiras livres de Palmas-To. **Desafios**, Palmas, v. 5, n. 4, p. 118-123, 31 dez. 2018.

PAULA, Fernanda Gomes de. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*) da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e o híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PEDRAZZANI, Ana Silvia *et al.* Opinião pública e educação sobre abate humanitário de peixes no município de Araucária, Paraná. **Ciência Animal Brasileira**, [s. l], v. 9, n. 4, p. 976-983, 2008.

PEDRAZZANI, Ana Silvia. **Reconhecimento da sciência e proposta de método alternativo de abate**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PEDRAZZANI, Ana Silvia; MOLENTO, Carla Forte Maiolino; CARNEIRO, Paulo César Falanghe; FERNANDES-DE-CASTILHO, Marisa. Sciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Panorama da Aqüicultura**, [s. l], p. 24-29, ago. 2007.

RITTER, Daniel Oster. **Estabelecimento de critérios para a avaliação da qualidade de piraputanga (*brycon microlepis*) e tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) evisceradas e estocadas em gelo**. 2015. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

ROÇA, R. **Propriedades Da Carne**. Botucatu, 2005.

ROTH, Bjorn; BIRKELAND, Sveinung; OYARZUN, Fernando. Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. **Aquaculture**, [s. l], v. 289, p. 350-356, 2009.

ROBB, D. H., ROTH, B. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. **Aquaculture**, 216(1-4), 363-369, 2003.

RUFF, N.; FITZGERALD, R.D.; CROSS, T.F.; LYNCH, A.; KERRY, J.P.. Distribution of alpha-tocopherol in fillets of turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), following dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation. **Aquaculture Nutrition**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 75-81, abr. 2004. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00280.x>.

SANTOS, Elaine Cristina Batista dos. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do nilo**. 2013. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Pesca, Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SIQUEIRA, André Buzutti de. **Qualidade da água e do pescado (tilápia do nilo - *Oreochromis niloticus*) oriundos de pesque-pague situados no estado de São Paulo**. 2015. 105 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, [S. L.], p. 53-60, 17 dez. 2017.

SUN, Yi; MA, Liang; MA, Mingsi; ZHENG, Hong; ZHANG, Xiaojie; CAI, Luyun; LI, Jianrong; ZHANG, Yuhao. Texture characteristics of chilled prepared Mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) during storage. **International Journal Of Food Properties**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 242-254, 1 jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2018.1451343>.

TAVARES, Mario; GONÇALVES, Alex Augusto. Aspectos Físicos-químicos do Pescado. In: GONÇALVES, Alex Augusto. **Tecnologia do Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 2-593.

VARGAS, Sheyla Cristina. **Influência de diferentes métodos de insensibilização pré-abate sobre parâmetros físicos, químicos e sensoriais da carne refrigerada e congelada de bijupirá (*Rachycentron canadum*)**. 2015. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

VARGHESE, Treesa; MATHEW, Saleena. Assessment of the textural variation of iced stored *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) muscle tissue with emphasis on their collagen and myofibrillar protein content. **Journal Of Food Science And Technology**, [S.L.], v. 54, n. 8, p. 2512-2518, 30 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-017-2695-4>.

VIEIRA, Lauren Andrade. **Caracterização físico-química de filés de piava (*Leporinus obtusidens*) armazenados sob congelamento**. 2013. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Itaquí, 2013.

VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.