



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

BEM-ESTAR NO ABATE DE PEIXES

Carolynne Arruda Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ernesto Moreno Bernal

BRASÍLIA - DF

2018



CAROLYNNE ARRUDA GONÇALVES

BEM ESTAR NO ABATE DE PEIXES

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ernesto Moreno Bernal

BRASÍLIA - DF

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Gonçalves, Carolynne Arruda

Bem-estar no abate de peixes / Carolynne Arruda Gonçalves; orientação de Francisco Ernesto Moreno Bernal. - Brasília, 2018.

44p.

Trabalho de conclusão de curso de graduação – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome da autora: Carolynne Arruda Gonçalves

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Bem-estar no abate de peixes

Ano: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Carolynne Arruda Gonçalves

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome da Autora: GONÇALVES, Carolynne Arruda

Título: Bem-estar no abate de peixes.

Trabalho de conclusão de curso de graduação
em Medicina Veterinária apresentado junto à
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília.

Aprovado em: 28 de Novembro de 2018

Banca Examinadora:

Professor Dr. Francisco Ernesto Moreno Bernal (Presidente)

MSc. M.V. Ângelo Augusto Procópio Costa (Membro)

MSc. M.V. Lincoln Nunes Oliveira (Membro)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e acima de tudo agradeço a Deus, por ser meu grande alicerce perante não só esses anos de graduação, mas ao longo de toda a minha vida sendo em Quem eu deposito toda a minha confiança e Quem me fez desde pequenina amar e ser motivada a lutar pelos animais. Espero que com a graça dEle eu seja capaz de melhorar o mundo de alguma forma com meu conhecimento e vocação.

À minha mãe, por me ensinar tudo o que eu sei e me tornar quem sou. Agradeço por ser meu grande exemplo de perseverança, sabedoria, entrega e amor, sem você eu não seria nada e não chegaria a lugar algum. Obrigada por investir todo o seu suor e esperanças em mim, você é a minha maior inspiração para ser todos os dias alguém melhor e capaz de superar expectativas, prometo te orgulhar muito ainda. Aqui deixo também meu grande amor e gratidão à minha avó que é minha melhor amiga, meu pai, minha madrinha e meu padrasto.

Agradeço também pelas pessoas que passaram pela minha trajetória nesse curso que tanto sou apaixonada, sendo essas pessoas que me inspiraram e me fizeram amar ainda mais a minha profissão. Ao professor de vida e orientador Francisco Bernal, por acreditar em mim, me aconselhar, me apoiar e por toda a paciência que a mim foi dedicada. À professora Ângela Patrícia pelo discurso inspirador que fez eu me identificar como nunca com a área de Inspeção e Tecnologia de Carnes. Agradeço à minha supervisora de estágio, Diana Reis e à Isabela Mariane por serem mais do que professoras de vida e profissão, mas também grandes amigas e conselheiras, eu nunca vou me esquecer de todos os seus ensinamentos e companheirismo ao longo desse estágio que tanto enriqueceu o início da minha vida profissional.

Minha imensa gratidão aqui às minhas grandes amigas de profissão e vida, Liliane Batista e Tássila Lemos por todo o apoio e auxílio que me foi dado ao longo desses 5 anos. Aos meus melhores amigos e irmãos Marcelo Daher, Amanda Galaxe, Carolina Carvalho, Lanna Lorenzetti, Maria Fernanda de Castro e Rayssa Ximenes por confiarem tanto no meu potencial, por me apoiar e me incentivar a seguir todos os sonhos que já tive e por compreender meu distanciamento quando precisava me dedicar mais aos meus objetivos. Meu amor e gratidão aqui também ao meu namorado, Igor de Cerqueira, que foi um grande suporte e companheiro nesse período de tantas escolhas e dificuldades.

RESUMO GERAL

O bem-estar deve ser interpretado de modo que permita correlação entre ideias como liberdade, sofrimento, necessidades, sentimentos, estresse, entre outros. Para tanto, é intrínseco o reconhecimento da sentiência no animal para avaliação desse estado. Abordar o bem-estar de animais aquáticos é uma das questões mais desafiadoras nesse âmbito já que este é um grupo de imensa variedade taxonômica, o que irá influenciar na reação de cada espécie perante situações similares e que exige um conhecimento espécie-específico para elaborar regulamentações e legislações capazes de abranger o bem-estar de peixes e outros organismos aquáticos. O que se permite concluir que peixes não podem em nenhuma circunstância serem tratados como uma espécie única para tal. Apesar de não haver legislação específica que albergue o abate humanitário de peixes a OIE reconhece que a escolha do método de insensibilização ou atordoamento é dependente da espécie de peixe a ser abatida sabendo-se que o abate é um dos maiores fatores de estresse na produção. Tradicionalmente, a escolha do método de abate dos peixes feita pelos produtores é baseada em sua facilidade de aplicação e custo reduzido. O método de atordoamento e abate são fatores capazes de influenciar na qualidade do produto a ser obtido já que se o peixe passa por estresse no período pré-morte, este irá afetar sua entrada no *rigor-mortis* e conseqüentemente acelerar o processo de deterioração do produto. De maneira geral, observa-se que os métodos de abate que causam menos estresse e menores impactos negativos na qualidade da carne do peixe são os feitos por choque elétrico, percussão craniana e overdose de anestésicos quando, é claro, são aplicados de maneira correta pensando-se nas características individuais de cada espécie. Enquanto que, os métodos que mais possuem impactos negativos na carne são por asfixia fora da água ou no gelo, termonarose, imersão em água com mistura gasosa (CO₂) e banho de sal, salvo algumas espécies que tiveram respostas excepcionais a tais métodos. São diversos e importantes os fatores capazes de afetar o tempo de prateleira desse alimento os quais devem ser estudados e aprimorados.

Palavras-chave: abate humanitário, peixes, bem-estar, qualidade.

GENERAL ABSTRACT

Animal welfare must be interpreted in a way that allows a correlation between ideas such as freedom, suffering, needs, feelings, stress, among others. For that, being intrinsic the recognition of the sentience in the animal for the evaluation of this state. Addressing the welfare of aquatic animals is one of the most challenging issues in this area since this is a group of immense taxonomic variety, which will influence the reaction of each species to similar situations and that requires species-specific knowledge to elaborate regulations and legislation capable of covering the welfare of fish and other aquatic organisms. What is allowed to conclude that fish can under no circumstances be treated as a unique species. Although there is no specific legislation covering the humanitarian slaughter of fish, the OIE recognizes that the choice of method of stunning is dependent on the species of fish to be slaughtered is knowing that the slaughter is one of the major stressors in production. Traditionally, the choice of method of slaughter of the fish made by the producers is based on its ease of application and reduced cost. The method of stunning and slaughter are factors that can influence the quality of fish meat, since if they suffer stress in the pre-slaughter handling, this will affect their entry into rigor mortis and, consequently, will accelerate the biochemical changes to degradation of meat. In general, it is observed that the slaughtering methods that cause less stress and less negative impacts on fish meat quality are those made by electric shock, cranial percussion and anesthetic overdose when, of course, they are applied correctly according to individual characteristics of each species. While the methods that have the most negative impacts on meat are by asphyxiation out of water or in ice, thermonarcose, water-immersion with gaseous mixture (CO₂) and salt bath, except for some species that have had exceptional responses to such methods. There are several important factors that affect the shelf life of this food, which must be studied and improved.

