

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Dissertação

**Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo
(*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis
totais em filé congelado**

Rafael Severino Duarte

Pelotas, 2021

Rafael Severino Duarte

Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador

Prof. Dr. João Rodrigo Gil de los Santos

Pelotas, 2021

Ficha catalográfica

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D812a Duarte, Rafael Severino

Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado / Rafael Severino Duarte ; João Rodrigo Gil de los Santos, orientador. — Pelotas, 2021.

82 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Peixe. 2. Atordoamento. 3. Choque térmico. 4. Frescor. I. Santos, João Rodrigo Gil de los, orient. II. Título.

CDD : 664

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Rafael Severino Duarte

Título: Avaliação do método de termonarçose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado

Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 18 de novembro de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. João Rodrigo Gil de los Santos (Orientador)

Doutor em Biotecnologia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Eliezer Avila Gandra

Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr^a Rita de Cássia dos Santos da Conceição

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Rodrigo Casquero Cunha

Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais pela dedicação e amor, não foram apenas pais, mas amigos e companheiros, mesmo nas horas mais difíceis.

À minha esposa Gabriela Javornik Barroso, pelo amor, companheirismo e apoio nos momentos mais difíceis.

Aos grandes amigos e companheiros do Serviço de Inspeção Municipal do município de Rolante/RS.

Ao proprietário da empresa Rolante Pescados por concordar e contribuir, com a realização e execução desse trabalho.

Ao meu orientador professor Dr. João Rodrigo Gil de los Santos, pela orientação e ensinamentos.

Aos queridos professores do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, aos profissionais e colegas de turma, pela parceria e amizade.

Muito Obrigado!

Resumo Geral

DUARTE, Rafael Severino. **Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado**. 2021. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O pescado é a *commodity* alimentar mais comercializada internacionalmente. Com o avanço na piscicultura e sua representatividade na economia brasileira, passou-se a exigir dos criadores uma maior produção e preocupações com questões que envolvem o bem-estar do pescado. O abate é uma das etapas mais importantes para que se mantenha a qualidade do produto. Além disso, a falta de práticas de bem-estar animal, afeta o tempo de vida útil da carne, e modifica sua qualidade. No Brasil, a maioria dos frigoríficos de pescado utiliza a termonarcose, como forma de insensibilização pré-abate. Contudo, não existe uma padronização desse método. O objetivo desse trabalho foi avaliar a termonarcose, como método de insensibilização em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), e seu efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado. Foram utilizados 60 Tilápias do Nilo, com peso médio de 650g e comprimento médio de 29,72cm. Para a avaliação da termonarcose foi utilizado um tanque de insensibilização, o qual continha uma mistura de água e gelo na proporção de 1:1. Foram testadas 6 (seis) faixas de temperatura: grupo 1 (0 a 1º C), grupo 2 (1 a 2º C), grupo 3 (2 a 3º C), grupo 4 (3 a 4º C), grupo 5 (4 a 5º C) e grupo 6 (5 a 6º C). Os peixes dos grupos 1, 2 e 3, perderam de forma mais rápida os sinais de consciência ($p < 0,001$). Não houve alteração das características dos filés em relação aos valores de pH (6,86 a 7,00) e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (6,36 a 8,61 mg N/100 g), estando de acordo com os parâmetros estipulados pela legislação vigente. A faixa de temperatura entre 0 a 3º C dentre as avaliadas foi a que apresentou o menor tempo para a insensibilização de Tilápias do Nilo.

Palavras-chave: peixe. atordoamento. choque térmico. frescor.

Abstract

DUARTE, Rafael Severino. **Evaluation of the thermonarcosis method in the stunning of Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) and the effect on pH and total volatile nitrogenous bases in frozen fillet.** 2021. 82p. Dissertation (Master's in Food Science and Technology) - Professional Master's Course in Food Science and Technology, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

The most widely traded food commodity in the world is fish. Because of the progress of fish farming and its importance in the Brazilian economy, a greater production and concern with the welfare of the fish has been demanded from the farmers. One of the most important stages in maintaining the quality of the product is slaughter. Also, the lack of animal welfare practices affects the shelf life of the meat, and thus influences its quality. In Brazil, most of the slaughterhouses use thermonarcosis as method of stunning before the slaughter. However, this practice is not currently standardized. The objective of this work was to analyze the thermonarcosis as a stunning method in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and the effect on pH and total volatile nitrogenous bases in frozen fillet. A total of 60 Nile Tilapias were used, with average weight of 650g and average length of 29,72cm. Ice-water mixture in a 1:1 ratio was used to evaluate the thermonarcosis. Six temperature ranges were tested: group 1 (0 to 1° C), group 2 (1 to 2° C), group 3 (2 to 3° C), group 4 (3 to 4° C), group 5 (4 to 5° C), and group 6 (5 to 6° C). The fish in groups 1, 2, and 3, showed faster loss of consciousness ($p < 0,001$). No changes were observed in the characteristics of the fillets in relation to pH (6,86 to 7,00) and Total Volatile Nitrogen Bases (6,36 to 8,61 mg N/100 g), being in accordance with the parameters stipulated by the current legislation. The temperature range between 0 and 3° C among those evaluated was the one that presented the shortest time for the stunning of Nile Tilapia.

Keywords: fish. stunning. thermal shock. freshness.

Lista de figuras

- Figura 1.** Comparação entre as médias dos tempos de insensibilização dos animais (em segundos) obtidas nos diferentes tratamentos de temperatura aplicados no experimento, pelo teste de Mínima Diferença Significativa de Fischer (LSD).57
- Figura 2.** Valores de pH e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BVNT) dos filés congelados de Tilápias do Nilo, utilizando como método de insensibilização a termonarcole, com base nas menores e maiores temperaturas de insensibilização. Grupo A: grupos 1, 2 e 3; Grupo B: grupos 4, 5 e 6..60

Lista de tabelas

Tabela 1. Tempos de insensibilização em segundos, verificados em cada um dos animais utilizados no experimento, de acordo com o tratamento (faixa de temperatura) ao qual foi submetido.....	57
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

ATP: Adenosina trifosfato;

BNVT: Bases Nitrogenadas Voláteis Totais;

Hx: Hipoxantina;

MIQ: Método de Índice de Qualidade,

OIE: Organização Mundial da Saúde Animal;

OMS: Organização Mundial de Saúde.

Sumário

1 Introdução Geral.....	17
2 Objetivos.....	20
2.1 Objetivo geral.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3 Hipóteses	21
4 Artigo 1: Métodos de insensibilização em piscicultura e seus impactos na qualidade da carne.....	22
Resumo	23
1 Introdução	24
2 Senciência em peixes	25
3 Abate	26
4 Métodos de insensibilização.....	28
4.1 Termonarcose (abate por choque térmico)	29
4.2 Secção da medula.....	30
4.3 Atordoamento percussivo.....	30
4.4 Eletronarcose	30
4.5 Asfixia em CO ₂	31
5 Sangria.....	31
6 Impactos dos métodos de insensibilização sobre a qualidade da carne	32
7 Conclusões.....	37
8 Referências	37
5 Artigo 2: Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado.....	49
Resumo	50
1 Introdução	52
2 Material e métodos	54
3 Resultados e discussão.....	56
4 Conclusões.....	61
5 Referências Bibliográficas	62
6 Considerações finais	67
7 Referências bibliográficas	68

1 Introdução Geral

A produção mundial de peixes de cultivo vem aumentando nos últimos anos. Somente em 2019, foram produzidas cerca de 84 milhões de toneladas (PEIXE BR, 2019). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais produzidas no mundo, com 6,4 milhões de toneladas, em 2019, tendo a produção brasileira representando 6,67% (432.149 toneladas) dessa produção (PEIXE BR, 2020). Com esse resultado, o Brasil ocupou a 4ª posição entre os maiores produtores mundiais (PEIXE BR, 2020). Em 2020 a produção brasileira de Tilápia foi destaque e cresceu 12,5%, atingindo 486.155 toneladas. Com esse excelente desempenho, a espécie consolidou-se ainda mais no cenário nacional e sua participação na produção total de peixes de cultivo passou para 60.6%, sendo a mais produzida no Brasil (PEIXE BR, 2021).

A Tilápia do Nilo é uma espécie exótica (nativa da África), sendo um peixe tipicamente tropical, apresentando conforto térmico entre 27°C e 32°C (KUBITZA & KUBITZA, 2000). Possui o corpo comprimido lateralmente e coberto de escamas, com coloração acinzentada e uma linha lateral dividida em dois segmentos, possuindo uma boca prostrátil com lábios carnudos e dentes grossos. Além disso, possuem uma única narina em cada lado da cabeça um intestino bastante longo, e a respiração é do tipo branquial (CUELLAR, 2000; EMBRAPA, 2013). Trata-se de uma espécie de peixe onívora que se alimenta de plânctons, grãos, farelos e ração balanceada (MEURER et al., 2002).

Segundo Pedrazzani et al. (2007), o avanço na piscicultura e sua representatividade na economia brasileira, fez com que os criadores expandissem a sua produção e tivessem uma maior preocupação com as questões que envolvem o bem-estar dos pescados. A legislação brasileira define por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (BRASIL, 2017).

A falta de práticas de bem-estar animal, desde a captura, afeta o tempo de vida útil da carne, além de modificar sua qualidade (ROBB; KESTIN; LINES, 2000). Segundo Kubitza (2011), os procedimentos que antecedem o abate são os que mais

afetam diretamente na vida de prateleira do produto, seja pela despesca, jejum, transporte ou insensibilização realizada de forma incorreta, portanto, é necessário que essas etapas sejam aplicadas com muita atenção, visando à qualidade do produto final. Quando o peixe é submetido ao estresse no período pré abate, por situações que gerem pânico, este irá aumentar a atividade muscular (natação e comportamento de fuga), e isso leva, inevitavelmente, à exaustão muscular (DASKALOVA, 2019), fazendo com que no período *post-mortem* aumente a velocidade de entrada no *rigor mortis* (POLI et al., 2005). Um tempo de *rigor mortis* encurtado, proporciona mudanças indesejáveis nas características do pescado como flacidez muscular precoce e facilitação de proliferação de organismos deteriorantes que irão diminuir o tempo de prateleira do produto (VIEGAS et al, 2012).

Segundo Ribas et al. (2007) o abate é uma das etapas mais importantes para que se mantenha a qualidade do pescado, e para ser considerado ideal, deve ser fácil, rápido, higiênico, humanitário evitando sofrimento ao animal e menores perdas à integridade da carne (CAGGIANO, 2002). Em relação ao abate de peixes, não há uma lei específica para protegê-los nessa fase, diferente de outros animais (VIEGAS et al., 2012). Por isso a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) recomenda através do Código Sanitário para os Animais Aquáticos (OIE, 2018), quais são os princípios gerais que devem ser aplicados, como por exemplo, o método de termonarcese.

No Brasil a maioria dos frigoríficos de pescado utiliza a imersão dos peixes em gelo ou em água gelada, como forma de insensibilização pré-abate, caracterizando a termonarcese ou choque térmico (PEDRAZZANI et al., 2009). A hipotermia causa insensibilização nos animais, sendo aplicado em trabalhos que avaliam tanto questões de bem-estar dos peixes, como sua relação com a qualidade do produto final (LAMBOOIJ et al., 2002).

Os consumidores exigem produtos alimentares de sabor agradável, seguros, saudáveis e de alta qualidade, no entanto, a qualidade, da perspectiva do consumidor é subjetiva, variando entre indivíduos, sociedades e culturas (VERBEKE et al., 2010; TRIENEKENS et al., 2012). Em pescado, qualidade define-se como o conjunto de características mensuráveis que permita avaliá-lo, considerando-o próprio ou impróprio para consumo (SANTOS, 2011), onde o principal fator relacionado é o seu grau de frescor (SOARES & GONÇALVES, 2012), pois, quando comparado a outros produtos de origem animal, ele é considerado muito mais

perecível e vulnerável.

Segundo Galvão (2014), o frescor do pescado pode ser avaliado por métodos sensoriais, microbiológicos ou físico-químicos, no entanto devido à subjetividade dos métodos sensoriais e a demora e custo elevado dos testes microbiológicos, fazem com que os métodos químicos que quantifiquem os produtos derivados da ação enzimática endógena e exógena serem os mais utilizados para avaliar o frescor do pescado. Os índices químicos para o controle de qualidade de peixes estão baseados nas alterações quantitativas ou qualitativas dos compostos de fração nitrogenada não proteica do músculo. A detecção de alterações progressivas dessas substâncias, no músculo do pescado, durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerar tais substâncias como potenciais índices de frescor (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a termonarcose como método de insensibilização em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e seu efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito desse método sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado.

2.2 Objetivos específicos

- Monitorar o nível de consciência por meio de observação, durante procedimentos de pré-abate e de abate, do comportamento dos peixes.
- Identificar qual temperatura da água e tempo de exposição será necessário para uma insensibilização adequada.
- Comparar os tempos, velocidade e intensidade de insensibilização entre os tratamentos aplicados.
- Padronizar o método de termonarcose para ser utilizado pelas agroindústrias familiares de pequeno porte.

3 Hipóteses

- I. O método de termonarcose é eficaz para a insensibilização de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e proporciona a manutenção de pH e de bases voláteis totais em filés congelados comparado a outros métodos de insensibilização.

4. Artigo 1: Métodos de insensibilização em piscicultura e seus impactos na qualidade da carne.

Revisão bibliográfica a ser submetida à revista Science and Animal Health

Métodos de insensibilização em piscicultura e seus impactos na qualidade da carne de peixes

Rafael Severino Duarte¹; João Rodrigo Gil de los Santos²

¹Médico Veterinário, Serviço de Inspeção Municipal-Rolante/RS, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos-FAEM-UFPeI

²Professor Associado da Faculdade de Veterinária-UFPeI, Professor permanente do Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- FAEM-UFPeI

Resumo

A aquicultura tem sido uma alternativa bastante viável ao crescimento da demanda mundial por proteína animal. O pescado é um componente extremamente importante na dieta humana, sendo uma excelente fonte de macro e micronutrientes necessários para uma dieta saudável. O abate é uma das etapas mais importantes para que se mantenha a qualidade da carne do pescado. Diferentes métodos para insensibilizar os peixes têm sido pesquisados para tornar o abate humanitário e manter os atributos da carne, porém, não existem informações conclusivas sobre o melhor método de insensibilização. Dessa forma o objetivo deste trabalho é apresentar os diferentes métodos utilizados na insensibilização de peixes e os impactos na qualidade da carne.

Palavras-chave: peixe. abate. atordoamento. característica do filé.

Stunning methods in fish farming and their impacts on the quality of fish meat

Rafael Severino Duarte¹; João Rodrigo Gil de los Santos²

¹Médico Veterinário, Serviço de Inspeção Municipal-Rolante/RS, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos-FAEM-UFPeI

²Professor Associado da Faculdade de Veterinária-UFPeI, Professor permanente do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- FAEM-UFPeI

Abstract

Aquaculture has been a viable alternative to the growing global demand for animal protein. Fish is a vital part of the human diet, being an excellent source of both macro- and micronutrients necessary for a healthy diet. One of the most important stages in maintaining the quality of the product is slaughter. Although different methods to stun fish have been researched to ensure that the process is humane and to maintain the attributes of the meat, there is still no conclusive information about which is the best stunning method. This work aims to present the different methods used to stun fish and the impacts on the quality of the meat.

Keywords: fish. slaughter. stunning. characteristic of the filet.

1 Introdução

A aquicultura tem sido uma alternativa bastante viável ao crescimento da demanda mundial por proteína animal (VIEIRA FILHO & FISHLOW, 2017). Os principais países produtores de organismos aquáticos são a China, com mais de 60%, seguido da Índia, Indonésia, Vietnã, Bangladesh e Egito (FAO, 2018). O Brasil ocupa a 13^o posição entre os 25 principais produtores de organismos aquáticos e é um dos poucos países que podem vir atender à demanda de pescado no futuro (FAO, 2018).