Keywords: slaughter, humanitarian, fish, welfare, quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. ABORDAGEM GERAL SOBRE BEM-ESTAR NO PRÉ-ABATE E ABATE DE PEIXES.....	11
2.1. Despesca e transporte.....	13
2.2. Parâmetros para análise de bem-estar no abate de peixes	16
2.3. Impactos do método de insensibilização e abate sobre a qualidade da carne	18
3. MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E EFICÁCIA EM TILÁPIA-DO-NILO..	24
3.1. Choque térmico, hipotermia ou termonarcose	26
3.2. Atordoamento percussivo	28
3.3. Eletronarcose.....	29
3.4. Secção de medula	32
3.5. Atordoamento por Dióxido de Carbono	33
4. CONCLUSÃO	36
BIBLIOGRAFIA	38

1. INTRODUÇÃO

Bem-estar é um termo amplo que abrange tanto o estado físico como o estado mental do animal e que garante a este, uma qualidade de vida. A definição de Bem-estar mais utilizada é a de Donald M. Broom (1986) que o conceitua como o “*estado de um indivíduo durante suas tentativas de se ajustar ao ambiente*”. Perante esta perspectiva e se não adaptado, o animal sofre importante desgaste fisiológico, o que afeta seu desenvolvimento e produtividade devido a situações estressantes com potenciais quedas de resposta imunitária resultando no comprometimento de sua perspectiva de vida (LUDTKE et al., 2010).

O atual cenário coloca o Brasil entre os 15 maiores produtores de peixes do mundo onde, a piscicultura é a atividade zootécnica que mais se desenvolve no país com uma estimativa de crescimento de até 51,9% de 2016 até 2030. Contudo, há uma importante perda mundial desse produto durante o período pós-captura, que chega a atingir valores estimados de 27% de desperdício do peixe desembarcado (FAO, 2018).

Assim como a maior parte das criações de animais para produção, a piscicultura segue o princípio de produzir o máximo e visar maior lucro sem se atentar, em muitas oportunidades, ao estado de bem-estar dos animais envolvidos no processo. Porém, é necessário entender que a produtividade deve estar associada à preservação do meio ambiente e às boas condições sanitárias que são características inerentes a um bom rendimento no processamento de peixes, (HASTEIN, 2005; HUNTINGFORD, 2006) e resultantes de boas práticas de produção e bem-estar.

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). Os principais pontos críticos dessa produção que refletem não só no bem-estar, mas principalmente na qualidade do produto final, são: manejo, qualidade da água, densidade de lotação, transporte e abate. (PEDRAZZANI et al., 2007)

O abate é um dos maiores fatores de estresse na produção e vem sendo cada vez mais exigido que seja um processo que garanta ausência de sofrimento animal (PEDRAZZANI, 2007). Abate Humanitário de acordo com o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (BRASIL,2000), que define animais de açougue sem incluir entre eles os pescados, é

o conjunto de diretrizes técnicas e científicas que garantem o bem-estar dos animais desde a recepção até a operação de sangria, exigindo assim, um atordoamento ou insensibilização pré-abate adequado. Sendo que, para alguns autores, deve-se preocupar com essa condição humanitária desde o embarque na propriedade de origem, para garantir tais condições de bem-estar e qualidade do produto no processo (ROÇA, 2001).

O Brasil possui grande variedade de espécies de peixes em seus biomas aquáticos e, tão rica quanto a quantidade de espécies desse animal é a quantidade explorada pela aquicultura nacional, chegando a possuir 64 espécies de peixes cultivados (OSTRENSKY et al., 2000).

Apesar de não haver legislação específica que albergue o abate humanitário de peixes, a OIE, em seu código sanitário de animais terrestres, 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 um mesmo método de abate, o que afeta o tempo de entrada do pescado no rigor mortis e por isso, a qualidade da carne e seu tempo de prateleira (MARX, 1997; ROB et al., 2000).

Sabendo-se que qualidade envolve a soma de atributos físicos, sensoriais, químicos e microbiológicos do alimento, e que em pescado está principalmente ligada ao frescor (CONTRERAS-GUZMÁN, 1998), é importante se atentar aos fatores capazes de aumentar a velocidade dessa deterioração como práticas de manejo inadequadas e também o próprio método de abate, afim de combatê-los na medida do possível para assim chegar à produção de um alimento que se destaque pela qualidade, alcançando mais tempo de prateleira.

Com o atual cenário, onde a piscicultura vem sendo um dos sistemas de produção mais promissores e de maior crescimento, torna-se urgente a solução de aspectos relacionados ao abate, para que seja feito de tal maneira que o mesmo seja mais humanitário e capaz de evitar perdas consequentes ao estresse ocorrido durante o processamento desse produto tão nobre.

O objetivo desse trabalho é analisar e propor estratégias que otimizem o abate de peixes de modo que este procedimento seja praticado de maneira humanitária e gere um produto de maior qualidade comercial. Para tanto, foi desenvolvida uma revisão sobre os seguintes assuntos: (1) Abordagem geral sobre bem-estar no abate

e pré-abate de peixes onde é feito um levantamento sobre a dificuldade de se tratar tal assunto e tópicos importantes para o entendimento do mesmo (capítulo I). (2) Métodos de Insensibilização e eficácia em Tilápia-do-Nilo, visando abordar os métodos mais citados na literatura e seu impacto sobre o bem-estar no momento de abate desse animal e na qualidade da carne obtida (capítulo II).

2. ABORDAGEM GERAL SOBRE BEM-ESTAR NO PRÉ-ABATE E ABATE DE PEIXES

Para que se possa discutir objetivamente acerca do bem-estar animal se faz necessário dar uma definição na qual este deve ser interpretado de forma que permita correlação com ideias como liberdade, sofrimento, necessidade, sentimento, estresse, entre outros (BROOM et al, 2004). Nesse âmbito, há diversos conceitos para essa área de conhecimento onde nenhum dos quais pode-se considerar certo ou errado do ponto de vista científico, mas que, expressam diferentes ideais do que deve ser levado em consideração na avaliação da relação humana para com o animal (FRASER et al., 1997; HUNTINGFORD et al, 2006).

Para BROOM (1986), o bem-estar de um indivíduo corresponde às suas tentativas de se adaptar ao ambiente e refere-se às características de um animal em um determinado momento enquanto que para DUNCAN e PETHERICK (1991), o bem-estar é dependente de necessidades cognitivas que incluem sentimentos e meios pelos quais os animais respondem a estímulos e que, se são atingidas garantem suas necessidades físicas. Fato é que, ao se considerar como avaliar o bem-estar de um indivíduo, é necessário conhecimento suficiente acerca da biologia do animal. (BROOM et al, 2004)

Abordar o bem-estar de peixes é uma das questões mais desafiadoras no âmbito do bem-estar animal já que esse grupo de indivíduos apresentam anatomias, fisiologias e comportamentos muito diferentes entre si, sendo importante perceber que estas diferenças significam que espécies diferentes de peixes irão reagir diferentemente a situações similares. Tal fato exige que haja conhecimentos espécie-específicos para se elaborar um material que analise de forma adequada o bem-estar desses indivíduos, ou seja, peixes não podem ser tratados como uma espécie única quando se trata de regulamentações e legislações que regem o bem-estar durante o abate e até perante a própria piscicultura (HASTEIN et al, 2005; EFSA, 2009).

Sabe-se também que, para se trabalhar sobre a perspectiva do bem-estar, é necessário reconhecer a potencial senciência dos indivíduos em estudo já que este é um pré-requisito para a análise de bom estado fisiológico e mental do animal. Por abranger tanta diversidade filogenética e por não haver pesquisas suficientes acerca da presença de senciência nos organismos aquáticos, esses são animais que raramente são citados em literaturas que elucidam o bem-estar (PEDRAZZANI, 2007).