A produção de peixes vem ganhando destaque no cenário internacional e no Brasil, comparada a outras atividades agropecuárias. Isso se deve ao fato do peixe ser uma parte importante da dieta para uma grande parcela da população mundial, pois existem muitos tipos e formas de peixes e seus derivados disponíveis no mercado (BANDEIRA & NASCIMENTO, 2017). O pescado é um componente extremamente importante na dieta humana, sendo uma excelente fonte de macro e micronutrientes necessários para uma dieta saudável, por isso recomenda-se consumo de forma rotineira (SOARES & GONÇALVES, 2012). O brasileiro consome em média 9,5 kg de pescado por habitante/ano, valor esse abaixo dos 20 kg consumidos pela população mundial e dos 12 Kg recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (FAO, 2016; PEIXE BR, 2018).

Segundo Kubitza (2011), os procedimentos que antecedem o abate são os que mais afetam diretamente na vida de prateleira do produto, seja pela despesca, jejum, transporte ou insensibilização realizada de forma incorreta, portanto, é necessário que essas etapas sejam aplicadas com muita atenção, visando à qualidade do produto final. Os procedimentos pré-abate dos peixes como a captura e o transporte são muitas vezes traumáticos e estressantes, podendo causar reações fisiológicas e bioquímicas que afetam substancialmente o produto final, como também motivam a rejeição por parte do consumidor preocupado com o bem-estar animal e com o aspecto do produto ofertado (GALHARDO & OLIVEIRA, 2005).

Um dos principais fatores de alto estresse para os peixes é a forma como são abatidos (VIEGAS et al., 2012). As técnicas de insensibilização de peixes têm sido alvo de inúmeros estudos, com vários objetivos, entre os quais os de promover o controle de qualidade, a eficiência e a segurança dos procedimentos (CONTE, 2004). As espécies apresentam variações nas respostas aos diferentes métodos

(ASHLEY, 2007), sendo assim, a escolha apropriada do método de insensibilização é um passo importante para assegurar a qualidade do pescado (SCHERER & SCHORR, 2005).

Diferentes métodos para insensibilizar os peixes têm sido pesquisados para tornar o abate humanitário, por isso a OIE recomenda através do Código Sanitário para os Animais Aquáticos (OIE, 2018), quais são os princípios gerais que devem ser aplicados, como por exemplo, a utilização de métodos mecânicos, como a percussão na cabeça e métodos elétricos de insensibilização. A OIE (2018), também reconhece outros métodos que podem ser utilizados no abate de peixes, como o resfriamento através da deposição de gelo na água de contenção, exposição ao dióxido de carbono (CO₂) na água de contenção em meio confinado, resfriamento com gelo e CO₂ depositados na água de contenção, imersão em banhos de sais ou de amônia, asfixia por remoção da água e sangria sem insensibilização prévia.

Apesar de já serem empregadas várias metodologias de insensibilização, como a imersão em água e gelo, aplicação de choque elétrico, narcose por gases e atordoamento percussivo (GRÄNS et al., 2016), não há, no Brasil, uma legislação específica e vigente de insensibilização em peixes como existe para os bovinos, suínos e aves, por exemplo, visando melhores condições para o bem-estar animal e qualidade da matéria-prima (COSTA, 2019).

O objetivo deste trabalho é apresentar os diferentes métodos utilizados na insensibilização de peixes e os impactos na qualidade da carne.

2 Senciência em peixes

A sentiência é definida como a capacidade do animal de ter consciência de sensações, como dor, sofrimento, fome, conforto, desconforto e sua capacidade em diferenciar “bom de ruim”, “prazeroso de desagradável” (PEDRAZZANI et al., 2008). Por abranger tanta diversidade filogenética e por não haver pesquisas suficientes acerca da presença de sentiência nos organismos aquáticos, esses são animais que raramente são citados em literaturas que elucidam o bem-estar (PEDRAZZANI, 2007).

Segundo Huntingford et al. (2006), há pessoas que acreditam que os peixes são organismos sem sentiência, ou seja, incapazes de terem percepções de medo e sentir dor porque não possuem o neocórtex ao qual, em mamíferos é atribuída a

função de gerar a experiência subjetiva de sofrimento. Porém, alguns estudos comprovaram que a função do neocórtex pode ser realizada por diferentes partes do cérebro em peixes, capazes de reagir à percepção de estímulos dolorosos (HUNTINGFORD & KADRI, 2014). Não há dúvidas de que, estruturalmente, o sistema nervoso central de animais peilotérmicos, como os peixes, seja extremamente diferente do de mamíferos e qualquer outro tipo de animal, mas é equivocado atribuir a capacidade cognitiva de alto nível somente à neuroanatomia do organismo (HÂSTEIN et al, 2005).

Apesar do debate contínuo sobre a capacidade de percepção dos peixes de dor e medo, há estudos que afirmam fisiologicamente e anatomicamente essa habilidade cognitiva desses animais como a demonstração de presença de nociceptores, ou seja, receptores capazes de sentir eventos nocivos em peixes (SNEDDON, 2003). Com base nisso, foi sugerido que os peixes também sentem medo. A resposta para essa afirmação está relacionada com aumento da taxa respiratória, produção de feromônios de alarme, rápida fuga e a imobilização (CHANDROO et al., 2004; YUE et al., 2004; PEDRAZZANI et al., 2007). Além disso, foi demonstrado que esses animais possuem capacidade de aprendizagem complexa e indicadores de memória através de seu comportamento (DUNCAN, 1996).

Com aumento da procura de pescados, cresceram também as exigências por parte do mercado consumidor a respeito da qualidade, segurança alimentar e bem-estar animal durante toda a produção (VAN DE VIS et al., 2003). Segundo Pedrazzani (2007), a saúde e o bem-estar desses animais ocupam uma importância crescente nas técnicas de produção adotadas, onde a alimentação, o manejo, a qualidade da água, a densidade de lotação, o transporte e o abate são os principais pontos críticos da produção de peixes, sendo, este último, um dos maiores fatores de estresse na produção, no qual vem sendo cada vez mais exigido, por parte dos consumidores, a garantia de ausência de sofrimento.

3 Abate

Com o crescimento da produção de pescado, tem-se a necessidade de buscar métodos que possam minimizar as situações de estresse aos animais, uma vez que o manejo no momento do abate tem consequências para a qualidade do

produto final destinado aos consumidores (VENTURINI et al., 2018), considerando a alta perecibilidade do pescado (JESUS et al., 2015). Assim, o estudo de manejos comumente utilizados pela indústria de processamento de tilápias, é importante para entender seus impactos sobre o processamento e a qualidade dos filés (SANTOS 2019).

Segundo Ribas et al. (2007) o abate é uma das etapas mais importantes para que se mantenha a qualidade do pescado, e a falta de práticas de bem-estar animal, desde a captura, afetam o tempo de vida útil da carne, além de modificar sua qualidade (ROBB; KESTIN; LINES, 2000). O abate para ser considerado ideal deve ser fácil, rápido, higiênico e humanitário evitando dessa forma o sofrimento ao animal e menores perdas à integridade da carne (CAGGIANO, 2002). O Abate humanitário pode ser definido como um conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantem o bem-estar do animal desde o seu embarque na propriedade rural até o abate na unidade frigorífica (ROÇA, 1999). A aplicação de métodos considerados humanitários se baseia no princípio de que as etapas de manejo pré-abate e abate, sejam executadas rapidamente para evitar o medo, a dor ou os sofrimentos desnecessários no momento da morte dos peixes (RAHMANIFARAH et al., 2011).

Em todas as espécies de animais de sangue quente (mamíferos e aves) é comum propiciar bem-estar tanto na criação como no abate (VAN DE VIS et al., 2003; ANDRADE et al., 2009; SANTANA et al., 2009). Dessa forma foi estabelecido que a inconsciência e a insensibilização devem ser induzidas de forma rápida sem descuidar do bem-estar animal e da qualidade da carne (LAMBOOIJ et al., 2002; TERLOUW et al., 2008).

Segundo Pedrazzani (2007), o processo de melhoria no setor de abate de pescado é recente e mesmo com o crescimento de estudos nessa área, ainda existe um déficit muito grande no que se refere a pesquisas específicas que respondam aos questionamentos do setor produtivo, sendo um limitante ao bem-estar de peixes no país. A legislação brasileira não apresenta nenhum protocolo específico padronizando métodos a serem empregados no pré-abate de peixes, não há uma lei específica para protegê-los nessa fase, diferente de outros animais (VIEGAS et al., 2012).

Apesar de não haver legislação específica que albergue o abate humanitário de peixes no Brasil, a OIE, em seu Código Sanitário para os Animais Aquáticos

(OIE, 2018), afirma que a escolha do método de insensibilização ou atordoamento é dependente da espécie de peixe a ser abatida, onde há situações nas quais ocorrem variações discrepantes entre o tempo de insensibilização e níveis de estresse alcançados pelos animais perante a um mesmo método. Segundo Ferreira et al. (2018), estudos que busquem melhores métodos de atordoamento e abate, além de contribuírem para o desenvolvimento do setor produtivo, podem servir de subsídios para a elaboração de uma legislação mais adequada e que garanta a humanização do abate de pescado, assim como ocorre com os outros animais de produção.

Países europeus vêm buscando adequações em abates de peixes, como no Reino Unido onde a preocupação com o bem-estar em trutas tem aumentado drasticamente devido às exigências do mercado consumidor em adquirir peixes cultivados e abatidos de maneira humanitária (ROTH et al., 2007). A União Europeia possui um Conselho Diretivo nº 93/119 de 1993 afirmando que qualquer excitação evitável, dor ou sofrimento, deve ser poupado durante a insensibilização nos peixes (WOLFFFROM & SANTOS, 2004).

A tecnologia no abate de animais destinados ao consumo vem sendo aprimorada desde que se constatou que eventos que ocorrem desde a propriedade rural até o abate do animal possuem grande impacto sobre a qualidade da carne (SWATLAND, 2000), o que mudou o cenário conhecido há algumas décadas onde a prática de abate tinha baixo cunho científico (CIVEIRA et al., 2006). Existem diversas metodologias para o abate de peixes, pois as espécies produzem respostas diferentes ao estresse (ASHLEY, 2007), fator importante que deve ser levado em conta na escolha do método para garantir a qualidade do pescado (SCHERER et al, 2005). O processo de abate pode ser dividido em duas etapas, a primeira sendo o atordoamento, que consiste na insensibilização do animal, e a segunda, a morte (VARGAS, 2011).

4 Métodos de insensibilização

O pescado possui características químicas e estruturais próprias de sua carne que o levam a ter uma deterioração mais acelerada se comparado a outros produtos de origem animal e isso garante a ele uma maior perecibilidade. Sendo assim, a indústria deve promover ações que façam com que esse tempo de prateleira seja prolongado (MELO FRANCO & LANDGRAF, 1996; LAMBOIJ et al, 2002). É nesse

contexto que é aplicado o método de insensibilização ao qual o peixe a ser beneficiado será submetido, pois o estresse durante o período de cultivo e todos os processos que ali acontecem causam efeitos negativos na produção e alterações nos atributos de qualidade da carne, como por exemplo, alteração na coloração e maciez dos filés (URBINATI, 2004).

Segundo a EFSA (2004), a escolha do método de atordoamento deve ser adequado não só à espécie do animal, mas também ao número de peixes a ser abatido, ao tamanho deste e da disponibilidade da estrutura para conduzir o processo. Isso faz com que as pesquisas sejam mais direcionadas e específicas a fim de encontrar o método ideal de insensibilização e abate de acordo com as características de cada espécie de peixe.

4.1 Termonarcese (abate por choque térmico)

A termonarcese ou choque térmico é um método no qual se imerge o peixe em água misturada com gelo, com o objetivo de promover letargia e atordoamento antes do abate, facilitando seu manejo (ERIKSON et al., 2006; ROTH et al., 2006). A hipotermia causa insensibilização nos animais, sendo aplicado em trabalhos que avaliam tanto questões de bem-estar dos pescados, como sua relação com a qualidade do produto final (LAMBOOIJ et al., 2002). É o método mais amplamente utilizado pela indústria pesqueira no Brasil, uma vez que é fácil obter os suprimentos necessários (gelo e água) e é possível atordoar grandes quantidades de peixe de uma só vez (OLIVEIRA FILHO et al., 2015).

As principais espécies de cultivo marinho e continental, seabass (*Dicentrarchus labrax*), salmão (*Salmo salar*) e truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*), geralmente são abatidas por choque térmico com água e gelo (OZOGUL & OZOGUL, 2004; ERIKSON et al., 2006; BAGNI et al., 2007; KNOWLES et al., 2007; ACERETE et al., 2009). Segundo ROBB et al. (2002), o tempo requerido para que o animal seja insensibilizado vai depender tanto da espécie quanto da temperatura à qual este se encontra.

4.2 Secção da medula

Esse método é realizado com o objetivo de atingir a medula através da inserção de uma faca afiada na posição de 30 graus em um dos opérculos do peixe, sendo um dos métodos causadores de menor sofrimento, insensibilizando o animal mais rapidamente (PEDRAZZANI et al., 2007).

Em um estudo realizado por Pedrazzani (2009), quando feita a secção de medula na Tilápia do Nilo, imediatamente foi percebida a perda de parâmetros comportamentais como o comportamento natatório, equilíbrio e repulsa a estímulos dolorosos, além da perda de movimentos operculares. Tais parâmetros são de imensurável importância na avaliação do método de atordoamento, pois a ausência desses sugere que o animal está inconsciente ou morto, ou seja, preconiza que o método é adequado (EFSA, 2004).

4.3 Atordoamento percussivo

O atordoamento percussivo é feito por meio de um ou vários golpes aplicados no topo da cabeça do animal, sobre o cérebro. O procedimento é feito com o auxílio de um taco ou martelo e o peixe é mantido contido e posicionado enquanto fora da água, permanecendo nessa situação consciente por 5 a 10 segundos, geralmente (EFSA, 2004).

Na tilápia, por possuir uma morfologia de crânio capaz de impedir que golpes percussivos alcancem o cérebro, esse método não é tão adequado, pois irá, além de gerar estresse pela manipulação, provocar lesões e sofrimento, já que a força ou energia desse procedimento, que visa resultar em danos severos no cérebro para que a inconsciência ocorra, não é capaz de insensibilizar o animal. Apesar de não ser tão bem adaptável para espécies como a tilápia, sargo ou enguia, o atordoamento percussivo, quando corretamente conduzido, é um método de atordoamento considerado humanitário e eficiente para peixes, como os salmonídeos (VAN DE VIS et al, 2003).

4.4 Eletronarcole

A eletronarcole é um método de atordoamento no qual ocorre a passagem de corrente elétrica através da cabeça do animal com objetivo de gerar inconsciência e

insensibilização por tempo suficiente até que este seja sangrado, otimizando aspectos relacionados ao bem-estar e parâmetros de qualidade final da carne obtida (CONTE, 2004). O atordoamento elétrico de fase única por 60 segundos e corrente elétrica de 1000 Hz é o método mais utilizado (LINES & KESTIN, 2005).

Apesar de a eletronarcorese ser considerada pela própria OIE um abate humanitário para organismos aquáticos (OIE, 2018), ela é de difícil implantação em indústrias, visto que se a corrente elétrica for aplicada de maneira equivocada e não regulada de acordo com a espécie, pode causar quebra de ossos e hemorragias capazes de afetar a qualidade dos filés ao induzir nestes, manchas de sangue (LINES et al., 2003), e como resultado gerar repulsa por parte dos consumidores que baseiam seu consumo principalmente em análises sensoriais deste produto.