Muitos acreditam que os peixes são organismos sem senciência, 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 (HUNTINGFORD et al, 2006). Não há dúvidas de que, estruturalmente, o sistema nervoso central de animais pecilotérmicos, 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 (HASTEIN 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), de existência de fibras A-delta e C no nervo trigêmeo e em vias somato-sensoriais aferentes desses animais o que sugere que estes possuem certo nível de processamento cognitivo (JOHANSSON, 2001) além de que, há também um estudo que encontrou substância P (que é um neurotransmissor que atua como neuromodulador facilitador de processos como a nocicepção – resposta à dor) no hipotálamo e no prosencéfalo desses animais (KESTIN, 1994).

De acordo com Pedrazzani (2007), apesar de os peixes apresentarem diferenças em aspectos da estrutura cerebral se comparados aos tetrápodes, eles possuem similaridades funcionais e habilidades cognitivas que sugerem senciência e mesmo perante essa discussão. Como é bem frisado por Rose (2003), os peixes são capazes de respostas inconscientes, comportamentais, fisiológicas e hormonais aos estressores que, se forem muito intensos ou sustentados por período de tempo suficiente, podem afetar a saúde do animal. Para a autora, mesmo que exista seja improvável que os peixes são seres capazes de experimentar a dor, esse fato não deve diminuir a responsabilidade dos produtores com preocupações em relação ao bem-estar desses animais.

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 obtida (SWATLAND, 2000), o que mudou o cenário conhecido há algumas décadas onde a prática de abate tinha baixo cunho científico (CIVEIRA et al., 2006).

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, ou seja, as condições humanitárias devem prevalecer nos momentos precedentes ao abate também para se obter um processo sem crueldade desnecessária (ROÇA, 2001). Há, por parte do consumidor um crescente interesse pela origem do alimento a ser consumido e como tal produto foi obtido, por isso há um aumento de demanda por carne gerada por meio de um abate humanitário (PEDRAZZANI, 2007) a fim de evitar sofrimentos inúteis ao animal (CORTESI, 1994).

Tal como na produção animal terrestre, os animais aquáticos são propositalmente abatidos por duas razões principais: alimentação animal ou humana ou para controle/erradicação de doenças infectocontagiosas em populações selvagens ou cultivadas. Sendo que também há as atividades humanas intencionais secundárias, como a pesca amadora, que ocasionam, também, o abate desses animais (HASTEIN et al, 2005).

2.1. Despesca e transporte

É comum submeter os peixes ao jejum (depuração) a fim de esvaziar seu trato digestivo antes mesmo da despesca, transporte e abate. Essa prática possui diversos benefícios para tais procedimentos, entre eles, o aumento da sobrevivência do peixe até sua chegada ao frigorífico.

Se o animal estiver com seu intestino vazio terá seu metabolismo diminuído e com isso, ele não irá prejudicar a qualidade da água ao produzir dióxido de carbono e excretas ricas em amônia, que poderiam acumular-se durante as próximas etapas, além de gerar aumento da demanda de oxigênio e aumento na carga de organismos patogênicos no ambiente o que faz com que os peixes demorem mais para se recuperarem do estresse sofrido (JOBILING, 1981; KUBITZA, 1997; LINES, 2014).

Outro benefício da prática de depuração é diminuir a incidência de *off flavor* que se caracteriza pela ocorrência de diferentes aromas nos peixes, devido principalmente a presença de geosmina (GEO) responsável pelo sabor e odor de barro sendo excretada na água por algas cianofílicas (*Oscillatoria spp*, *Anabaena spp* e *Simploca spp*) e fungos actinomicetos. A depuração também diminui a presença de MIB (2-metilisoborneol) que é responsável pelo sabor ou odor de mofo em peixes de

piscicultura sendo uma substância eliminada pela *Oscillatoria spp* tornando o pescado repugnante para o consumidor (PLOEG, 1992; KUBITZA, 2000)

Os peixes de água doce são mais susceptíveis a esse fenômeno do que os de água salgada pois os de água doce possuem brânquias mais permeáveis que os de água salgada e sabe-se que, as substâncias odoríferas passam diretamente por essa estrutura (REINECCIUS, 1979)

O que ocorre é que, a duração do período de jejum a fim do esvaziamento do trato digestivo do peixe é dependente de sua espécie, tamanho do peixe, hábito alimentar e da temperatura da água. Para ser bem efetuado, deve-se levar em consideração que peixes planctófagos e/ou detritivos devem passar por depuração em tanques revestidos e preenchidos com água limpa e não nos viveiros pois nesses ambientes é possível que haja presença de alimento natural como fitoplânctons, por exemplo.

Espera-se que ocorra a duração desse jejum, nos peixes em geral, seja de no máximo em 72 horas para que não haja infração da primeira das cinco liberdades do bem-estar animal (livre de fome e sede) (KUBITZA, 1997; WALL, 2001; WEBSTER, 2001; LINES, 2014). Entretanto, é difícil a avaliação do impacto dessa depuração sobre o bem-estar dos peixes já que eles são capazes de ajustar seu metabolismo perante as adversidades tornando-o mais lento, ou seja, exigindo menos energia para se sustentar quando necessário (LYNDON, 1992).

A captura e espera pelo transporte é o primeiro estágio da maioria dos procedimentos de despesca. Ela é feita levantando lentamente parte da rede de um tanque-rede, se for o caso, ou inserindo uma rede na água podendo ser uma rede de cerco, como é utilizado em tanques e lagoas, para concentrar e expor os peixes a fim de iniciar a colheita deles (LINES, 2014).

Esse é um momento bastante crítico no processo de despesca e pode indicar precariedade do bem-estar marcando o início do estresse fisiológico, sendo o principal problema relacionado à depleção de oxigênio e à alta densidade a qual os animais são submetidos, aconselhando-se mantê-los assim por no máximo uma média de 2 horas (SOUTHGATE, 2001), se esses limites não forem respeitados pode haver reflexos dos efeitos causados por essa condição a nível sorológico e comportamental por seis horas até um dia inteiro após a despesca podendo estes, persistir por até duas semanas se a exposição aos agentes de estresse se mantiver ou se os peixes

já estiverem debilitados antes mesmo do transporte (KUBITZA, 1997; SCHRECK et al. 1997; ORTUNO et al, 2001; EFSA, 2009; LINES, 2014).

É sabido que as espécies de peixes respondem de maneira diferente ao processo de captura, mas para muitas das espécies, se esse estágio for feito de forma cuidadosa em um período breve, de maneira que otimize a velocidade da colheita, irá evitar reações bruscas de fuga e pânico que acabam por gerar altos níveis de estresse, lesões e mortalidade (LINES,2014).

A maioria dos peixes destinados ao abate após serem removidos da água são acondicionados em tanque com água e gelo ou são transportados sem água em caixas contendo só gelo, geralmente, morrendo asfixiados por exposição ao ar, já que esses animais não podem aproveitar o oxigênio oferecido por este ambiente, para assim serem conduzidos para um frigorífico, onde eles já chegam mortos (EFSA,2009). Em alguns casos tais animais são transportados vivos em caixas de transporte adequadas e com oxigênio para que assim, sejam abatidos no frigorífico.