4.5 Asfixia em CO₂

Nesse tipo de insensibilização os peixes são acondicionados vivos em tanques com água, onde é bombeado CO₂ por cerca de 10 minutos. Esse método é utilizado com o objetivo de insensibilizar o animal, porém apresenta grande nível de letalidade (ALBUQUERQUE et al., 2004). Os peixes sofrem com a acidificação da água e por consequência, isso gera uma forte tentativa de escape, sendo considerado um método altamente estressante (FREIRE & GONÇALVES, 2013).

Durante o período inicial do processo é comum observar comportamento intensamente aversivo dos animais, que pode durar por aproximadamente 30 segundos. Esta alta atividade ocorrida durante a alocação dos peixes em água saturada de CO₂ é rotineiramente acompanhada por hemorragia das brânquias e em algumas espécies de peixe como enguia e carpa, essa reação leva a um aumento da produção de muco do animal, o que se presume, ser devido ao intenso estresse sofrido (SHEPARD, 1994; SOUTHGATE et al., 2001; ROBB et al., 2002; ROTH et al., 2002; CONTE, 2004; POLI et al., 2005).

5 Sangria

O método de abate por sangria é realizado por perfuração das brânquias, e posteriormente, o pescado é submerso em água gelada, em temperatura de 1°C (OLSEN et al., 2006). Para a garantia do bem-estar animal, este método é realizado

em conjunto com prévia insensibilização com CO₂, estimulação elétrica e hipotermia (ROTH et al., 2007). A sangria deve ser eficiente, pois é o método que levará o animal à morte evitando que o peixe retorne ao estado consciente, garantindo a qualidade da carne no final do processamento, aumentando o tempo de prateleira (BORDIGNON, 2015).

6 Impactos dos métodos de insensibilização sobre a qualidade da carne

A qualidade do pescado define-se como o conjunto de características mensuráveis que permita avaliá-lo, considerando-o próprio ou impróprio para consumo (SANTOS, 2011). Quando se fala em qualidade do pescado, o principal fator relacionado é o seu grau de frescor, pois, quando comparado a outros produtos de origem animal, ele é considerado muito mais perecível (RODRÍGUEZ-JEREZ et al., 1994).

O alto grau de perecibilidade dos peixes está relacionado à elevada ação de enzimas autolíticas que geram um período de *rigor mortis* mais curto, às baixas concentrações de glicogênio muscular que resultam em um pH final próximo à neutralidade, ao elevado teor de umidade, que chega a 80% e aumenta a velocidade de desnaturação desse alimento, à composição rica em lipídios insaturados e ao alto teor de nutrientes que facilitam a propagação de microrganismos, além da alta atividade metabólica da própria microbiota (LEITÃO, 1984). Além das características químicas e estruturais próprias da carne dos peixes, os métodos de atordoamento influenciam nos atributos de qualidade do produto a ser obtido, pois a forma como os peixes são abatidos é um fator de alto estresse e um ponto crítico na cadeia de produção (VIEGAS et al., 2012).

A escolha do método de insensibilização dos peixes é feita com base em sua facilidade de aplicação e custo reduzido já que há essa liberdade de escolha por parte do produtor, pois não existem leis específicas que protejam os peixes durante o processo de abate. Os métodos de insensibilização que causam menos estresse e menores impactos negativos na qualidade da carne são os feitos por choque elétrico e percussão craniana. Enquanto, os métodos que mais possuem impactos negativos na carne são por asfixia fora da água ou no gelo, termonarcose e imersão em água com mistura gasosa, salvo algumas espécies que tiveram respostas excepcionais a tais métodos (VIEGAS et al, 2012).

Em situações normais durante o pré-abate e o período de *rigor mortis*, diversas alterações bioquímicas acontecem no músculo do pescado, sendo uma delas a redução do pH da carne, que acontece pelo aumento da glicólise anaeróbica e a produção de ácido lático, diminuindo o pH do músculo (RAHMANIFARAH et al., 2011). Quando o peixe é submetido a situações de estresse, que gerem pânico, este irá aumentar a atividade muscular (DASKALOVA, 2019) e isso leva, inevitavelmente, a uma queda abrupta de glicose e de adenosina trifosfato (ATP), ou seja, à exaustão muscular, que no *post-mortem* aumenta a velocidade de entrada no *rigor mortis* sendo esta, induzida pela queda rápida de pH gerada pelo excesso de ácido lático resultante da glicólise (POLI et al., 2005).

Os métodos de insensibilização do pescado que causam estresse conduzem a um rápido consumo nas suas reservas de glicogênio e ATP, diminuindo o pH da carne (RAHMANIFARAH et al., 2011). Valores iniciais baixos de pH *post mortem* estão associados ao alto estresse *ante mortem* (SKJERVOLD et al., 2001). Assim, os animais que se esforçam antes e durante o abate entram em *rigor mortis* mais rapidamente afetando a qualidade do pescado e diminuindo a vida de prateleira (BOSWORTH et al., 2007).

Huidobro et al. (2001) verificaram que o gilthead seabream (*Sparus aurata*) é abatido com maior rapidez (menos de 20 min) utilizando-se gelo líquido (água salgada a - 2,2°C), proporcionando maior tempo no estado de *rigor mortis*, quando comparado com a água e gelo (após 40 min). O gelo líquido apesar de promover melhores características de conservação, causa a descoloração dos olhos, resultando na diminuição do seu valor comercial. A utilização de dióxido de carbono (CO₂) como um atordoante prévio ao abate de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) seguido de percussão craniana demonstrou que os peixes tratados com CO₂ entraram e saíram do estado de *rigor mortis* em menor tempo quando comparados aos abatidos somente com percussão craniana, comprovado pelo menor ($p < 0,05$) valor de pH (KRISTOFFERSEN et al., 2006). Em outro estudo com bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) observou-se que o atordoamento por choque elétrico (41 V e 0,2 A) durante 18 a 27 segundos, causou maior gasto de energia e consequentemente entrada em *rigor mortis* total mais rapidamente ($p < 0,05$) (13 a 16 horas) em relação ao tratamento com anestésico (39 horas) (DIGRE et al., 2010).

Para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), o abate por narcose com CO₂, promoveu a entrada no *rigor mortis* mais rapidamente (12 horas) do que choque

elétrico e percussão craniana (36 horas), provocado pelo pânico devido à hipoxia, causando grande consumo de glicogênio (ROTH et al., 2002). O choque elétrico acelerou a entrada no *rigor mortis* (6 horas) em turbot (*Psetta máxima*) em relação àqueles submetidos ao choque térmico (24 a 48 horas) e por percussão craniana (96 horas) (MORZEL et al., 2002). Na carpa comum (*Cyprinus carpio*) a asfixia causou entrada mais rápida em *rigor mortis* total (3 h) em relação à narcose por CO₂ (12 h), hipotermia (36 h) e anestésico (óleo de cravo) (60 h). Nos métodos de atordoamento que causaram rápida entrada em *rigor mortis* (asfixia, narcose por CO₂ e hipotermia) também foi observado comportamento aversivo. Em contrapartida o anestésico causou efeitos menos aversivos, além de melhor qualidade da carne, sendo, portanto, um potencial método de atordoamento de carpas (RAHMANIFARAH et al., 2011).

Quando o tempo de *rigor mortis* é encurtado, ocorrem mudanças organolépticas e nutricionais indesejáveis, como olhos esbranquiçados, alterações na coloração (VIEGAS et al., 2012) e firmeza do músculo (maciez excessiva), aumento na incidência de *gaping*, que é um termo usado quando ocorre ruptura do tecido conjuntivo e que pode dificultar o processamento do produto e causar desintegração do filé; diminuição da capacidade de retenção da água e facilitação de proliferação de organismos deteriorantes que irão diminuir o tempo de prateleira do produto (ROTH et al, 2002; OZOGUL & OZOGUL, 2004; ERIKSON et al, 2006). Além disso, à instalação mais rápida do *rigor mortis* também é fator prejudicial para a filetagem do peixe, pois ocorre uma redução no rendimento de filé (CONCOLLATO et al., 2014).

Em salmões do Atlântico (*Salmo salar*) anestesiados por iso-eugenol (Aquis®) apresentaram filés com maior ($p < 0,05$) força de compressão e resistência ao corte (38,5 e 50,6 N, respectivamente) que aqueles atordoados por CO₂ (35,8 e 48,6 N, respectivamente) (KIESSLING et al., 2004). Filés de salmões atordoados com CO₂ apresentam menor força de corte, em comparação àqueles atordoados com choque elétrico ou com percussão craniana, o que pode ser considerado um método não adequado quanto à qualidade da carne (ROTH et al., 2002). O mesmo ocorre com enguias (*Anguilla anguilla*) sacrificadas com gelo líquido as quais apresentaram piora da qualidade da carne quando comparadas com choque elétrico (MORZEL & VAN DE VIS, 2003).

A cor da carne dos peixes é um dos principais parâmetros avaliados pelos consumidores (KNOWLES et al., 2008). Em turbot (*Psetta máxima*) ou carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) submetidos ao abate por água e gelo ou choque elétrico não foi observado diferença nos parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha-verde (a^*) e intensidade da cor amarela-azul (b^*) dos filés (SCHERER et al., 2005; KNOWLES et al., 2008). Roth et al. (2009) também não observaram variações na (L^*) dos filés de salmões (*Salmo salar*) submetidos ao choque elétrico ou percussão craniana. Contrariamente, em carpa comum (*Cyprinus carpio*) submetida à narcose com CO_2 foi observado maior valor de L^* e menor de a^* nos filés em relação ao tratamento com anestésico, água e gelo e asfixia, respectivamente (RAHMANIFARAH et al., 2011).

Segundo Erickson et al. (1997), a análise do pH é um parâmetro comumente utilizado nos atributos de frescor do pescado, onde sua diminuição está associada ao esgotamento das reservas de ATP e acúmulo de ácido láctico, o que, se em excesso, geralmente provoca danos na textura da carne gerando qualidade inferior ao filé sendo tal característica observada em algumas espécies como salmonídeos. Em contrapartida, o aumento do valor desse pH é devido ao acúmulo de substâncias de base resultantes da degradação de prótidos após a resolução do rigor mortis, como amônia e trimetilamina. Tornar o meio mais básico proporciona melhores condições para o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes nos peixes (HUSS, 1988; PRATA, 1999).

A Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017, que aprova o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado (BRASIL, 2017), estabelece o limite máximo de 7,0 para o pH na parte interna do músculo do pescado, para que seja considerado fresco. Em Tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidos a secção de medula e termonarcose não foi observado diferença nos parâmetros de pH (PEDRAZZANI, 2007). Resultados semelhantes foram obtidos por Albuquerque et al. (2004) que não encontraram diferenças sobre o estado de frescor e condição muscular da Tilápia do Nilo entre o abate por atordoamento com CO_2 ou com água gelada.

Segundo Ruiz-Capillas & Moral (2001), a análise de BNVT é um método relativamente simples e comumente usado para avaliar a qualidade de frescor em pescado, as BNVT ocorrem no músculo dos peixes, devido ao desdobramento das proteínas por ação enzimática endógena e exógena, produzindo aminas,

substâncias voláteis simples. Estas aminas aumentam progressivamente com a deterioração, sendo determinadas no tecido muscular (SAVAY et al., 2008). Dentro da denominação de BNVT encontram-se substâncias como amônia, trimetilamina, etilamina, monometilamina, putrescina, cadaverina e espermidina. O principal componente é a amônia, sendo a maior responsável pelas alterações químicas quando se trata de peixe de água doce (GALVÃO, 2014).

Segundo Ogawa & Maia (1999), para peixes em estado de frescor pleno, o teor de BNVT atinge 5 a 10 mg N/ 100 g de músculo e peixes com frescor satisfatório até 15 - 25 mg N/ 100 g. No início das alterações, o teor pode chegar a 30 - 40 mg N/ 100 g, e quando apresenta-se deteriorado, tal conteúdo encontra-se acima de 50 mg N/ 100 g de músculo. No Brasil, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017 (BRASIL, 2017), estabelece o valor de 30 mg N/ 100 g como limite máximo de BNVT para pescado fresco, exceto para elasmobrânquios.

O abate de Tilápias do Nilo em água e gelo ou por asfixia com CO₂ não causou ($p > 0,05$) diferenças nos teores de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) durante o período de armazenagem de até 18 dias, encontrando valores próximos de 19 mg N/ 100 g (ALBUQUERQUE et al., 2004). Em trutas abatidas por percussão craniana ou asfixia não ocorreram ($p > 0,05$) variações nas BNVT (DURAN et al., 2008). Em estudo com carpas capins (*Ctenopharyngodon idella*) submetidas ao abate por água e gelo ou choque elétrico os valores iniciais de BNVT estavam abaixo de 9 mg N/100 g, não apresentando diferença ($p > 0,05$) entre tratamentos durante 20 dias de armazenagem em gelo (SCHERER et al., 2006).

Segundo Rabelo (1988), o estabelecimento do *rigor mortis* é diretamente influenciado pela concentração de ATP que, com seu esgotamento marca o início desse processo com a contração total do músculo. Como resultado do metabolismo desse ATP *post-mortem*, a hipoxantina (Hx), que é amarga e considerada como um contribuinte para os aromas anormais do pescado, é produzida de forma mais rápida em peixes que passaram por estresse. Nessa condição, a carcaça desses animais produz um aumento no valor de K, que é definido como um indicador de frescor de peixe (SAITO et al., 1959), mais rápido do que peixes que não passaram por estresse (LOWE et al, 1993; ERIKSON et al, 1997). Esse aumento é considerado como perda de frescor do pescado (OZOGUL & OZOGUL, 2004; SANTOS, 2013).

Espécies de peixes de água doce nativas da região Amazônica foram objetos de estudo de Batista et al. (2004) e Almeida et al. (2005), respectivamente como matrinxã (*Brycon cephalus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*), abatidos por asfixia em camadas de gelo. Analisando o valor de K para matrinxã, foi observado que houve um aumento de 2% no primeiro dia para 19% após 16 dias de armazenagem refrigerada e para o tambaqui encontrou-se valor de K de 12% em período próximo de armazenamento.

7 Conclusões

O bem-estar animal na produção e, principalmente, nas fases próximas ao abate são fundamentais e influenciam diretamente na qualidade do produto final. Os métodos de insensibilização constituem importante fator para a qualidade do pescado consumido no Brasil e no mundo. Esses métodos vêm tornando-se cada vez mais humanizados, devido às pressões da sociedade para que os animais não sofram estresse excessivo. Portanto, é de fundamental importância à realização de pesquisas no desenvolvimento de novas tecnologias, para o abate de peixes, visando o bem-estar e a qualidade do pescado, pois não é possível estabelecer um método padrão de insensibilização para todas as espécies, visto que cada uma responderá de forma diferente ao método aplicado.

8 Referências

- ACERETE, L.; REIG, L.; ALVAREZ, D.; FLOS, R.; TORT, L. Comparison of two stunning/ slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 287, n.1-2, p.139-144, 2009.
- ALBUQUERQUE, W. F.; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 264-271, 2004.
- ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; 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.

ANDRADE, E. N., SILVA, R. A. M. S.; ROÇA, R. O. Manejo pré-abate de bovinos de corte no pantanal, Brasil. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 301-304, 2009.

ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 104, p. 199-235, 2007.

BAGNI, M., CIVITAREALE, C., PRIORI, A., BALLERINI, A., FINOIA, M., BRAMBILL, A.; MARINO, G. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 263, p. 52-60, 2007.

BANDEIRA, M. G. A., NASCIMENTO, J. S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. **Cadernos de Prospecção**, Maranhão v. 10, n. 3 p. 552-562, 2017.

BATISTA, G. M.; LESSI, E.; KODAIRA, M.; FALCÃO, P. T. Alterações bioquímicas *post mortem* de matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 573-581, 2004.

BORDIGNON, Adriana Cristina. **Eletronarcese como método de insensibilização para a tilápia do Nilo**. 2015. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2015.

BOSWORTH, B. G.; SMALL, B. C.; GREGORY, D.; KIMB, J.; BLACK, S.; JERETT, A. Effects of rested harvest using the anesthetic AQUI-S™ on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, physiology and fillet quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, p. 302-318, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.21, de 31 de maio de 2017**: Anexo I: Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p.5, 2017. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CAGGIANO, M. Quality in harvesting and post-harvesting procedures –influence on

quality. Fish freshness and quality assessment for sea bass and sea bream. **Cahiers Options Méditerranéennes**. Zaragoza, 2002, p. 55-61. Disponível em: <<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600291>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CHANDROO, K. P.; DUNCAN, I. H.; MOCCIA, R. D. Can fish suffer?: Perspectives on sentience, pain, fear and stress. **Applied Animal Behavior Science**, v. 86, p. 225-250, 2004.

CIVEIRA, M. P.; RENNER, R. M.; VARGAS, R. E. S.; RODRIGUES, N. C. Avaliação do bem-estar animal em bovinos abatidos para consumo em frigorífico do Rio Grande do Sul. **Revista Veterinária em Foco**, Canoas, v. 4, p. 5-11, 2006.

CONCOLLATO, A.; PARISI, G.; OLSEN, R. E.; KVAMME, B. O.; SLINDE, E.; DALLE ZOTTE, A. Effect of carbon monoxide for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) slaughtering on stress response and fillet shelf life. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 433, p. 13-18, 2014.

CONTE, F. S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 86, p. 205-223, 2004.

COSTA, Thayssa Duarte. **Jejum e insensibilização pré-abate em tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. Tese (Doutorado em zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

DASKALOVA, A. Farmed fish welfare: stress, post-mortem muscle metabolism, and stress-related meat quality changes. **International Aquatic Research**, v. 11, p. 1-12, 2019.

DIGRE, H.; ERIKSON, U.; MISIMI, E.; LAMBOOIJ, B.; VAN DE VIS, H. Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: A comparison of an industrial and experimental method. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 1190-1202, 2010.

DUNCAN, I. J. H. Animal welfare defined in terms of feelings. **Acta Agriculturae Scandinavica** Section A, Animal Science, v. 2, p. 29-35, 1996.

DURAN, A.; ERDEMLI, U.; KARAKAYA, M.; YILMAZ, M.T. Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in or post-rigor periods. **Fisheries Science**, v. 74, p. 1146-1156, 2008.

EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific report of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to

welfare aspects of animal stunning and killing methods. **The EFSA Journal**, v. 45, p. 1-241. 2004.

ERIKSON, U.; BEYER, A. R.; SIGHOLT, T. Muscle high-energy phosphates and stress affect K-values during ice storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, v. 62, n. 1, p. 43-47, 1997.

ERIKSON, U.; HULTMANN, L.; STEEN, J. E. Live chilling of Atlantic salmon (*Salmo salar*) combined with mild carbon dioxide anaesthesia: I. Establishing a method for large-scale processing of farmed fish. **Aquaculture**, Amsterdam v. 252, p. 183-198, 2006.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2016. Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>>. Acessado em: 08 de setembro de 2021.

FAO. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

FERREIRA N. A., ARAÚJO R. V., CAMPOS E. C.. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. **Pubvet**. v. 12, n. 7, a137, p.1-14, Jul., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n7a137.1-14>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A., Diferentes métodos de abate do pescado em aquicultura, qualidade da carne e bem-estar do animal. **Holos**, Ita –RN, v. 6, 2013.

GALHARDO, L.; OLIVEIRA, R. Dos peixes e dos homens: O estudo do bem-estar animal aplicado à piscicultura. **Anais da Zootec**. 2005, Campo Grande MS, 2005.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

GRÄNS, A.; NIKLASSON, L.; SANDBLÖM, E.; SUNDELL, K.; ALGERS, B.; BERG, C.; LUNDH, T.; AXELSSON, M.; SUNDH, H.; KIESSLING, A. Stunning fish with CO₂ or electricity: contradictory results on behavioural and physiological stress responses. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 10, n. 2, p. 294-301, 2016.

- HÅSTEIN, T., SCARFE, A.D., LUND, V.L. Science based assessment of welfare: aquatic animals. In *Animal welfare: global issues, trends and challenges*. **Review Scientific and Technical of the Office Epizootics**, v. 24, n.2, p 529–547, 2005.
- HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; TEJADA, M. Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead sea bream, *Sparus aurata*. **European Food Research and Technology**, v. 212, p. 408-412, 2001.
- HUNTINGFORD, F. A.; ADAMS, C.; BRAITHWAITE, V. A.; KADRI, S.; POTTINGER, T. G.; SANDØE, P.; TURNBULL, J. F. Current issues in fish welfare. **Journal of fish biology**, v.68, n.2, p.332-372, 2006.
- HUNTINGFORD, F.A.; KADRI, S. Defining, assessing and promoting the welfare of farmed fish. **Review Scientific and Technical of the Office Epizootics**. v.33, n.1, p. 233-244, 2014.
- HUSS, H. H. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. In: FAO. **Manual de Capacitación Preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad**, Roma, v. 29, 1988.
Disponível em: www.fao.org/3/v7180s/v7180s00.htm. Acesso em: 08 de setembro de 2021.
- JESUS, R. S.; MENDES, J.; INOUE, L. A. K. A. Influência do estresse causado pelo transporte e método de abate sobre o rigor mortis do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 2, 2015.
Disponível em: <http://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/4702>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.
- KIESSLING, A.; ESPE, M.; RUOHONEN, K.; MORKORE, T. Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by pre-slaughter iso-eugenol or CO2 anaesthesia. **Aquaculture**, Amsterdam v.236, p.645-657, 2004.
- KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; WARRISS, P. D.; LINES, J.; TINARWO, A.; BRAVO, A.; CARVALHO, H.; GONÇALVES, A. Effect of electrical stunning at slaughter on the carcass, flesh and eating of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture Research**, n. 38, p. 1732-1741, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230135129_Effect_of_electrical_stunning_at_slaughter_on_the_carcass_flesh_and_eating_quality_of_farmed_sea_bass_Dicentrarchus_labrax. Acesso em: 11 ago. 2021
- KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; WARRISS, P. D.; LINES, J.; TINARWO, A.;

SENDON, M. Effect of electrical stunning at slaughter on the quality of farmed turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture Research**, v. 39, p. 1731-1738, 2008.

KRISTOFFERSEN, S.; TOBIASSEN, T.; STEINSUND, V.; RAGNAR L. O. Slaughter stress, *post mortem* muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **International Journal of Food Science & Technology**, n.41, p. 30-159, 2006. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/228024730_Slaughter_stress_postmortem_muscle_pH_and_rigor_development_in_farmed_Atlantic_cod_Gadus_morhua_L.>

Acesso em: 11 ago. 2021

KUBITZA, F. O. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 21, p.1019, 2011.

LAMBOOIJ, E.; VAN DER VIS, J. W.; KLOOSTERBOER, R. J.; PIETERSE, C. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed eel (*Anguilla Anguilla* L.): neurological and behavioural assessment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 210, p.159-169, 2002.

LEITAO, M. E. Deterioração microbiana do pescado e sua importância em saúde pública. **Higiene Alimentação**, v. 3, n. 3-4, p. 143-52, 1984.

LINES, J.; KESTIN, S. Electric stunning of trout: power reduction using a two-stage stun. **Aquacultural Engineering**, v. 32, n. 3-4, p. 483–491, abr. 2005.

Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/222528305_Electric_stunning_of_trout_Power_reduction_using_a_two-stage_stun>. Acesso em: 02 de maio 2020.

LINES, J.; ROBB, D. H.; KESTIN, S. C.; CROOK, S. C.; BENSON, T. Electric Stunning: A Humane Slaughter Method for Trout. **Aquacultural Engineering**, v. 28, n. 3-4, p.141-154, 2003. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/222705566_Electric_stunning_A_humane_slaughter_method_for_trout> Acesso em: 11 ago. 2021

LOWE, T. E.; RYDER, J. M.; CARRAGHER, J. F.; WELLS, R. M. G. Flesh Quality in Snapper, *Pagrus Auratus*, affected by capture stress. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 4, p.770-773, 1993. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1993.tb09355.x>>

Acesso em: 02 de maio 2020.

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

MORZEL, M.; VAN DE VIS, H. Effects of the slaughter method on the quality of raw and smoked eels (*Anguilla Anguilla L.*). **Aquaculture Research**, v.34, p.1-11, 2003.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262867490_Effect_of_the_slaughter_method_on_the_quality_of_raw_and_smoked_eels_Anguilla_anguilla_L>. Acesso em: 01 de abril 2020.

MORZEL, M.; SOHIER, D.; VAN DE VIS, H. Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 1, p. 19–28, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.1253>>. Acesso em: 01 de abril 2020.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, v. 1, p. 430, 1999.

OIE. **Código Sanitário para os Animais Aquáticos**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/Capitulo7_2.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. D.; OLIVEIRA, C. A. F. D.; SOBRAL, P. J. D. A.; BALIEIRO, J.C.D.C.; NATORI, M.M.; VIEGAS, E.M.M. How stunning methods affect the quality of Nile tilapia meat. **CyTA - Journal of Food**, v.13, p.56-62, 2015. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2014.911211?scroll=top&neededAccess=true>>. Acesso em: 11 de agosto de 2020.

OLSEN, S. H.; SORENSEN, N. K.; STONNO, S. K.; ELVEVOLL, E. O. Effect of slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.258, p.462–469, 2006.

ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP. **European Food Research and Technology**, v. 219, p. 211-216, 2004.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226569929_Effects_of_slaughtering_methods_on_sensory_chemical_and_microbiological_quality_of_rainbow_trout_Onchorynchus_mykiss_stored_in_ice_and_MAP>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

PEDRAZZANI, Ana Silvia. **O reconhecimento da sciência e proposta de método alternativo de abate**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/16898> >. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PEDRAZZANI, A. S.; CARNEIRO, P. C. F.; KIRSCHNIK, P. G; MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarcose no bem-estar e na qualidade da carne de tilapia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, v.10, n.1, p.188-197. 2009.

PEDRAZZANI, A. S.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M.; CARNEIRO, P. C. F.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar de peixes e a questão da sciência. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 12, p. 60-70, 2007.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C. F. M., CARNEIRO, P. C. F.; CASTILHO, M. D. Sciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Revista Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v.102, p.24-29, 2007.

PEDRAZZANI, A. S., OSTRENSKY, A., CARNEIRO, P. C. F., GAYER, M. V., MOLENTO, C.F.M. Opinião pública e educação sobre abate humanitário de peixes no município de Araucária, Paraná. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, p. 976-983, 2008.

PEIXEBR, Associação Brasileira de Piscicultura. 2018. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2018. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2018/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

POLI, B. M.; PARISI, G.; SCAPPINI, F.; ZAMPACAVALLO, G. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. **Aquaculture International**, v.13, n.1-2, p.29-49, 2005. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-004-9035-1>> Acesso em 10 de novembro de 2020.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1999.

RABELO, A. M. A. **Métodos físicos para análise do pescado**, seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado. Santos, ITAL, SBCTA, 1988.

RAHMANIFARAH, K.; SHABANPOUR, B.; SATTARI, A. Effects of Clove Oil on Behavior and Flesh Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio L.*) in Comparison with Pre-slaughter CO₂ Stunning, Chilling and Asphyxia. **Turkish Journal of Fisheries**

and Aquatic Sciences, v.11, p.139-147, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278012966_Effects_of_Clove_Oil_on_Behavior_and_Flesh_Quality_of_Common_Carp_Cyprinus_carpio_L_in_Comparison_with_Pre-slaughter_CO2_Stunning_Chilling_and_Asphyxia> Acesso em 10 de novembro de 2020

ROBB, D.; KESTIN, S.; LINES, J. Progress with humane slaughter. **Fish Farmer**. November/December 2000, 44p.

ROBB, D. H. F.; WOTTON, S. B.; VAN DE VIS, J. W. Preslaughter electrical stunning of eels. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 37-42, 2002.

ROÇA, R. O. Abate Humanitário melhora a carne: bem-estar animal na hora do abate influencia na qualidade do produto. **Revista Açougueiro & Frigorífico**. São Paulo, v.5, n. 42, p. 28-30, 1999.

RODRÍGUEZ-JEREZ, J. J.; MORA-VENTURA, T.; CIVERA, T. Istamina e prodotti ittici: un problema attuale. I: Fattori implicati. **Industrie alimentari**, v.33, n.324, p.299-307, 1994.

ROTH, B.; IMSLAND, A. K.; FOSS, A. Live chilling of turbot and subsequent effect on behaviour, muscle stiffness, muscle quality, blood gases and chemistry. **Animal Welfare**, v.18, p.33-41, 2009.

ROTH, B.; IMSLAND, A. K.; GUNNARSSON, S.; FOSS, A.; SHELVIS-SMITH, R. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a comparison between different stunning methods. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. 754-761, 2007.

ROTH, B.; MOELLER, D.; VELAND, J. O.; IMSLAND, A.; SLINDE, E. The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, n.67, v.4, p.1462-1466, 2002.

ROTH, B.; SLINDE, E.; ROBB, D. H. F. Field evaluation of live chilling with CO₂ on stunning Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the subsequent effect on quality. **Aquaculture Research**, 37: 799-804. 2006.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229985317_Field_evaluation_of_live_chilling_with_CO2_on_stunning_Atlantic_salmon_Salmo_salar_and_the_subsequent_effect_on_quality> Acesso em: 18 de março de 2020.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*, L) stored in ice.

Journal of Food Science, v. 66, n. 7, p. 1030-1032, 2001.

Disponível

em:

<https://www.researchgate.net/publication/227534254_Production_of_Biogenic_Amines_and_Their_Potential_Use_as_Quality_Control_Indices_for_Hake_Merluccius_merluccius_L_Stored_in_Ice> Acesso em: 05 agosto de 2020.

SAITO, T. A new method for estimating the freshness of fish. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 24, p. 749-750, 1959. Disponível em:

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/24/9/24_9_749/_article>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SANTANA, A. P.; MURATA, L. S.; MACMANUS, C. P.; BERNAL, F. E. M. Dosagem de cortisol sanguíneo em suínos submetidos ao manejo pré-abate e insensibilização elétrica. **Archivos de Zootecnia**, v.58: p.149-152. 2009.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/250393184_Dosagem_de_cortisol_sanguineo_em_suinos_submetidos_ao_manejo_pre-abate_e_insensibilizacao_eletrica>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SANTOS, Ana Paula Billar dos. **Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, Elaine Cristina Batista dos. **Métodos de abate e qualidade da Tilápia do Nilo**. 2013. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SANTOS, Nathalia Azola dos. **Adensamento e métodos de abate sobre a qualidade e perfil sensorial de filés de Tilápia do Nilo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

SAVAY DA SILVA, L. K.; RIGGO, R.; MARTINS, P. E.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Otimização e padronização do uso de metodologia para a determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarão *Xyphopenaeus kroyeri*. **Brazilian Journal of Food and Technology**. Campinas, n.20, p. 138-144, 2008.