O transporte de peixes vivos é uma rotina na aquicultura que representa custos e riscos sofridos pelo produtor, e por isso exige estratégias que otimizem esse procedimento (KUBITZA, 1997). Para o transporte dos peixes, os recipientes devem ser projetados de maneira que não gerem lesões ou hematomas nos animais durante esse momento pois a superlotação ou falta de qualidade da água na qual os peixes estão submersos pode gerar diestresse, que é um estresse do qual o animal não consegue se recuperar, e mortalidade (HASTEIN et al, 2005). Em alguns casos, os peixes são resfriados para que no transporte seu metabolismo esteja lento e a sua necessidade de oxigênio se encontre reduzida. Em situações que esses animais são transportados sem água, eles acabam sendo submetidos a fatores muito estressantes além da falta de oxigênio e água, como mudanças bruscas de temperatura, pressão de outros peixes sobre eles e também choque físico podendo alguns animais, sobreviver a essas condições o que, não diminui o estresse ao qual eles foram submetidos (LINES,2014).

Uma sedação adequada, como adicionar benzocaína na água reduz a atividade do peixe e reflete na diminuição da ocorrência de lesões, excreção de metabólitos e consumo de oxigênio do animal e, se associada a utilização de agentes que diminuem o estresse, como o sal que atua no equilíbrio osmorregulatório, e um período de recuperação após o transporte, resultará numa otimização desse procedimento e irá

diminuir a exposição ao estresse sofrida pelo peixe, podendo assim, aumentar a carga de animais a serem transportados minimizando a mortalidade e os custos para tal.

A benzocaína é um anestésico local, sendo o mais utilizado na aquicultura, esse anestésico só irá infringir a saúde do peixe se utilizado em doses 3 vezes maiores do que a recomendada causando hipóxia neste e, não há restrições, no Brasil, para o consumo de animais assim tratados para o transporte (KUBITZA, 1997; ROUBACH et al, 2001; HASTEIN et al, 2005), apesar de ser constatado por Ross et al (1999) que são necessários 21 dias para comercialização dos peixes que foram submetidos à benzocaína que serão utilizados para alimentação.

2.2. Parâmetros para análise de bem-estar no abate de peixes

O bem-estar de peixes vêm sendo analisado com base em conhecimentos acerca de respostas naturais desses animais perante condições adversas, usando-se como indicadores para tal avaliação a resposta fisiológica, comportamental e a saúde do animal submetido a determinadas situações apesar de, tais associações entre respostas a agentes estressantes e bem-estar não serem tão simples (HUNTINGFORD, 2006).

O estresse é uma resposta natural do animal a uma condição desafiadora e pode indicar uma situação de bem-estar prejudicado. Embora o conceito de estresse não capture totalmente as complexidades do bem-estar animal, vários componentes da resposta ao estresse são influenciados de maneira semelhante pela mesma condição, logo monitorar tais respostas pode abranger uma parte importante do contexto no qual o bem-estar do peixe está inserido (HUNTINGFORD, 2006). Tendo em vista que, o grau de influência que o estressor terá sobre a qualidade final da carne e a condição do animal enquanto vivo depende diretamente da severidade, duração e velocidade do mesmo. (SANTOS, 2013)

Uma condição estressante é desencadeada por meio da Síndrome de Adaptação Geral (SAG) que pode ser dividida em três respostas: a resposta primária que é iniciada por um aumento imediato de níveis de hormônios corticosteroides e de catecolaminas, resultando no aumento de concentração de glicose no sangue que culmina no início da resposta secundária, onde há aumento do débito cardíaco e o fluxo sanguíneo nas brânquias se torna acelerado. Os corticosteroides desencadeiam, também, um significativo aumento da permeabilidade das membranas celulares e isso

reflete, no caso de peixes de água doce, em desequilíbrio osmorregulatório por excessiva entrada de água e perda de íons através do epitélio branquial. A terceira resposta da SAG enfim, é marcada por imunossupressão e afeta a resistência dos peixes, predispondo assim o animal a enfermidades (KUBITZA, 1997).

A associação entre a saúde e o bem-estar de peixes também é de demasiada complexidade já que, se um indivíduo se encontra enfermo é razoável constatar que seu bem-estar esteja prejudicado por consequências geradas pela própria doença. Porém, o inverso não é necessariamente verdadeiro, já que um peixe saudável também pode ter seu bem-estar comprometido devido a baixa qualidade da água, por exemplo. Em contrapartida, se há em um mesmo ambiente alta mortalidade de peixes e alta incidência de infecções, pode-se associar tal fato a uma imunossupressão gerada por bem-estar prejudicado. Logo, seria muito simplista associar somente o indicador de saúde ou falta dela às condições de bem-estar, sendo importante analisar todo um contexto para chegar a alguma conclusão (HUNTINGFORD, 2006).

Após diversos processos que levam à manipulação do peixe ou até após métodos ditos de insensibilização, é importante avaliar se há inconsciência no animal devido a exaustão gerada por tais processos ou até mesmo se houve efetiva insensibilização no processo pré-abate. Para tanto, Kestin et al. (2002) desenvolveu um protocolo para detecção de consciência em peixes que é congruente à captação ou não de função cerebral avaliada por eletroencefalografia e que envolve a avaliação de comportamentos espontâneos como comportamento natatório e equilíbrio; avaliação de reflexos clínicos como batimento opercular e reflexo ocular; e respostas do animal a estímulos dolorosos ou até à sua manipulação.

Há muitos sinais potenciais do comprometimento do bem-estar de peixes durante todo o processo de transporte até o abate. A avaliação desse comprometimento pode ser obtida através de uma série de dados que se combinados podem dar uma impressão geral da condição de bem-estar na qual o animal se encontra (HUNTINGFORD, 2006).

Os dados sobre a fisiologia, bioquímica e comportamento dos peixes são muito importantes, mas exigem manejo e morte de animais, além de a coleta de tais informações presentes no sangue ou outros tecidos serem, também, processos onerosos. Há métodos não invasivos como medir os níveis de cortisol na água em que os peixes se encontravam (ELLIS et al., 2004) ou em suas fezes (OLIVEIRA et al., 1999, TURNER et al., 2003), mas isso não diminui a complexidade de tais processos

e a inviabilidade de reproduzi-los sempre durante uma rotina de abate, o que exige formas mais práticas para tal avaliação, como a observação comportamental e de produção (HUNTINGFORD, 2006).

O quão bem a observação desses sinais irá funcionar depende da espécie em questão, das circunstâncias e também da situação individual do animal. É importante desenvolver um protocolo de amostragem que forneça um quadro preciso de indicadores padronizados, repetíveis e viáveis que possam ser aplicados no campo. (HUNTINGFORD, 2006; EFSA, 2009).

2.3. Impactos do método de insensibilização e abate sobre a qualidade da carne

A insensibilização para ser considerada adequada exige que o animal perca a consciência em menos de 300 milissegundos e assim, não tenha percepção do que está acontecendo e não seja submetido ao medo e dor, que são fatores que acabam por resultar em picos de estresse. Tradicionalmente, a escolha do método de abate 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 (VIEGAS et al, 2011).

Além do próprio método de atordoamento e abate influenciarem nos atributos de qualidade do produto a ser obtido, a carne do pescado possui características químicas e estruturais próprias que a tornam mais perecível em comparação à carne de outras espécies. Isso ocorre devido 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 o alto teor de nutrientes que facilitam a propagação de microrganismos, além da alta atividade metabólica da própria microbiota (LEITÃO, 1984), sendo esses, fatores que aceleram naturalmente sua deterioração.