SCHERER, R.; AUGUSTI, P. R.; BOCHI, V. C.; STEFFENS, C.; FRIES, L. L. M.;

- DANIEL, A. N.; KUBOTA, E. H.; RADUNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. **Food Chemistry**, n. 99, p. 136-142, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223538651_Chemical_and_microbiological_quality_of_grass_carp_Ctenopharyngodon_idella_slaughtered_different_methods>. Acesso em: 18 junho de 2020.
- SCHERER, R.; AUGUSTI, P. R.; STEFFEN, C.; BOCHI, V. C.; HECKTHEUER, L. H.; LAZZARI, R.; RADUNZ-NETO, J.; POMBLUM, S. C. G.; EMANUELLI, T. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 5, p.348-353, 2005.
- SCHERER, R.; SCHOOR, A. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. **Journal Food Science**, v.70, p. 348-354, 2005.
- SHEPHARD, K. L. Functions for fish mucus. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 4, n. 4, p. 401-429, 1994.
- SKJERVOLD, P. O.; FJÆRA S. O.; ØSTBY P. B.; EINEN O. Live-Chilling and Crowding Stress Before Slaughter of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.192, p.265-80, 2001.
- SNEDDON, L. U.; BRAITHWAITE, V. A.; GENTLE, M. J. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, n. 270, v. 1520, p. 1115-1121, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1691351/>>. Acesso em: 01 de julho 2020.
- SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71, n.1, p.1-10, 2012
- SOUTHGATE, P.; WALL, T. Welfare of farmed fish at slaughter. **The Humane Society**, v. 23, n. 5, p. 277, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255638560_An_HSUS_Report_The_Welfare_of_Farmed_Fish_at_Slaughter>. Acesso em: 04 de maio de 2020
- SWATLAND, H. J. Slaughtering. **Animal Biosciences**. v. 9, p. 10, 2000. Disponível em: <<http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm>> Acesso em: 08 de setembro de 2021.

TERLOUW, E. M. C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E. L.; DEISS, V.; LEFEVRE, F.; LENSINK, B. J.; MOUNIER, L. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **Animal**, n. 2, p. 1501-1517, 2008.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et. al. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: **TecArt**, 2004.

VAN DE VIS, H.; KESTIN, S.; ROBB, D.; OEHLENSCHLAGER, J.; LAMBOOIJ, B.; MUNKNER, W.; KUHLMANN, H.; TEJADA, M.; HUIDOBRO, A.; OTTERA, H.; ROTH, B.; SORENSEN, N. K.; AKSE, L.; BYRNE, H.; NESVADBA, P. Is humane slaughter of fish possible for industry?. **Aquaculture Research**, v. 34, 2003.

VARGAS, Sheyla Cristina. **Avaliação de métodos de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenados em gelo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Qualidade e Produtividade Animal) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

VENTURINI, F. P.; BALDI, S. C. V.; PARISI, G.; COSTA, T. D.; RUCINQUE, D. S.; MELO, M. P.; VIEGAS, E. M. M. Effects of different stunning methods on blood markers and enzymatic activity of stress responses of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Italian Journal of Animal Science**, v.17, n.4, p.1094-1098, 2018.

VIEGAS, E. M.; PIMENTA, F. A.; PREVIERO, T. C.; GONÇALVES, L. U.; DURÃES, J. P.; RIBEIRO, M. A. R.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 237, p. 41-50, 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017.

WOLFFFROM, T.; SANTOS, M. L. **Farmed Fish and Welfare**. European commission. Directorate-general for fisheries – Research and Scientific Analysis Unit, 2004, 39p.

Disponível em:
<https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/aq2008_09/root/i0218e.pdf> Acesso em: 08 de setembro de 2021.

YUE, S.; MOCCIA, R. D.; DUNCAN, I. J. Investigating fear in domestic rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using an avoidance learning task. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 87, p. 343-354, 2004.

5 Artigo 2: Avaliação do método de termonarçose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado

Artigo científico a ser submetido à revista Ciência Rural

Avaliação do método de termonarcose na insensibilização de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado

Rafael Severino Duarte¹; João Rodrigo Gil de los Santos²

¹Médico Veterinário, Serviço de Inspeção Municipal-Rolante/RS, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos-FAEM-UFPel

²Professor Associado da Faculdade de Veterinária-UFPel, Professor permanente do Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- FAEM-UFPel

Resumo

A aquicultura no Brasil encontra-se em uma fase de expansão, porém ainda não existem diretrizes que normatizem a etapa do pré-abate, principalmente na aplicação da insensibilização, a qual é considerada como um fator estressante aos peixes, podendo induzir a uma resolução precoce do *rigor mortis*, alterando assim as características sensoriais e diminuindo a vida útil do produto. Sendo a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a espécie de peixe mais produzida no país, a mesma deve ser amplamente estudada, pois assume grande importância econômica no setor da aquicultura. No Brasil a maioria dos frigoríficos de pescado utiliza a termonarcose, como forma de insensibilização pré-abate. Contudo, não existe uma padronização desse método. O objetivo desse trabalho foi avaliar a termonarcose, como método de insensibilização em tilápia do Nilo, e seu efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis em filés congelados. Foram utilizadas 60 Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de 650g e comprimento médio de 29,72cm. Para a avaliação da termonarcose foi utilizado um tanque de insensibilização, o qual continha uma mistura de água e gelo na proporção de 1:1. Foram testadas 6 (seis) faixas de temperatura: grupo 1 (0 a 1º C), grupo 2 (1 a 2º C), grupo 3 (2 a 3º C), grupo 4 (3 a 4º C), grupo 5 (4 a 5º C) e grupo 6 (5 a 6º C). Os peixes dos grupos 1, 2 e 3, perderam de forma mais rápida os sinais de consciência ($p < 0,001$). Não houve alteração das características dos filés em relação aos valores de pH (6,86 a 7,00) e BNVT (6,36 a 8,61 mg N/100 g), estando de acordo com os estipulados pela legislação vigente. A faixa de temperatura entre 0 a 3º C foi a que apresentou o melhor resultado entre os tratamentos aplicados, sendo a recomendada para a insensibilização de Tilápias do Nilo.

Palavras-chave: peixe. atordoamento. choque térmico. frescor.

An evaluation of the thermonarcosis method in the stunning of Nile Tilapias (*Oreochromis niloticus*) and the effect on pH and total volatile nitrogenous bases in frozen fillet.

Rafael Severino Duarte¹; João Rodrigo Gil de los Santos²

¹Médico Veterinário, Serviço de Inspeção Municipal-Rolante/RS, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos-FAEM-UFPel

²Professor Associado da Faculdade de Veterinária-UFPel, Professor permanente do Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- FAEM-UFPel

Abstract

While the Brazilian aquaculture is expanding, there are still no guidelines to regulate the pre-slaughter stage, especially in the application of stunning, a stress factor that can lead to premature resolution of rigor mortis, which can alter its sensorial characteristics and decrease the shelf life of the product. As Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the most produced fish species in the country, it should be widely studied, since it assumes great economic importance in the aquaculture market. In Brazil, most slaughterhouses use thermonarcosis as a pre-slaughter stunning method. However, this method is not standardized. This study aimed to evaluate the thermonarcosis as a stunning method for Nile Tilapia and the effect on pH and total volatile nitrogenous bases in frozen fillet. A total of 60 Nile Tilapias were used, with an average weight of 650g and an average length of 29.72cm. An ice-water mixture in a 1:1 ratio was used to evaluate the thermonarcosis. Six temperature ranges were tested: group 1 (0 to 1°C), group 2 (1 to 2°C), group 3 (2 to 3°C), group 4 (3 to 4°C), group 5 (4 to 5°C), and group 6 (5 to 6°C). The fish in groups 1, 2, and 3, showed faster loss of consciousness ($p < 0,001$). No changes were observed in the characteristics of the fillets in relation to pH (6,86 to 7,00) and TVBN (6,36 to 8,61 mg N/100 g), which are in agreement with those set by Brazilian regulations. The temperature range between 0 and 3° C showed the best result among the treatments applied, being recommended for the stunning of Nile Tilapia.

Keywords: fish. stunning. thermal shock. freshness

1 Introdução

A produção mundial de peixes de cultivo vem aumentando nos últimos anos, sendo que em 2019 foram produzidas cerca de 84 milhões de toneladas (PEIXE BR, 2019). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais produzidas no mundo, com 6,4 milhões de toneladas, em 2019, tendo a produção brasileira representando 6,67% (432.149 toneladas) dessa produção. Com esse resultado, o Brasil ocupou a 4ª posição entre os maiores produtores mundiais (PEIXE BR, 2020). Em 2020 a produção brasileira de tilápia foi destaque e cresceu 12,5%, atingindo 486.155 toneladas. Com esse excelente desempenho, a espécie consolidou-se ainda mais no cenário nacional e sua participação na produção total de peixes de cultivo passou para 60.6%, sendo a espécie mais produzida no Brasil (PEIXE BR, 2021).

A Tilápia é considerada a espécie de água doce que mais cresce em condições de produção em cativeiro, pois se adapta bem a diferentes condições de qualidade da água, podendo ser criada em viveiros e tanques-rede (FURUYA, 2010). Isso se deve também em razão de sua resistência a temperaturas baixas e elevadas, e a concentrações baixas e altas de oxigênio dissolvido (POPMA & PHELPS, 1998). Além disso, suportam uma ampla faixa de pH da água, conseguindo até mesmo crescer e se reproduzir em águas salobras e salgadas (KUBITZA, 2011). São peixes com grande rusticidade e facilidade de comercialização (ZANOLO & YAMAMURA, 2006), pois atingem um peso variável entre 300g e 500g em apenas seis meses de vida, característica que agrada a indústria para o processamento e pelo fato da carcaça poder ser processada para obtenção de subprodutos (SOUZA, 2002). Além disso, tem boa aceitação do público consumidor, já que a carne é branca e firme, possui sabor pouco acentuado, não apresenta odor desagradável e não possui espinhos em forma de “Y” (mioceptos) (KUBITZA & KUBITZA, 2000; FURUYA, 2010 e CAMARGO, 2013).

Segundo Pedrazzani et al. (2007), com o avanço na piscicultura e sua representatividade na economia brasileira, a sociedade passou a exigir dos criadores uma maior produção e preocupação com questões que envolvem o bem-estar do pescado. Por isso, a atenção com o estresse na piscicultura aumentou nos últimos anos, por ser uma questão importante no bem-estar dos peixes (ASHLEY, 2007) e por alterar atributos de qualidade da carne (LAMBOOIJ et al., 2002).

Em pescado, qualidade define-se como o conjunto de características mensuráveis que permita avaliá-lo, considerando-o próprio ou impróprio para consumo (SANTOS, 2011), onde o principal fator relacionado é o seu grau de frescor (SOARES & GONÇALVES, 2012). Segundo Galvão (2014), o frescor do pescado pode ser avaliado por métodos sensoriais, microbiológicos ou físico-químicos. No entanto, a subjetividade dos métodos sensoriais, a demora e o custo elevado dos testes microbiológicos, fazem com que os métodos químicos que quantificam os produtos derivados da ação enzimática endógena e exógena sejam os mais utilizados para avaliar o frescor do pescado. Os métodos químicos para o controle de qualidade de peixes estão baseados nas alterações quantitativas ou qualitativas dos compostos de fração nitrogenada não proteica do músculo. A detecção de alterações progressivas dessas substâncias, no músculo do pescado, durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerar tais substâncias como potenciais índices de frescor (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

O abate ideal deve ser fácil, rápido, higiênico, humanitário evitando sofrimento ao animal e menores perdas à integridade da carne (CAGGIANO, 2002). Em relação ao abate de peixes, não há uma lei específica para protegê-los nessa fase, diferente de outros animais (VIEGAS et al., 2012). Até mesmo a nova legislação, Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização (BRASIL, 2021), inclui somente mamíferos, aves domésticas, animais silvestres criados em cativeiro e pescado, no qual considera os anfíbios e os répteis não fazendo nenhuma menção aos peixes, assim como a legislação anterior.

Diferentes métodos para insensibilizar peixes têm sido pesquisados para tornar o abate humanitário, por isso a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) recomenda através do Código Sanitário para os Animais Aquáticos (OIE, 2018), quais são os princípios gerais que devem ser aplicados. Segundo Costa (2019), não existem informações conclusivas sobre o melhor método de insensibilização para a Tilápia do Nilo, que seja menos estressante e que proporcione melhor qualidade de carne. No Brasil a maioria das empresas utiliza a imersão dos peixes em gelo ou em água gelada, como forma de insensibilização pré-abate, caracterizando a termonarose ou choque térmico (PEDRAZZANI et al., 2009).

Segundo Viegas et al. (2012), o choque térmico com água e gelo é um dos

métodos de abate mais utilizados nas principais espécies de peixes de cultivo marinho e continental além de também ser um dos mais utilizados na indústria devido à facilidade de execução (MATOS et al., 2010), sendo amplamente utilizada para diversas espécies de peixes, principalmente para os tropicais, pois o resfriamento acelerado resulta na rápida interrupção da movimentação dos peixes (LINES & SPENCE, 2012). Contudo, a utilização dessa técnica foi questionada pela possibilidade em causar sofrimento aos animais devido ao tempo necessário para atingir a insensibilização (FERREIRA et al., 2018). Porém, a eficiência da técnica parece depender da temperatura da água e da espécie envolvida no processo (ZAMPACAVALLLO et al., 2015). A falta da padronização do método e o fato da Tilápia do Nilo ser a espécie mais produzida no mundo (PEIXE BR, 2020) tornaram necessária a padronização da metodologia para essa espécie.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a termonarcole em diferentes temperaturas, como método de insensibilização em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), e seu efeito sobre o pH e bases nitrogenadas voláteis totais em filé congelado.

2 Material e métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (Processo 23110.044571/2019-22), sendo realizado no município de Rolante/RS em parceria com uma empresa (Unidade de Beneficiamento de Pescado e Produtos de Pescado) que realiza o abate de Tilápias do Nilo, ocorrendo dessa forma à permissão de utilização de sua infraestrutura.

A empresa adquiriu animais para a sua produção e forneceu uma quantidade de 100 (cem) exemplares de Tilápias do Nilo para a realização do experimento. Os animais utilizados no estudo apresentavam peso médio aproximado de 650 g por animal. Os peixes foram alojados em dois tanques de alvenaria com capacidade de 5000L de água e renovação constante (tanques de depuração), nos quais permaneceram em jejum por 48h para a realização da depuração. A temperatura do tanque de depuração foi monitorada e manteve-se em 22°C durante a realização do experimento.

Para avaliação e padronização da termonarcole utilizou-se um tanque de

insensibilização, no qual foi colocada uma mistura de água em gelo na proporção inicial de 1:1, sendo realizada a adição de gelo, conforme necessário para a adequação das temperaturas. Foram testados 6 (seis) tratamentos de insensibilização, com 10 (dez) animais cada, empregando-se as seguintes faixas de temperatura: grupo 1 (0 a 1º C), grupo 2 (1 a 2º C), grupo 3 (2 a 3º C), grupo 4 (3 a 4º C), grupo 5 (4 a 5º C) e grupo 6 (5 a 6º C). Para a aferição das temperaturas utilizou-se um termômetro do tipo espeto, resistente à água.

Previamente à colocação dos animais no tanque de insensibilização aguardava-se a estabilização da temperatura da água no intervalo desejado. Depois de atingida a temperatura desejada, retirava-se um lote de 10 Tilápias, escolhidas ao acaso, do tanque de depuração e colocava-se no tanque de insensibilização com a utilização de passaguá (puçá de alumínio com rede), dando início ao procedimento de insensibilização. A partir desse momento, avaliaram-se os tempos de insensibilização dos animais, cronometrando-se os períodos de persistência de manifestação dos sinais de consciência.

A avaliação da insensibilização realizou-se segundo as determinações do Código Sanitário para os Animais Aquáticos (OIE, 2018) considerando-a adequada quando observadas ausência de movimentos corporais (natação e equilíbrio), ausência de movimentos respiratórios (operculares) e a perda do reflexo vestibulo-ocular (rotação dos olhos), isto é, incapacidade de estabilizar o olhar durante os movimentos da cabeça. Após a verificação da adequada insensibilização os animais eram colocados em caixas plásticas e transferidos através de óculo para a sala de abate, onde ocorria a operação de sangria, através do corte dos arcos branquiais, como método de abate. O tempo aproximado entre os procedimentos de insensibilização e sangria foi de 30 segundos.

Após a retirada dos animais insensibilizados do tanque e a transferência para a sala de abate, ocorria o ajuste na temperatura do tanque de insensibilização para a próxima faixa de temperatura de tratamento e o procedimento era repetido. Para a realização do experimento foram utilizados 60 animais, sendo os demais posteriormente abatidos pela empresa e utilizados na sua produção.

Depois de serem sangrados, os animais eram colocados na máquina de lavagem e descamação, seguindo posteriormente para a seção de corte das nadadeiras e evisceração, lavagem interna com escova e retirada da pele, por meio de máquina adequada, sendo então as carcaças transferidas através de óculo para

a sala de filetagem. Os filés de cada grupo foram colocados em sacos plásticos identificados e conduzidos ao túnel de congelamento a -25°C por aproximadamente 12 horas. Depois de atingida a temperatura mínima de -18°C no interior do filé, os mesmos foram transferidos à câmara de estocagem de congelados (-18° a -20°C), permanecendo nesse local por um período de aproximadamente 24 horas, aguardando o envio para o laboratório.

No dia seguinte, os pacotes foram acondicionados em caixas térmicas com gelo e transportados ao laboratório, para a realização das análises físico-químicas, utilizando-se as metodologias propostas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018 (BRASIL, 2018). Foram avaliados o pH e as Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT), segundo determina a Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017 (BRASIL, 2017), sendo os dados obtidos tabulados e analisados.

Os dados referentes aos tempos de insensibilização foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Mínima Diferença Significativa de Fischer (LSD), para isso foi utilizado o programa Bioestat 5.0 (AYRES et al. 2007).

3 Resultados e discussão

Durante a aplicação da termonarcorese, os peixes apresentaram diferentes tempos de perda dos sinais e imobilidade em função da diferença de temperatura da água. Dentre as seis faixas de temperatura aplicadas, o Grupo 1 (0 a 1°C) apresentou a menor média de tempo (229,3 segundos) para atingir a insensibilização e o Grupo 6 (4 a 5°C) obteve a maior média (577,9 segundos) (Tabela 1) .

Tabela 1. Tempos de insensibilização, em segundos, verificados em cada um dos animais utilizados no experimento, de acordo com o tratamento (faixa de temperatura) ao qual foi submetido.

Animais	Grupo 1 (0 a 1°C)	Grupo 2 (1 a 2°C)	Grupo 3 (2 a 3°C)	Grupo 4 (3 a 4°C)	Grupo 5 (4 a 5°C)	Grupo 6 (5 a 6°C)
1	90	128	152	270	270	396
2	138	153	168	340	438	438
3	145	209	175	340	471	470
4	150	212	192	340	494	530
5	265	246	205	433	505	555
6	270	261	276	486	515	637
7	285	280	295	500	520	650
8	300	342	300	540	520	693
9	320	347	460	550	560	700
10	330	350	480	550	565	710
Média	229,3	252,8	270,3	434,9	485,8	577,9

As faixas de temperaturas utilizadas nesse trabalho influenciaram significativamente ($p < 0,05$) no tempo de persistência da manifestação dos sinais de consciência dos animais (Figura 1).

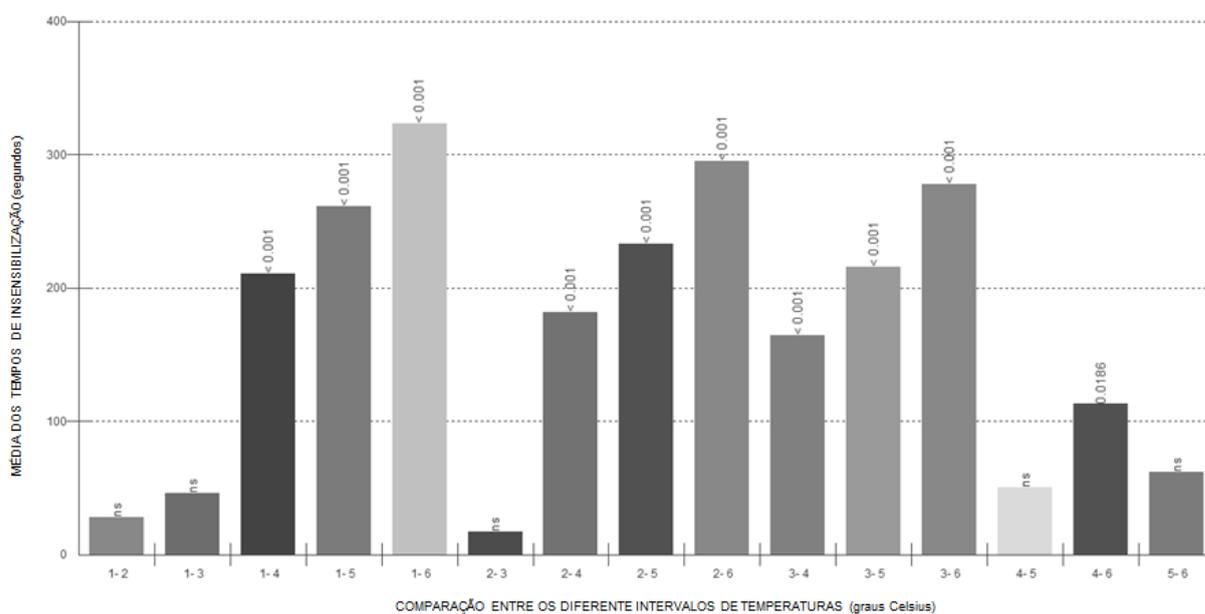


Figura 1. Comparação entre as médias dos tempos de insensibilização dos animais (em segundos) obtidas nos diferentes tratamentos de temperatura aplicados no experimento, pelo teste de Mínima Diferença Significativa de Fischer (LSD).

A comparação das médias dos tempos de insensibilização entre as faixas de temperaturas analisadas (Figura 1) indica que os grupos (1, 2 e 3) que abrangeram a

faixa de temperatura entre 0 a 3° C, não apresentaram diferença significativa entre eles ($p > 0,05$) indicando que nessa faixa de temperatura não há influência no tempo para se atingir a insensibilização dos animais. Além disso, os peixes desses grupos (1, 2 e 3), perderam de forma mais rápida os sinais de consciência (média de 229,3, 252,8 e 270,3 segundos, respectivamente), quando comparados aos demais grupos (4, 5 e 6) ($p < 0,001$). O maior tempo de insensibilização foi obtido no grupo 6 (5 a 6°C) com 577,9 segundos.

Essa diferença na velocidade da perda da consciência dos animais deve-se ao fato da Tilápia ser uma espécie proveniente de águas tropicais, apresentando conforto térmico entre 27°C e 32°C (KUBITZA & KUBITZA, 2000), onde o resfriamento rápido reduz a temperatura corporal do animal, o consumo de oxigênio e também o metabolismo, levando a uma rápida interrupção da movimentação dos peixes (ROSS & ROSS, 2008). Segundo a EFSA (2004), os peixes por serem animais pecilotérmicos podem se adaptar às mudanças de temperatura no ambiente, mas isso leva um período de dias para acontecer, e quando submetidos a uma mudança extrema e rápida de temperatura, sofrem o efeito de paralisia pelo frio tendo o seu metabolismo desacelerado, o que faz alcançar a inconsciência mais rapidamente.

Segundo Robb & Kestin (2002), a maioria dos estabelecimentos que realizam o abate de pescados e utilizam a termonarcole, fazem com que os animais permaneçam no tanque de insensibilização por um período de tempo de 10 a 15 minutos antes da sangria. O presente estudo demonstra que o tempo de espera para a realização do abate por esses estabelecimentos pode ser consideravelmente reduzido. Pedrazzani et al. (2009), com objetivo de comparar o efeito de dois métodos de insensibilização (secção da medula e termonarcole) no grau de bem-estar da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), verificaram que os animais atingiram a insensibilização, com a utilização da termonarcole, em um tempo médio de 750 segundos, demonstrando uma diferença de 2 minutos e 52 segundos, em relação ao maior tempo encontrado no presente trabalho. Essa diferença possivelmente esteja relacionada ao fato de que Pedrazzani et al. (2009) podem não ter realizado controle de temperatura da água de insensibilização, visto que esse procedimento não foi mencionado em seu trabalho. Nossos resultados sugerem que quanto menor a temperatura da água, menor será o tempo para que o animal fique insensibilizado, tornando essencial o controle e manutenção da temperatura no tanque de

insensibilização. Já, em comparação a Santos (2013), cujo tempo de insensibilização foi 840 segundos, a diferença é ainda maior (262,1 segundos), equivalentes a aproximadamente 4 minutos e 22 segundos. Essa diferença deve estar relacionada à proporção da quantidade de água e gelo (2:1), e pelo fato de não haver clareza se houve uma verificação e controle da temperatura da água do tanque.

O presente estudo em comparação com os demais trabalhos citados demonstra que se faz necessário uma padronização do método de termonarrose, essencialmente com relação à proporção de água e gelo no tanque de insensibilização e o controle e manutenção da temperatura nesse local. Esse fato também pode ser percebido no estudo realizado por Pinheiro (2019), o qual menciona que utilizou a insensibilização por meio de choque térmico (água e gelo na proporção de 2:1, respectivamente), onde os animais permanecem por aproximadamente 40 minutos. Esse resultado, em comparação ao presente estudo, indica que a proporção de água e gelo no tanque, pode afetar a temperatura da água, aumentando o tempo necessário para atingir a insensibilização.

Além do tempo, outro fator que deve ser considerado é o efeito gerado pelo método de insensibilização sobre o pH e as bases voláteis totais (OLIVEIRA FILHO et al., 2015). Os resultados das análises físico-químicas das amostras dos filés dos animais foram divididos em dois grupos, com base nas menores (0 a 3^o C) e maiores (3 a 6^o C) temperaturas de insensibilização (Grupo A e B, respectivamente). Foram calculadas as médias das amostras em cada grupo, sendo os resultados apresentados na Figura 2.

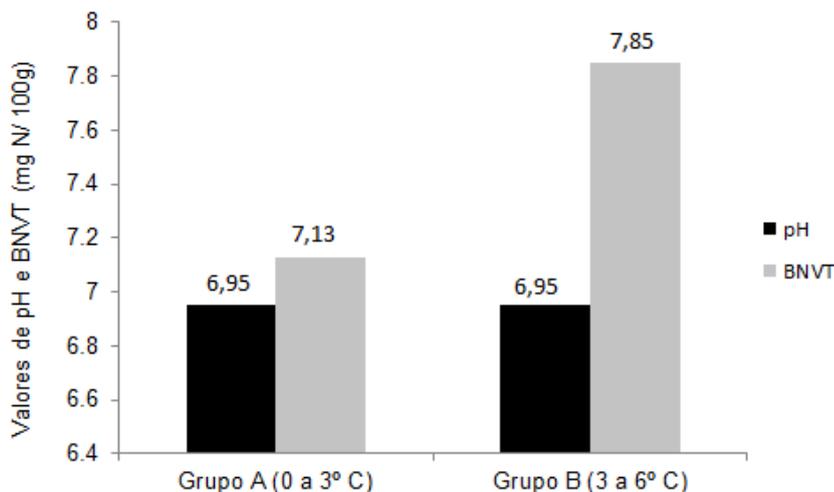


Figura 2: Valores de pH e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) dos filés congelados de Tilápias do Nilo, utilizando como método de insensibilização a termonarcose, com base nas menores e maiores temperaturas de insensibilização. Grupo A: grupos 1, 2 e 3; Grupo B: grupos 4, 5 e 6.

A análise do pH é um parâmetro comumente utilizado nos atributos de frescor do filé congelado, pois o processo de deterioração altera quase sempre a concentração de íon-hidrogênio do alimento (ERICKSON et al., 1997). Segundo Soares et al. (1998), de uma maneira geral, com o início do *rigor mortis*, o pH do peixe cai de 7,0 para 6,5 subindo rapidamente a níveis de 6,6 a 6,8. A queda do pH é rápida e depende principalmente das condições de pesca, uma vez que as reservas de glicogênio dependem da resistência que os peixes opõem à captura.

No presente estudo foram encontrados valores da média de pH (6,95), sendo iguais para os dois grupos (A e B), demonstrando que a variação da temperatura de insensibilização utilizada não ocasionou dor e estresse no momento do abate, fazendo com que o *rigor mortis* não viesse a ocorrer de forma acelerada, não havendo, portanto, aumento nas reações químicas que ocorrem durante esse processo, que associadas a redução das reservas de glicogênio e incremento do nível de ácido lático ocasionado pelo estresse da captura ou do abate, aceleram a degradação do pescado. Além disso, os filés foram submetidos a baixas temperaturas, fazendo com que a queda no valor do pH inicial fosse retardada, adiando assim a entrada no *rigor mortis*, sendo dessa forma importante para a manutenção da qualidade da carne.

Além do pH, outro indicador de qualidade da carne de peixe bastante utilizado é o conteúdo de BNVT, o qual tem sido empregado como índices de frescor para pescado (RUIZ-CAPILLAS & MORAL, 2001). Segundo Savay (2009), estudos de

correlação entre as variáveis pH e BNVT, em experimentos com filés de Tilápia, mostraram relação diretamente proporcional entre esses parâmetros.

No presente trabalho os valores encontrados de BNVT entre os grupos A e B foram de 7,13 e 7,85 mg N/100 g de carne, respectivamente. Esse pequeno acúmulo de substâncias voláteis deve-se, provavelmente, ao fato da resolução do *rigor mortis* ter sido prolongada, devido a ausência de estresse nos animais, fazendo com que a decomposição das proteínas (autólise) devido as reações das enzimas endógenas, como por exemplo, a catepsina, e das exógenas provenientes da ação bacteriana, viessem a ocorrer de forma tardia. Esses resultados indicam que os filés congelados mantiveram um excelente estado de frescor, pois segundo Ogawa & Maia (1999), para os peixes serem considerados frescos, o teor de BNVT deve atingir de 5 a 10 mg N/100 g de carne. Além disso, para esses autores os peixes com frescor satisfatório terão teores de BNVT de 15 a 25 mg N/100 g. Já o início das alterações ocorre quando os valores chegam entre 30 a 40 mg N/100 g e quando os valores estão acima de 50 mg N/100 g de músculo, os peixes se encontram deteriorados.

No presente trabalho, os valores encontrados de pH e de BNVT estiveram de acordo com os estipulados pela legislação vigente, Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017 (BRASIL, 2017), que aprova o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado, a qual estabelece como limite máximo de 7,0 para o pH na parte interna do músculo do pescado e valores de BNVT inferiores a 30 mg N/100 g, para que seja considerado fresco, demonstrando assim que o método de termonarcese não interferiu na qualidade do produto final, pois manteve o frescor dos filés congelados, sob o ponto de vista físico - químico.

4 Conclusões

Conclui-se que as temperaturas mais adequadas para realizar a insensibilização da Tilápia do Nilo, pelo método de termonarcese, foram entre 0 e 3º C. Além disso, as temperaturas avaliadas mantiveram o frescor dos filés congelados, com base nos indicadores físico-químicos pH e teor de BNVT, estando dentro dos limites aceitáveis pela legislação brasileira. Desta forma, os resultados indicam que as temperaturas utilizadas nesse trabalho podem ser aplicadas no processo de abate de Tilápias do Nilo.