Um abate ideal é aquele que preza pelo bem-estar dos peixes e pela qualidade da carne gerada. O bem-estar é algo que deve caminhar junto à qualidade pois, se submetido o peixe à estresse *pré-mortem* por situações que gerem pânico, este irá utilizar suas reservas energéticas na tentativa de fuga devido à hormônios estimulados

por essa condição e isso leva à queda de glicose e de ATP (adenosina trifosfato), 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. Tais reações culminam em um tempo de finalização diminuído deste processo (POLI et al., 2005).

Tal conclusão do processo de *rigor mortis*, ocorre devido, principalmente, à ação de enzimas proteolíticas (catepsinas) bem como enzimas microbianas que promovem a quebra de proteínas miofibrilares, marcando o início do período pós-rigor, que resultam no amolecimento da carne e, com a degradação proteica geram compostos que tornam o meio mais básico, como amidas e aminoácidos livres e que, quando concluído tal processo (AMBROGGI et al, 1996; OETTERER, 1998), exerce mudanças de textura da carne do pescado que de forma ideal, adquire a característica de macia e não tão flexível (SIKORSKI, 1990).

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, 2011). O processo de *rigor mortis* pode durar de 2 a 18 horas com pico em 6 horas após o abate do pescado e é influenciado, também, pela espécie do peixe e temperatura de estocagem deste onde, ele demora mais para se iniciar e demora mais tempo para ser resolvido em temperaturas mais baixas. Durante esse processo, a atividade bacteriana é bem limitada, já que bactérias psicotrópicas exigem um pH mais básico enquanto que durante o rigor esse pH estará mais ácido, freando sua proliferação e a ação enzimática endógena (OETTERER, 1998; PRATA, 1999; VIEIRA, 2003). O processo de deterioração é mais intenso após a dissolução desse período (BEIRÃO et al, 2004).

A maioria dos peixes de cultivo marinho e continental são mortos sem atordoamento prévio por meio de asfixia pelo ar ou gelo. O gelo é operacionalmente conveniente pois resfria e conserva os peixes enquanto promove seu abate sem esforço ou custo e, muitas vezes esse método é dito atordoante devido ao choque térmico, mas por causar morte lenta e com consciência, não é considerado como parte de um abate humanitário (EFSA, 2009; VIEGAS, 2011).

De maneira geral, observa-se que os métodos de abate que causam menos estresse e menores impactos negativos na qualidade da carne são os feitos por choque elétrico, percussão craniana e overdose de anestésicos quando, é claro, são

aplicados de maneira correta pensando-se nas características individuais de cada espécie. Enquanto que, os métodos que mais possuem impactos negativos na carne são por asfixia fora da água ou no gelo, termonarcorese, imersão em água com mistura gasosa e banho de sal, salvo algumas espécies que tiveram respostas excepcionais a tais métodos (VIEGAS et al, 2011).

Em indústrias pode-se observar métodos que visam provocar, inicialmente, o atordoamento e que são seguidos de condutas complementares que acabam por levar ao abate dos peixes, tais métodos que objetivam o abate com atordoamento prévio seriam o golpe percussivo na cabeça ou perfuração cerebral com pistola de dardo cativo e ar comprimido/ objeto perfuro cortante, sendo este, um método mais interessante de ser aplicado em peixes de grande porte provindos de pesca extrativa, se estes forem beneficiados em filé ou postas, já que tais procedimentos causam deformação na cabeça e culminam em aspecto repugnante perante o consumidor (SANTOS, 2013; OIE, 2016).

Métodos de atordoamento como adição de gases em mistura de água com gelo e eletronarcorese são usados por indústrias europeias em espécies julgadas como de alto valor comercial pois tais métodos são considerados onerosos se aplicados em outras situações (SCHERER et al, 2005). O atordoamento com gás vem sendo incentivado por resultar em menos manchas de sangue na carne e hemorragias na superfície da carcaça, podendo ser uma alternativa de aplicação para aquelas espécies que são hipóxico-resistentes. Está caindo em desuso o uso desse método para abater o animal por anóxia pois, se usado dessa maneira, ou seja, alcançando menos de 2% de O₂, o animal pode sofrer convulsões. Ultimamente na Europa, misturas com 40% de CO₂ + 30% de O₂ + 30% de N₂ para atordoar seguidas de 80% CO₂ + 20% de N₂ para abater vêm sendo utilizadas comercialmente (GREGORY, 2005; RIBAS et al., 2007).

A eletronarcorese, que ocorre por meio da aplicação de corrente elétrica na água imediatamente após a despesca é considerada um método adequado pois resulta em perda de consciência imediata do peixe que permanece assim até chegar ao óbito (SANTOS, 2013), podendo esta ser uma alternativa viável economicamente para algumas espécies sem esquecer de que, para tal procedimento, há possibilidade de culminar em prejuízos ao filé como quebra de ossos e hemorragia no filé, o que poderia causar resistência por parte da indústria. É importante para este procedimento, o conhecimento acerca da correlação entre a força da corrente elétrica

e o tempo de exposição a ela pois tais fatores determinam a duração do estado de consciência do animal que é constatada por meio de observações da postura, comportamento e entre outros parâmetros para peixes (KESTIN et al, 2002; NORDGREEN et al, 2008).

Em pescados que foram submetidos à estresse pré-abate espera-se alterações organolépticas e nutricionais indesejáveis da carne como 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; e diminuição da capacidade de retenção da água sendo esta, uma característica associada à suculência do produto que é dependente, entre outros fatores, do PH, força iônica e pressão osmótica (ROTH et al, 2002; OZOGUL et al, 2004; ERIKSON et al, 2006).

A análise do pH é um parâmetro comumente utilizado nos atributos de frescor do pescado. Sua diminuição está associada ao esgotamento das reservas de ATP e acúmulo de ácido lático, 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 (ERICKSON, 1997). Em contrapartida, o aumento do valor desse pH é devido ao acúmulo de substâncias de base resultantes da degradação de proteínas 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 oxidação lipídica é a mais relevante alteração química (NUNES et al., 2007), envolvendo apenas o oxigênio e lipídios insaturados presentes no pescado. O processo primário leva ao aparecimento de colorações castanhas ou amarelas ao serem formados hidroperóxidos que só causam essa alteração, sem afetar a mudança de sabor. A degradação desse hidroperóxido gera aldeídos e cetonas que, culminam em sabor forte e rancidez, que significa deterioração da gordura. A taxa e a extensão da oxidação em carnes são influenciadas e iniciadas por calor, luz, eventos pré-abate como o estresse do manejo, e eventos como técnicas utilizadas no abate, queda do pH *post-mortem* e temperatura da carcaça (JUL, 1952; SANT´ANA, 1995).

Os indicadores bioquímicos mais utilizados na avaliação do frescor do pescado são a quantificação de ATP e seus produtos metabolizáveis, podendo-se, também, utilizar como parâmetro para determinação dessa característica os compostos de

bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) que estão mais relacionados à degradação da carne e envolvem concentrações de aminas, amônia, trimetilamina e tilamina que são resultados da metabolização de nucleotídeos e disseminação dos aminoácidos pelos microrganismos nela presentes (HUSS et al, 1992; CONTRERAS-GUZMAN, 2002; WILLIS et al, 2006).

Dentro do parâmetro de BNVT, tem-se o grupo amônia como principal componente a ser quantificado já que esta é produto de várias reações de desaminação de derivados de ATP, aminoácidos e ureia, sendo responsável por grande parte das alterações químicas. Peixes em excelente estado de frescor atingem de 5 a 10 mg N. 100g⁻¹ de BNVT (SIKORSKI et al, 1994; OGAWA, 1999) e, no Brasil, o valor do limite máximo de BNVT estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para esse peixe ser considerado fresco é de 30 mg N. 100g⁻¹ (BRASIL, 2011).

A quantificação de trimetilamina não é um parâmetro sensível para peixes de água doce pois estes possuem quantidades irrelevantes de óxido de trimetilamina (OTMA), que é o precursor da trimetilamina produzida pelos microrganismos deteriorantes. Logo, diferente dos peixes de água salgada, os de água doce sempre terão baixos valores de BNV, podendo alterações significativas na concentração desses compostos serem percebidas só quando ocorrem deteriorações sensorialmente perceptíveis (BERAQUET, 1985; LAPA-GUIMARÃES, 2005).

Sabe-se que 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 (RABELO, 1988). 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 mais cedo por peixes que passaram por estresse *pré-mortem*. Nessa condição, a carcaça desses animais produz um aumento no valor de K (que é definido como um indicador de frescor de peixe proposto por SAITO et al. 1959) mais rápido do que peixes que não passaram por estresse *pré-mortem* (LOWE et al, 1993; ERIKSON et al, 1997). Tal valor de K é baseado em reações autolíticas que relaciona a concentração dos metabólitos de ATP: inosina e hipoxantina. O aumento desse valor é considerado como perda de frescor do pescado (OZOGUL, 2004; SANTOS, 2013). Em peixes tropicais esse valor permanece mais estável do que em peixes de água salgada (TSUSHIMOTO et al, 1986).

Outro critério de grande importância que avalia a condição de frescor do pescado é baseado em análise sensorial que se destaca perante os outros parâmetros por ser feita com maior rapidez, baixo custo, não exigindo a destruição do produto e se baseando em critérios de aceitação do próprio consumidor (SOARES et al, 1998). Para tanto, foi criada uma técnica denominada Método de Índice de Qualidade (MIQ) que, por meio de fatores sensoriais avalia a variação de qualidade do pescado ao longo do seu processo de deterioração (ÓLAFSDÖTTIR et al., 1997). Essa técnica apresenta vantagens únicas como a estimativa de tempo em que o pescado está armazenado no gelo e prediz por quanto tempo esse produto irá permanecer viável para o consumo humano (SVEINSDOTTIR et al., 2002).

Logo, utilizando-se de sentidos como tato, olfato, observação da apresentação, aspecto, consistência, resistência e odor pode-se determinar o índice de frescor desse pescado (PRATA, 1999). Tendo-se em mente as características de um peixe fresco que são citadas pelo próprio RIISPOA (2017) em seu artigo 210 onde, o produto deve possuir superfície do corpo limpa com relativo brilho metálico sem qualquer pigmentação estranha, olhos vivos, brânquias róseas ou vermelhas, abdômen firme e sem deixar impressão duradoura dos dedos ao toque, escamas aderentes à pele com nadadeiras apresentando resistência à movimentação, ânus contraído, carne firme de consistência elástica e vísceras integras.

Então, um pescado para alcançar ótima qualidade com características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas próprias e ideais para um peixe fresco requer que sua despesca, procedimentos de abate e conservação seja adequado o que, conseqüentemente, irá evoluir e ou desenvolver os padrões atuais de qualidade desse produto.

3. MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO E EFICÁCIA EM TILÁPIA-DO-NILO

Dentre as espécies de peixes utilizadas na piscicultura no Brasil, destaca-se a Tilápia (*Oreochromis spp.*), pertencente à família Cichlidae, sendo um grupo de peixes exótico oriundo da África que habita águas de 14 a 33°C, onívoro e eurialino, ou seja, que suporta variações de salinidade na água de até 60‰ e que, encontrou no Brasil um habitat extremamente favorável para se propagar (ZIMMERMANN et al, 2004; LAMBOOIJ et al, 2008).

Essa espécie tem grande destaque comercial sendo a segunda mais produzida mundialmente e é o gênero mais produzido no Brasil (ANUÁRIO PEIXE BR, 2018). Sua ampla aceitação comercial é devido a características que a destacam tanto na produção pois é uma espécie rústica, de crescimento rápido e muito adaptável; quanto por parte do mercado consumidor já que sua carne tem características organolépticas e nutricionais desejáveis contendo baixo teor de gordura e, seus espinhos não possuem forma de “Y” no filé, o que favorece seu processamento (JORY et al., 2000).

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. Tal conhecimento acerca deste alimento é importante, para que a indústria, se atente a promover ações que façam com que esse tempo de prateleira seja prolongado sabendo o que vem a influenciar na qualidade do produto e assim otimizar seu resultado. É nesse contexto que entra o método de abate 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. (MELO FRANCO, 1996; LAMBOIJ et al, 2002; URBINATI, 2004;)

Diferentes métodos de abate e atordoamento vêm sendo estudados objetivando-se entre outros, promover o controle de qualidade, eficiência, segurança dos procedimentos (CONTE, 2004) e minimizar sofrimento desnecessário ao animal em questão (ACERETE et al, 2009).

Sabe-se que os peixes são sensíveis a mudanças físicas e químicas nos parâmetros da água na qual eles habitam como a temperatura, níveis diferentes de gases dissolvidos, pH e entre outros, porém, sabe-se também que há um nível de tolerância variável perante tais adversidades entre as diferentes espécies (CLOSE et al, 1997).

Os peixes de água doce, em geral, por habitarem um ambiente mais variável quanto à disponibilidade de recursos, são animais que possuem maior tolerância à ambientes hipóxicos e hipercápnicos. Esses são animais que possuem mecanismos que possibilitam tal sobrevivência à habitats variáveis como o fato de serem ectodérmicos, o que os faz demandar menos oxigênio em relação aos organismos endodérmicos podendo manter sua atividade metabólica e neural por meio de glicólise anaeróbica e por meio de aminoácidos.

Os peixes desenvolveram, também, artifícios para prevenir a despolarização induzida por acidose metabólica dos neurônios ao usar da capacidade de tamponamento do GABA (ácido gama-aminobutírico) elevado em seu cérebro. Contudo, há variações no grau de tolerância entre as diferentes espécies de peixes onde, algumas espécies como Tilápia e entre outros, são extremamente tolerantes podendo sobreviver pelo menos por 1 hora em água hipóxica ou hipercápnica, enquanto outras espécies podem sobreviver à água hipóxica por vários dias. (KESTIN et al, 1991; HYLLAND et al, 1995; EFSA, 2004).

Com isso, pode-se constatar que essas diferentes espécies de peixes reagem, também, de maneira única aos variados métodos de abate e atordoamento que devem ser adequados não só à espécie do animal, mas também ao número de peixes a ser processado, ao tamanho deste e da disponibilidade da estrutura para conduzir o processo (EFSA, 2004). Tal fato, propiciou pesquisas 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. Que se baseiam não só no nível de estresse, passível à observação, alcançado pelo animal durante o processo, mas também no reflexo sobre o tempo de prateleira e qualidade da carne obtida (CONTRERAS-GUZMÁN, 1988; MELO FRANCO, 1996).

Os métodos de atordoamento e abate a serem introduzidos no processamento da tilápia que a literatura apresenta são baseados nas técnicas mais comumente usadas sendo eles: hipotermia ou choque térmico, atordoamento percussivo, eletronarcose, secção de medula e atordoamento por água hipercápnica (rica em CO₂).