5 Referências Bibliográficas

ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 104, p. 199-235, 2007.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **Ong Mamiraua**. Belém, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.21, de 31 de maio de 2017**: Anexo I: Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p.5, 2017. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>-

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.30, de 26 de junho de 2018**: Estabelece como oficiais os métodos constantes do Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p.9, 2018. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>-

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29896222/do1-2018-07-13-instrucao-normativa-n-30-de-26-de-junho-de-2018-29896212](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29896222/do1-2018-07-13-instrucao-normativa-n-30-de-26-de-junho-de-2018-29896212)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021**. Regulamento técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização. Diário Oficial da União, Brasília, p.1-4, 16 de julho de 2021.

Disponível em:

<<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/07/2021&jornal=600&pagina=1&totalArquivos=4>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CAGGIANO, M. Quality in harvesting and post-harvesting procedures –influence on quality. Fish freshness and quality assessment for sea bass and sea bream. Global quality assessment in Mediterranean aquaculture. **Cahiers Options Méditerranéennes**. Zaragoza, n. 51, p. 55-61, 2002. Disponível em: <<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600291>>. Acesso em: 08 de

setembro de 2021.

CAMARGO, Douglas Jardelino de. **Suplementação mineral e vitamínica para alevinos de tilápia do Nilo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.

COSTA, Thayssa Duarte. **Jejum e insensibilização pré-abate em tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. Tese (Doutorado em zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific report of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods. **The EFSA Journal**, v. 45, p. 1-241. 2004.

ERIKSON, U.; BEYER, A. R.; SIGHOLT, T. Muscle high-energy phosphates and stress affect K-values during ice storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, v. 62, n. 1, p. 43-47, 1997.

FERREIRA N. A.; ARAÚJO R. V.; CAMPOS E. C. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. **Pubvet**. v. 12, n. 7, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n7a137.1-14>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para nutrição de Tilápias**. 21 ed. Toledo: GFM, 2010. Disponível em: < https://www2.uepg.br/bacharelado-zootecnia/wp-content/uploads/sites/98/2021/04/Tabelas_Brasileiras_Tilapias.pdf > Acesso em 08 de setembro de 2021.

GALVÃO, J. A.; OETTTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

KUBITZA, F.O. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 21, p.1019, 2011.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Tilápias. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 59, p. 44-53, 2000.

LAMBOOIJ, E.; VAN DER VIS, J. W.; KLOOSTERBOER, R. J.; PIETERSE, C. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed eel (*Anguilla Anguilla L.*):

neurological and behavioural assessment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 210, p.159-169, 2002.

LAPA-GUIMARAES J. **Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e ureia como índices químicos de qualidade e frescor de pescado**. 2005. Tese (Doutorado em tecnologia de alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de alimentos, Faculdade de Tecnologia de alimentos, Universidade Estadual de São Paulo, Campinas, 2005.

Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255378>>. Acesso em: 10 agosto de 2021.

LINES, J. A.; SPENCE, J. Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n.1, p.153-162, 2012.

MATOS, E.; GONÇALVES, A.; NUNES, M. L.; DINIS, M. T.; DIAS, J. Effect of harvesting stress and slaughter conditions on selected flesh quality criteria of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.b305, p.b66-72, 2010.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, v. 1, p. 430, 1999.

OIE. **Código Sanitário para os Animais Aquáticos**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/Capitulo7_2.pdf>. Acesso em: Acesso em 08 de setembro de 2021.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. D.; OLIVEIRA, C. A. F. D.; SOBRAL, P. J. D. A.; BALIEIRO, J. C. D. C.; NATORI, M. M.; VIEGAS, E. M. M. How stunning methods affect the quality of Nile tilapia meat. **CyTA-Journal of Food**, v.13, n.1, p.56-62, 2015.

PEDRAZZANI, A. S.; CARNEIRO, P. C. F.; KIRSCHNIK, P. G; MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne de tilapia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, v.10, n.1, p.188-197. 2009.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C. F. M., CARNEIRO, P. C. F.; CASTILHO, M. D. Senciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Revista Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v.102, p.24-29, 2007.

PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2019. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2019. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2019/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2020. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2021. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2021. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PINHEIRO, Yasmim Casadias. **Avaliação física de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1998. **Anais [...]** Recife.

ROBB D. H. F.; KESTIN S. C. Methods Used to Kill Fish: Field Observations And Literature Reviewed. **Animal Welfare**, v.3, p.269-82, 2002.

Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/233716949_Methods_Used_to_Kill_Fish_Field_Observations_and_Literature_Reviewed> Acesso em: 10 de novembro de 2020

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals**, 2008. 222 p.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*, L) stored in ice. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 7, p. 1030–1032, 2001.

SANTOS, Ana Paula Billar dos. **Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, Elaine Cristina Batista dos. **Métodos de abate e qualidade da Tilápia do Nilo**. 2013. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SAVAY DA SILVA, L. K. **Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo – padronização para rastreabilidade**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado.

Revista do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, v. 71, n.1, p.1-10, 2012.

SOARES, V. F. M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G.; GLÓRIA, M. B. A. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.4, p. 462-467, 1998.

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

VIEGAS, E. M. M.; PIMENTA, F. A.; PREVIERO, T. C.; GONÇALVES, L. U.; DURÃES, J. P.; RIBEIRO, M. A. R.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 61, p. 41-50, 2012.

ZAMPACAVALLLO, G.; PARISI, G.; MECATTI, M.; LUPI, P.; GIORGI, G.; POLI, B. M. Evaluation of different methods of stunning/killing sea bass (*Dicentrarchus labrax*) by tissue stress/quality indicators. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 5, p. 2585- 2597, 2015.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.281-288, 2006.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n2p281>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

6 Considerações finais

De acordo com os resultados obtidos pelo estudo é possível concluir que a faixa de temperatura de 0 a 3° C apresentou melhor resultado para a insensibilização da Tilápia do Nilo, apresentando menor tempo sem afetar a qualidade dos filés congelados. Os dados apresentados sugerem que as temperaturas avaliadas mantiveram o frescor dos filés congelados, com base nos indicadores físico-químicos pH e teor de BNVT, estando dentro dos limites aceitáveis pela legislação brasileira.

Os resultados indicam que foi mantido o bem-estar dos animais e que o método de insensibilização, o qual constitui um importante fator para a qualidade do pescado, foi eficaz. Dessa forma, as temperaturas aplicadas neste trabalho poderiam utilizadas para se padronizar o método de termonarcode no processo de abate de Tilápias do Nilo.

7 Referências bibliográficas

- ACERETE, L.; REIG, L.; ALVAREZ, D.; FLOS, R.; TORT, L. Comparison of two stunning/ slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.287, n.1-2, p.139-144, 2009.
- ALBUQUERQUE, W. F. de; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, p. 264-271, 2004.
- ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; 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.
- ANDRADE, E. N.; SILVA, R. A. M. S.; ROÇA, R. O. Manejo pré-abate de bovinos de corte no pantanal, Brasil. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 301-304, 2009.
- ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 104, p. 199-235, 2007.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **Ong Mamiraua**. Belém, 2007.
- BAGNI, M.; CIVITAREALE, C.; PRIORI, A.; BALLERINI, A.; FINOIA, M.; BRAMBILL, A.; MARINO, G. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.263, p.52-60, 2007.
- BANDEIRA, M. G. A.; NASCIMENTO, J. S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. **Cadernos de Prospecção**, Maranhão v. 10, n. 3 p. 552-562, 2017.
- BATISTA, G. M.; LESSI, E.; KODAIRA, M.; FALCÃO, P. T. Alterações bioquímicas *post mortem* de matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869) procedente da

piscicultura, mantido em gelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 573-581, 2004.

BORDIGNON, Adriana Cristina. **Eletronarcese como método de insensibilização para a tilápia do Nilo**. 2015. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2015.

BOSWORTH, B. G.; SMALL, B. C.; GREGORY, D.; KIMB, J.; BLACK, S.; JERETT, A. Effects of rested harvest using the anesthetic AQUI-S™ on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, physiology and fillet quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, p. 302-318, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto Federal nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283 de 18 de dezembro de 1950 e a Lei nº 7.889 de 23 de novembro de 1989, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília. Diário Oficial da União, 29 de março de 2017. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>-

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698) >. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.21, de 31 de maio de 2017**: Anexo I: Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p.5, 2017. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>-

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.30, de 26 de junho de 2018**: Estabelece como oficiais os métodos constantes do Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p.9, 2018. Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/materia/>-

[/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29896222/do1-2018-07-13-instrucao-normativa-n-30-de-26-de-junho-de-2018-29896212](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29896222/do1-2018-07-13-instrucao-normativa-n-30-de-26-de-junho-de-2018-29896212)>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021**. Regulamento técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização. Diário Oficial da União, Brasília, p.1-4, 16 de julho de 2021.

Disponível em:

<<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/07/2021&jornal=600&pagina=1&totalArquivos=4>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CAGGIANO, M. Quality in harvesting and post-harvesting procedures –influence on quality. Fish freshness and quality assessment for sea bass and sea bream. **Cahiers Options Méditerranéennes**. Zaragoza, 2002, p. 55 -61. Disponível em: <<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600291>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CAMARGO, Douglas Jardelino de. **Suplementação mineral e vitamínica para alevinos de tilápia do Nilo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.

CHANDROO, K. P.; DUNCAN, I. H.; MOCCIA, R. D. Can fish suffer?: Perspectives on sentience, pain, fear and stress. **Applied Animal Behavior Science**, v. 86, p. 225-250, 2004.

CIVEIRA, M. P.; RENNERT, R. M.; VARGAS, R. E. S.; RODRIGUES, N. C. Avaliação do bem-estar animal em bovinos abatidos para consumo em frigorífico do Rio Grande do Sul. **Revista Veterinária em Foco**, Canoas, v. 4, p. 5-11, 2006.

CONCOLLATO, A.; PARISI, G.; OLSEN, R. E.; KVAMME, B. O.; SLINDE, E.; DALLE ZOTTE, A. Effect of carbon monoxide for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) slaughtering on stress response and fillet shelf life. **Aquaculture**, Amsterdam, v.433, p.13-18, 2014.

CONTE, F. S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 86, p. 205-223, 2004.

COSTA, Thayssa Duarte. **Jejum e insensibilização pré-abate em tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. Tese (Doutorado em zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

CUELLAR, G. A. **Cultivo de Tilapia en Estanques y Jaulas Flotantes**. Menorías del Curso, abril. SEMARNAP, Tampico, Tamaulipas. 2000. 35 p.

- Disponível em:
<<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/camp/estudios/2008/04CA2008PD018.pdf>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.
- DASKALOVA, A. Farmed fish welfare: stress, post-mortem muscle metabolism, and stress-related meat quality changes. **International Aquatic Research**, v. 11, p.1-12, 2019.
- DIGRE, H.; ERIKSON, U.; MISIMI, E.; LAMBOOIJ, B.; VAN DE VIS, H. Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: A comparison of an industrial and experimental method. **Aquaculture Research**, v.41, p.1190-1202, 2010.
- DUNCAN, I. J. H. Animal welfare defined in terms of feelings. **Acta Agriculturae Scandinavica** Section A, Animal Science, v. 2, p. 29–35, 1996.
- DURAN, A.; ERDEMLI, U.; KARAKAYA, M.; YILMAZ, M. T. Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* killed in pre-, in or post-rigor periods. **Fisheries Science**, v. 74, p.1146-1156, 2008.
- EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific report of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods. **The EFSA Journal**, v. 45, p. 1-241. 2004.
- EMBRAPA (2013). **Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimento**. Embrapa: Brasília. Disponível em:
<<https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00054070.pdf>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.
- ERIKSON, U.; BEYER, A. R.; SIGHOLT, T. Muscle high-energy phosphates and stress affect K-values during ice storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, v. 62, n. 1, p. 43-47, 1997.
- ERIKSON, U.; HULTMANN, L.; STEEN, J. E. Live chilling of Atlantic salmon (*Salmo salar*) combined with mild carbon dioxide anaesthesia: I. Establishing a method for large-scale processing of farmed fish. **Aquaculture**, Amsterdam v. 252, p. 183-198, 2006.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2016. Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>>. Acessado em: 08 de setembro de 2021.

FAO. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA**. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>. Acesso em: Acesso em 08 de setembro de 2021.

FERREIRA, N. A.; ARAÚJO R. V.; CAMPOS E. C. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. **Pubvet**. v.12, n.7, a137, p.1-14, Jul., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n7a137.1-14>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A. Diferentes métodos de abate do pescado em aquicultura, qualidade da carne e bem-estar do animal. **Holos**, Ita –RN, v. 6, 2013.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para nutrição de Tilápias**. 21 ed. Toledo: GFM, 2010. Disponível em: < https://www2.uepg.br/bacharelado-zootecnia/wp-content/uploads/sites/98/2021/04/Tabelas_Brasileiras_Tilapias.pdf> Acesso em 08 de setembro de 2021.

GALHARDO, L.; OLIVEIRA, R. Dos peixes e dos homens: O estudo do bem-estar animal aplicado à piscicultura. **Anais da Zootec**. 2005, Campo Grande MS, 2005.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

GRÄNS, A.; NIKLASSON, L.; SANDBLÖM, E.; SUNDELL, K.; ALGERS, B.; BERG, C.; LUNDH, T.; AXELSSON, M.; SUNDH, H.; KIESSLING, A. Stunning fish with CO₂ or electricity: contradictory results on behavioural and physiological stress responses. **Animal: an international journal of animal bioscience**, v. 10, n. 2, p. 294-301, 2016.

HÅSTEIN, T., SCARFE, A. D., LUND, V. L. Science based assessment of welfare: aquatic animals. In *Animal welfare: global issues, trends and challenges*. **Review Scientific and Technical of the Office Epizootics**, v. 24, n.2, p 529–547, 2005.

HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; TEJADA, M. Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead sea bream, *Sparus aurata*. **European Food Research and Technology**, v. 212, p. 408-412, 2001.

HUMANE SLAUGHTER ASSOCIATION. **Humane Harvesting of Salmon and Trout**. Guidance Notes, ed. 5, 2005.

HUNTINGFORD, F. A.; ADAMS, C.; BRAITHWAITE, V. A.; KADRI, S.; POTTINGER, T. G.; SANDØE, P.; TURNBULL, J. F. Current issues in fish welfare. **Journal of fish biology**, v.68, n.2, p.332-372, 2006.

HUNTINGFORD, F.A.; KADRI, S. Defining, assessing and promoting the welfare of farmed fish. **Review Scientific and Technical of the Office Epizootics**. v.33, n.1, p. 233-244, 2014.

HUSS, H. H. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. In: FAO. **Manual de Capacitación Preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad**, Roma, v. 29, 1988.

Disponível em: www.fao.org/3/v7180s/v7180s00.htm. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

JESUS, R. S.; MENDES, J.; INOUE, L. A. K. A. Influência do estresse causado pelo transporte e método de abate sobre o rigor mortis do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 2, 2015. Disponível em: <http://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/4702>>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

KIESSLING, A.; ESPE, M.; RUOHONEN, K.; MORKORE, T. Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by pre-slaughter isoeugenol or CO2 anaesthesia. **Aquaculture**, Amsterdam v.236, p.645-657, 2004.

KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; WARRISS, P. D.; LINES, J.; TINARWO, A.; BRAVO, A.; CARVALHO, H.; GONÇALVES, A. Effect of electrical stunning at slaughter on the carcass, flesh and eating of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture Research**, n. 38, p. 1732-1741, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230135129_Effect_of_electrical_stunning_at_slaughter_on_the_carcass_flesh_and_eating_quality_of_farmed_sea_bass_Dicentrarchus_labrax. Acesso em: 11 ago. 2021

KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; WARRISS, P. D.; LINES, J.; TINARWO, A.; SENDON, M. Effect of electrical stunning at slaughter on the quality of farmed turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture Research**, v. 39, p. 1731-1738, 2008.