3.1. Choque térmico, hipotermia ou termonarcose

O choque térmico é um método no qual imerge-se o peixe em água misturada com gelo com o objetivo de assim o peixe ficar letárgico e atordoado antes do abate, facilitando seu manejo (ERIKSON et al, 2006; ROTH et al, 2006). Depois de cerca de 10 minutos ou após ter cessado os movimentos corporais do animal submetido à termonarcose, é comum ele ser acondicionado em caixas plásticas com uma camada de gelo os recobrando até que, enfim, o peixe acaba sendo abatido por meio de asfixia no próprio gelo (ROBB et al, 2002).

Entretanto, tal procedimento prolonga o período de consciência do animal, ou seja, com a diminuição da temperatura, o peixe que é um animal pecilotérmico tem seu metabolismo desacelerado, o que o faz alcançar a inconsciência mais lentamente perante esse estímulo após algum tempo em que ele se encontra exposto a ele, além de tal efeito não garantir que esse animal não seja capaz de responder a estímulos dolorosos (CLOSE et al, 1997; LINES et al, 2003), ou seja, por esses animais serem pecilotérmicos eles podem se adaptar as mudanças de temperatura no ambiente, porém como isso demora dias, quando submetido a uma mudança extrema e rápida de temperatura ele, a princípio, sofre o efeito de paralisia pelo frio (EFSA, 2004).

É constatado que o tempo requerido para que o animal chegue à óbito vai depender tanto da espécie quanto da temperatura à qual este se encontra e, quanto mais alta a temperatura, mais facilmente o animal irá chegar à óbito devido exaustão metabólica, pois, com a temperatura elevada, maior será a exigência e consumo de oxigênio e energia, daí mais facilmente estes irão se esgotar (ROBB et al, 2002). Este é o caso de algumas espécies de água quente como a tilápia, que devido a esse mecanismo, leva mais tempo para perder funções cerebrais por meio da hipotermia do que por meio da própria asfixia no ar (YUE, 2008).

O peixe submetido à hipotermia em água com aproximadamente 1°C ou menos pode, frequentemente, ficar sedado ou imóvel, mas além de tal efeito não causar insensibilidade, ele é reversível se o animal for colocado novamente em água de temperatura habitual a ele. É possível, também, se beneficiar de tal efeito entorpecente gerado nos peixes e usar o método de choque térmico como tratamento prévio para outro método de atordoamento ou abate, potencializando assim sua eficácia, como é o caso de termonarcose seguida por asfixia gasosa, por exemplo (LAMBOOIJ ET AL, 2002; ROBB et al, 2002; ERIKSON ET AL, 2006; ROTH et al, 2006).

Não há evidências claras do quão estressante é a hipotermia para o peixe já que tal situação é de difícil análise se esta for feita por meio de respostas comportamentais, onde o resfriamento rápido do corpo causa paralisia muscular e por isso não é possível chegar à conclusão do quão aversivo esse tratamento pode ser para o animal. Mas esse resfriamento corporal de maneira intensa e repentina permite inferir ser uma situação dolorosa (ROBB et al, 2002) e que já se mostra capaz de gerar respostas de estresse imediatas (SKJERVOLD et al, 2001), além de ser um tratamento que irá manter vivo o peixe por horas, ou seja, mesmo que as reações físicas do peixe parem ou diminuam progressivamente após ser colocado em água com gelo, sua atividade cerebral estará apresentando potencial de consciência por um período substancial até que com a ocorrência de problemas osmorregulatórios e exaustão este venha à óbito (HASTEIN et al, 2005; LINES 2014).

Apesar de não ser um método de atordoamento e abate adequado perante princípios de bem-estar por causar sofrimento e não gerar insensibilização imediata, a hipotermia é vista como um método vantajoso pela aquicultura por gerar benefícios para a qualidade da carcaça já que, ao diminuir a temperatura do músculo é eliminado o processo inicial de degradação da carne como as reações autolíticas que começam efetivamente logo após o abate do animal além de, também, aumentar o tempo do início e resolução do rigor mortis, ou seja, de acordo com tal embasamento, um peixe submetido ao choque térmico cuja temperatura corporal foi significativamente reduzida começa a passar pelo processo de deterioração em um momento posterior aos animais que não passaram por tal processo (SKJERVOLD et al, 2001).

Contudo há estudos que não encontram diferenças benéficas causadas por hipotermia se comparado a outros métodos (ALBUQUERQUE et al, 2004; PEDRAZZANI, 2007), ou seja, não há evidências que suportam a teoria de que o resfriamento do animal enquanto ainda vivo seja o método que irá gerar mais benefícios do ponto de vista de qualidade da carne obtida, qualquer benefício gerado por esse método pode ser alcançado a partir de uma gama de atordoamentos ou abates mais adequados feitos previamente a essa refrigeração (ROBB et al, 2002).

Em estudo feito com Tilápia-do-Nilo como o de Albuquerque et al. (2004), a termonarcole foi feita colocando-se o peixe por 10 minutos em tanque de água preenchido com um quarto de gelo seguindo-se com a sangria do animal exercida por meio do corte de seus arcos branquiais e permanência de 5 minutos em recipiente de água limpa para conclusão da sangria até que fosse finalizada com a evisceração.

Neste experimento, durante a sangria, os peixes recuperaram rapidamente um nível de atividade comportamental, o que sugere atordoamento superficial por parte deste método. De acordo com o método do índice de qualidade (MIQ) que avalia os atributos sensoriais da qualidade do pescado, o animal submetido ao atordoamento por choque térmico permaneceu sem alteração de cor de suas brânquias até o 5º dia após a morte e seu cristalino começou a apresentar opacidade a partir do 7º dia, com valores de pH que variaram entre 6,18 a 6,77. Como nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT), esse estudo encontrou valores médios de 16 mg N-BVT/ 100g durante 20 dias de armazenamento em gelo o que, se mostrou ser um resultado semelhante ao de outros métodos de insensibilização (PEDRAZZANNI et al, 2009) e apresentou parâmetros de qualidade aceitos perante a legislação brasileira.

3.2. Atordoamento percussivo

O atordoamento percussivo é feito por meio de um ou vários golpes aplicados no topo da cabeça do animal, sobre o cérebro, até que o animal seja considerado morto. 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).

Esse tipo de método é comumente usado em peixes de maior porte sendo parte da rotina de indústrias de salmão, principalmente. Nessas indústrias, dispositivos de atordoamento percussivo vêm sendo bem difundidos, mas em geral, os golpes são aplicados manualmente. Atordoamentos alcançados por meio desses dispositivos, se realizados com força suficiente, causa inconsciência imediata no peixe e, em 99% dos casos, o animal é incapaz de recuperar a consciência (EFSA, 2004)

Após o atordoamento percussivo, o peixe é exsanguinado ao cortar ambos os arcos branquiais ou retirando-se completamente as brânquias, a fim de resultar em melhor qualidade da carne e garantir que o animal não recupere a consciência se a insensibilização não foi adequada. A linha de pesquisa a respeito da percussão semiautomática inclui métodos de abate que poderiam ser independentes de operadores onde, os peixes poderiam nadar voluntariamente para dentro do aparelho que seria acionado com o contato do focinho do animal, como acontece no dispositivo MT4, por exemplo. Já que, atualmente esse método só pode ser aplicado por meio de trabalho manual e manejo individual do animal o que, para espécies de menor valor

econômico pode não ser de aplicação viável economicamente por exigir mão de obra para tal (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 do estresse da manipulação, gerar lesões e sofrimento já que a força ou energia desse procedimento, que visa resultar em danos no cérebro severos o suficiente para que a inconsciência ocorra, não é capaz de insensibilizar o animal. Isso não ocorre se tal procedimento percussivo for feito com pistola de dardo cativo que gera danos cerebrais suficientes ao penetrar esse órgão, porém é necessária uma posição bem acurada do dispositivo sobre a cabeça do peixe já que este possui um cérebro pequeno bem protegido e a aplicação desse método sobre um posicionamento equivocado pode resultar em importantes lesões e sofrimento no animal. Nesse caso, também é importante frisar a respeito da velocidade, comprimento e o diâmetro do parafuso incluindo, também, a resistência do cartucho a ser utilizado pois devem ser de acordo com o tamanho do peixe que será abatido (VAN DE VIS et al, 2003; LAMBOOIJ et al, 2012).