KRISTOFFERSEN, S.; TOBIASSEN, T.; STEINSUND, V.; RAGNAR, L. O. Slaughter stress, *post mortem* muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **International Journal of Food Science & Technology**, n.41, p. 30-159, 2006.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228024730_Slaughter_stress_postmortem

_muscle_pH_and_rigor_development_in_farmed_Atlantic_cod_Gadus_morhua_L.>

Acesso em: 11 ago. 2021

KUBITZA, F.O. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 21, p.1019, 2011.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Tilápias. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 59, p. 44-53, 2000.

LAMBOOIJ, E.; VAN DER VIS, J. W.; KLOOSTERBOER, R. J.; PIETERSE, C. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed eel (*Anguilla Anguilla L.*): neurological and behavioural assessment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 210, p.159-169, 2002.

LAPA-GUIMARAES, J. **Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e ureia como índices químicos de qualidade e frescor de pescado**. 2005. Tese (Doutorado em tecnologia de alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de alimentos, Faculdade de Tecnologia de alimentos, Universidade Estadual de São Paulo, Campinas, 2005.

Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255378>>. Acesso em: 10 agosto de 2021.

LEITAO, M. E. Deterioração microbiana do pescado e sua importância em saúde pública. **Higiene Alimentação**, v. 3, n. 3-4, p. 143-52, 1984.

LINES, J.; KESTIN, S. Electric stunning of trout: power reduction using a two- stage stun. **Aquacultural Engineering**, v. 32, n. 3-4, p. 483–491, abr. 2005.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222528305_Electric_stunning_of_trout_Power_reduction_using_a_two-stage_stun>. Acesso em: 02 de maio 2020.

LINES, J.; ROBB, D. H.; KESTIN, S. C.; CROOK, S. C.; BENSON, T. Electric Stunning: A Humane Slaughter Method for Trout. **Aquacultural Engineering**, v. 28, n. 3-4, p.141-154, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222705566_Electric_stunning_A_humane_slaughter_method_for_trout> Acesso em: 11 ago. 2021

LINES, J. A.; SPENCE, J. Safeguarding the welfare of farmed fish at harvest. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n.1, p.153-162, 2012.

LOWE, T. E.; RYDER, J. M.; CARRAGHER, J. F.; WELLS, R. M. G. Flesh Quality in Snapper, *Pagrus Auratus*, affected by capture stress. **Journal of Food Science**, v.

58, n. 4, p.770-773, 1993. Disponível em:
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1993.tb09355.x>>

Acesso em: 02 de maio 2020.

MATOS, E.; GONÇALVES, A.; NUNES, M. L.; DINIS, M. T.; DIAS, J. Effect of harvesting stress and slaughter conditions on selected flesh quality criteria of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.b305, p.b66-72, 2010.

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

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.2, p. 566 – 573, 2002.

MORZEL, M.; VAN DE VIS, H. Effects of the slaughter method on the quality of raw and smoked eels (*Anguilla Anguilla L.*). **Aquaculture Research**, v.34, p.1-11, 2003.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/262867490_Effect_of_the_slaughter_method_on_the_quality_of_raw_and_smoked_eels_Anguilla_anguilla_L>. Acesso em: 01 de abril 2020.

MORZEL, M.; SOHIER, D.; VAN DE VIS, H. Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 1, p. 19–28, 2002. Disponível em:
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.1253>>. Acesso em: 01 de abril 2020.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, v. 1, p. 430, 1999.

OIE. **Código Sanitário para os Animais Aquáticos**. 2018. Disponível em:
<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/Capitulo7_2.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. D.; OLIVEIRA, C. A. F. D.; SOBRAL, P. J. D. A.; BALIEIRO, J. C. D. C.; NATORI, M. M.; VIEGAS, E. M. M. How stunning methods affect the quality of Nile tilapia meat. **CyTA - Journal of Food**, v.13, p.56-62, 2015. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2014.911211?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 11 de agosto de 2020.

OLSEN, S. H.; SORENSEN, N. K.; STONNO, S. K.; ELVEVOLL, E. O. Effect of

slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.258, p.462–469, 2006.

ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP. **European Food Research and Technology**, v. 219, p. 211-216, 2004.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/226569929_Effects_of_slaughtering_methods_on_sensory_chemical_and_microbiological_quality_of_rainbow_trout_Onchorynchus_mykiss_stored_in_ice_and_MAP>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

PEDRAZZANI, A. S. **O reconhecimento da sciência e proposta de método alternativo de abate**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/16898>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PEDRAZZANI, A. S.; CARNEIRO, P. C. F.; KIRSCHNIK, P. G; MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne de tilapia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, v.10, n.1, p.188-197. 2009.

PEDRAZZANI, A. S.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M.; CARNEIRO, P. C. F.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar de peixes e a questão da sciência. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 12, p. 60-70, 2007.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C.F.M.; CARNEIRO, P. C. F.; CASTILHO, M. D. Sciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Revista Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v.102, p.24-29, 2007.

PEDRAZZANI, A. S.; OSTRENSKY, A.; CARNEIRO, P. C. F.; GAYER, M. V.; MOLENTO, C. F. M. Opinião pública e educação sobre abate humanitário de peixes no município de Araucária, Paraná. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, p. 976-983, 2008.

PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2018 **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2018. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2018/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2019. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2019. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2019/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.

- PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2020. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.
- PEIXEBR. Associação Brasileira de Piscicultura. 2021. **Anuário PeixeBR da piscicultura**. Pinheiros, 2021. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>>. Acesso em 08 de setembro de 2021.
- PINHEIRO, Yasmim Casadias. **Avaliação física de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.
- POLI, B. M.; PARISI, G.; SCAPPINI, F.; ZAMPACAVALLLO, G. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. **Aquaculture International**, v.13, n.1-2, p.29-49, 2005. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-004-9035-1>> Acesso em 10 de novembro de 2020.
- POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1998. **Anais [...]** Recife.
- PRATA, L. F. **Higiene e Inspeção de Carnes, Pescado e Derivados**. São Paulo: UNESP, 1999. 217p.
- RABELO, A. M. A. **Métodos físicos para análise do pescado**, seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado. Santos, ITAL, SBCTA, 1988.
- RAHMANIFARAH, K.; SHABANPOUR, B.; SATTARI, A. Effects of Clove Oil on Behavior and Flesh Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) in Comparison with Pre-slaughter CO₂ Stunning, Chilling and Asphyxia. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.11, p.139-147, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278012966_Effects_of_Clove_Oil_on_Behavior_and_Flesh_Quality_of_Common_Carp_Cyprinus_carpio_L_in_Comparison_with_Pre-slaughter_CO2_Stunning_Chilling_and_Asphyxia> Acesso em 10 de novembro de 2020 .
- RIBAS, L.; FLOS, R.; REIG, L.; MACKENZIE, S.; BARTON, B. A.; TORT, L. Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: stress responses and final product quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 269, n. 1-4, p. 250-258, 2007.
- ROBB, D.H.F.; KESTIN S.C. Methods Used to Kill Fish: Field Observations And

Literature Reviewed. **Animal Welfare**, v.3, p.269-82, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233716949_Methods_Used_to_Kill_Fish_Field_Observations_and_Literature_Reviewed> Acesso em: 10 de novembro de 2020

ROBB, D.; KESTIN, S.; LINES, J. Progress with humane slaughter. **Fish Farmer**. November/December 2000, 44p.

ROBB, D. H. F.; WOTTON, S. B.; VAN DE VIS, J. W. Preslaughter electrical stunning of eels. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 37-42, 2002.

ROÇA, R. O. Abate Humanitário melhora a carne: bem-estar animal na hora do abate influencia na qualidade do produto. **Revista Açougueiro & Frigorífico**. São Paulo, v.5, n. 42, p. 28-30, 1999.

RODRÍGUEZ-JEREZ, J. J.; MORA-VENTURA, T.; CIVERA, T. Istamina e prodotti ittici: un problema attuale. I: Fattori implicati. **Industrie alimentari**, v.33, n.324, p.299-307, 1994.

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals**, 2008. 222 p.

ROTH, B.; IMSLAND, A.K.; FOSS, A. Live chilling of turbot and subsequent effect on behaviour, muscle stiffness, muscle quality, blood gases and chemistry. **Animal Welfare**, v.18, p.33-41, 2009.

ROTH, B.; MOELLER, D.; VELAND, J. O.; IMSLAND, A.; SLINDE, E. The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, n.67, v.4, p.1462-1466, 2002.

ROTH, B.; SLINDE, E.; ROBB, D. H. F. Field evaluation of live chilling with CO₂ on stunning Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the subsequent effect on quality. **Aquaculture Research**, 37: 799-804. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229985317_Field_evaluation_of_live_chilling_with_CO2_on_stunning_Atlantic_salmon_Salmo_salar_and_the_subsequent_effect_on_quality> Acesso em: 18 de março de 2020.

ROTH, B.; IMSLAND, A.; GUNNARSSON, S.; FOSS, A., SHELVIS-SMITH, R. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*); a comparison between different stunning methods. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. 754-761, 2007.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*, L) stored in ice.

Journal of Food Science, v. 66, n. 7, p. 1030-1032, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/227534254_Production_of_Biogenic_Amines_and_Their_Potential_Use_as_Quality_Control_Indices_for_Hake_Merluccius_merluccius_L_Stored_in_Ice> Acesso em: 05 agosto de 2020.

SAITO, T. A new method for estimating the freshness of fish. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 24, p. 749-750, 1959. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/24/9/24_9_749/_article>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SANTANA, A. P.; MURATA, L. S.; MACMANUS, C. P.; BERNAL, F. E. M. Dosagem de cortisol sanguíneo em suínos submetidos ao manejo pré-abate e insensibilização elétrica. **Archivos de Zootecnia**, v.58: p.149-152. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250393184_Dosagem_de_cortisol_sanguineo_em_suinos_submetidos_ao_manejo_pre-abate_e_insensibilizacao_eletrica>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SANTOS, Ana Paula Billar dos. **Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, Elaine Cristina Batista dos. **Métodos de abate e qualidade da Tilápia do Nilo**. 2013. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SANTOS, Nathalia Azola dos. **Adensamento e métodos de abate sobre a qualidade e perfil sensorial de filés de Tilápia do Nilo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

SAVAY DA SILVA, L. K. **Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo – padronização para rastreabilidade**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SAVAY DA SILVA, L. K.; RIGGO, R.; MARTINS, P..E.; GALVÃO, J.A.; OETTERER, M. Otimização e padronização do uso de metodologia para a determinação de bases

nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarão *Xyphopenaeus kroyeri*. **Brazilian Journal of Food and Technology**. Campinas, n.20, p. 138-144, 2008.

SCHERER, R.; AUGUSTI, P. R.; BOCHI, V. C.; STEFFENS, C.; FRIES, L. L. M.; DANIEL, A. N.; KUBOTA, E. H.; RADUNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. **Food Chemistry**, n. 99, p. 136-142, 2006. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/223538651_Chemical_and_microbiological_quality_of_grass_carp_Ctenopharyngodon_idella_slaughtered_different_methods>

Acesso em: 18 junho de 2020.

SCHERER, R.; AUGUSTI, P. R.; STEFFEN, C.; BOCHI, V. C.; HECKTHEUER, L. H.; LAZZARI, R.; RADUNZ-NETO, J.; POMBLUM, S. C. G.; EMANUELLI, T. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in icesti. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 5, p.348-353, 2005.

SCHERER, R.; SCHOOR, A. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. **Journal Food Science**, v.70, p. 348-354, 2005.

SHEPHARD, K. L. Functions for fish mucus. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 4, n. 4, p. 401-429, 1994.

SKJERVOLD P. O.; FJÆRA S. O.; ØSTBY P. B.; EINEN O. Live-Chilling and Crowding Stress Before Slaughter of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.192, p.265-80, 2001.

SNEDDON, L. U.; BRAITHWAITE, V. A.; GENTLE, M. J. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, n. 270, v. 1520, p. 1115-1121, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1691351/>> Acesso em: 01 de julho 2020.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71, n.1, p.1-10, 2012

SOARES, V. F.M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G.; GLÓRIA, M. B. A. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18 n.4, p. 462-467, 1998.

SOUTHGATE, P.; WALL, T. Welfare of farmed fish at slaughter. **The Humane Society**, v. 23, n. 5, p. 277, 2001. Disponível em:

- <https://www.researchgate.net/publication/255638560_An_HSUS_Report_The_Welfare_of_Farmed_Fish_at_Slaughter>. Acesso em: 04 de maio de 2020
- SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.1076-1084, 2002.
- SWATLAND, H. J. Slaughtering. **Animal Biosciences**. v. 9, p. 10, 2000. Disponível em: <<http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm>> Acesso em: 08 de setembro de 2021.
- TERLOUW, E. M. C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E. L.; DEISS, V.; LEFEVRE, F.; LENSINK, B. J.; MOUNIER, L. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **Animal**, n. 2, p. 1501-1517, 2008.
- TRIENEKENS, J.; WOGNUM, P.; BEULENS, A.; VAN DER VORST, J. Transparency in complex dynamic food supply chains. **Advanced Engineering Informatics**, v.26, p. 55-65, 2012.
- Disponível em: <<https://research.wur.nl/en/publications/transparency-in-complex-dynamic-food-supply-chains>> Acesso em 08 de setembro de 2021.
- URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et. al. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: **TecArt**, 2004.
- VAN DE VIS, H.; KESTIN, S.; ROBB, D.; OEHLENSCHLAGER, J.; LAMBOOIJ, B.; MUNKNER, W.; KUHLMANN, H.; TEJADA, M.; HUIDOBRO, A.; OTTERA, H.; ROTH, B.; SORENSEN, N.K.; AKSE, L.; BYRNE, H.; NESVADBA, P. Is humane slaughter of fish possible for industry?. **Aquaculture Research**, v. 34, 2003.
- VARGAS, Sheyla Cristina. **Avaliação de métodos de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenados em gelo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Qualidade e Produtividade Animal) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.
- VENTURINI, F. P.; BALDI, S. C. V.; PARISI, G.; COSTA, T. D.; RUCINQUE, D. S.; MELO, M. P.; VIEGAS, E. M. M. Effects of different stunning methods on blood markers and enzymatic activity of stress responses of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Italian Journal of Animal Science**, v.17, n.4, p.1094-1098, 2018.
- VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J. A.; BARCELLOS, M. D. European citizen

and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork, **Meat Science**, v. 84, p. 284-292, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174009001302>> Acesso em 08 de setembro de 2021.

VIEGAS, E. M. M.; PIMENTA, F. A.; PREVIERO, T. C.; GONÇALVES, L. U.; DURÃES, J. P.; RIBEIRO, M. A. R.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 61, p. 41-50, 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017.

WOLFFFROM, T.; SANTOS, M.L. **Farmed Fish and Welfare**. European commission. Directorate-general for fisheries – Research and Scientific Analysis Unit, 2004, 39p. Disponível em: <https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/aq2008_09/root/i0218e.pdf> Acesso em: 08 de setembro de 2021.

YUE, S.; MOCCIA, R. D.; DUNCAN, I. J. Investigating fear in domestic rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using an avoidance learning task. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 87, p. 343-354, 2004.

ZAMPACAVALLLO, G.; PARISI, G.; MECATTI, M.; LUPI, P.; GIORGI, G.; POLI, B. M. Evaluation of different methods of stunning/killing sea bass (*Dicentrarchus labrax*) by tissue stress/quality indicators. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 5, p. 2585- 2597, 2015.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.281-288, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n2p281>. Acesso em 08 de setembro de 2021.