Apesar de não ser tão bem adaptável para espécies como a tilápia, sargo ou enguia (VAN DE VIS et al, 2003), o atordoamento percussivo, quando corretamente conduzido, é um método de atordoamento considerado humanitário e eficiente para peixes, como os salmonídeos em geral, e há relatos consistentes de que tal procedimento gera diminuição na atividade física dos peixes enquanto ocorre o abate, a acidificação post-mortem da musculatura ocorre mais lentamente e o início da instalação do rigor mortis é mais lento em comparação a outros métodos de insensibilização em peixes (AZAM et al, 1989; MARX et al., 1997; ROBB, 1998; MORZEL et al., 2002). Sendo todos esses resultados associados à privação de estresse que o atordoamento percussivo proporciona (EFSA, 2004).

3.3. Eletronarcose

A eletronarcose 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. Se essa

corrente for suficientemente forte, tal procedimento causa um ataque epilético generalizado ao estimular indiferentemente todas as regiões do cérebro do indivíduo.

A primeira etapa induzida por esse tipo de estímulo é a chamada fase tônica que ocorre através da liberação do neurotransmissor GABA (glutamato) que é seguida por fase espasmódica e exaustiva. Esse mesmo neurotransmissor, GABA, auxilia também na recuperação pós insulto.

Um cérebro assim induzido é incapaz de responder a estímulos e por isso há um consenso de que um animal sob tal situação de epilepsia se encontra em estado de inconsciência e insensibilização (KOOI et al., 1978; LOPES DA SILVA, 1983). Em alguns casos, como o de enguias geralmente, a corrente elétrica pode ser usada para abater o animal e nesse caso, acredita-se que o peixe morre devido completa e irreversível despolarização do sistema nervoso ou parada respiratória (EFSA, 2004)

Apesar de a eletronarcorese ser considerada pela própria OIE um abate humanitário para organismos aquáticos (OIE,2016), ela é de certa forma de difícil implantação em indústrias, já que se uma corrente elétrica é aplicada de maneira equivocada e não regulada de acordo com a espécie, esta 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.

Na maioria dos sistemas comerciais que utilizam da eletronarcorese, é aplicada a frequência de 50 Hz em água na qual os peixes estarão imersos. Desde que o gradiente de voltagem seja de magnitude suficiente a perda de movimentos é imediata, nesse caso, eles entram em um estágio de convulsão tônica com reações cerebrais tipicamente epileptiformes observadas com auxílio de encefalograma por período determinado que varia de acordo com a espécie podendo levar o animal à óbito sem que este se debata conscientemente (KESTIN et al, 1995; MARX et al 1997).

Se o peixe não for morto pelo processo, ele pode recuperar a consciência gradualmente em um tempo que também varia de acordo com a espécie (ROBB et al, 2002). Se o gradiente de voltagem não for suficientemente alto para atordoar o peixe, a princípio ele fica imóvel enquanto a corrente é aplicada, mas após ser terminado esse processo, respostas fortemente aversivas são observadas no animal (KESTIN et al, 1995).

Vários estudos demonstram atordoamento imediato em peixes submetidos a 1 segundo de passagem de corrente elétrica (ROBB et al, 2003; LAMBOOIJ et al., 2002) mas, parâmetros nos quais ocorra inconsciência aliada à insensibilidade ainda são muito limitados tanto em número quanto em qualidade (LAMBOOIJ et al, 2008). Em geral, dependendo da espécie do peixe, correntes de atordoamento elevadas e maior tempo de exposição à aplicação dessa corrente está associado a um período de inconsciência maior e uma maior proporção de animais mortos no processo enquanto que, altas frequências (maiores que 2000Hz) são associadas a menores períodos de inconsciência e menor mortalidade durante o mesmo (ROTH, 2003).

Na tilápia, em estudo feito por Lambooij et al (2008), foi constatado que a insensibilização do animal pode ser alcançada de modo satisfatoriamente humanitário com corrente aplicada por 5 segundos de cima para baixo em peixes colocados lado a lado tendo como densidade 1 Arms/ dm² (sendo rms a medida de valor eficaz) e 50 Hz de frequência, foi constatado também que, a densidade de corrente elétrica para induzir um ataque epilético geral no peixe com campo elétrico direcionado da cabeça à cauda necessária é menor em comparação à sua aplicação de cima para baixo, chegando a valores médios de 0,4 Arms/dm² com mesma frequência de corrente sinusoidal. Tal feito permitiu a conclusão de que é importante, numa eletronarcose, a posição em que o peixe se encontra em relação a direção do campo elétrico para que ocorra um atordoamento efetivo. Ocorreu, também, de o uso de ondas alternadas pulsadas de forma quadrada com ciclo de trabalho de 43%, 133Hz e densidade de 0,6 Arms/dm², ou seja, de corrente menor aplicada em peixes mantidos lado a lado, ser o método que causa insensibilização e inconsciência mais prolongada no animal se comparado aos efeitos de ondas sinusoidais, resultando assim, em manutenção deste atordoamento por 51 segundos comparados a 26 segundos.

No estudo em questão, o animal foi insensibilizado com eletronarcose e abatido por meio de hipotermia em água com gelo ou sangria por meio de corte dos arcos branquiais, mas os resultados obtidos por meio da sangria posterior à eletronarcose, que é o método aderido comercialmente, foram menos satisfatórios do ponto de vista humanitário pois, nesse caso, o animal recuperou a consciência e sensibilidade de acordo com parâmetros observacionais, enquanto ainda estava sendo sangrado, fato que não ocorreu quando colocado em água gelada. Porém, os resultados sensoriais do filé obtido pelo abate por choque térmico foram inferiores apresentando cor mais

escura e avermelhada deste produto no seu lado dito visceral. Em ambos os casos não foram atestados ossos quebrados, hematomas e manchas de sangue.

É sabido que a condutividade da água no tanque de atordoamento influencia na força do campo elétrico sobre o peixe, sendo necessário um mínimo de 400Us/cm, e também, que diferenças nos campos elétricos necessárias para se atordoar peixes de diferentes tamanhos não dependem necessariamente do volume físico ocupado por eles no tanque, e sim da condutividade da água na qual o campo será aplicado (LINE E KESTIN, 2004). Só que a nível prático, atualmente conseguir ajustar o animal numa posição ideal não é viável e por isso pensa-se na possibilidade de arquitetar um túnel no qual esses animais possam ser colocados e assim serem contidos de maneira adequada enquanto a corrente é aplicada na direção mais satisfatória e o atordoamento alcançado (LAMBOOIJ et al, 2008).

3.4. Secção de medula

A secção de medula é um método de atordoamento ou insensibilização onde é feito um corte da medula com a introdução de uma faca de açougue afiada na posição de 30 graus no opérculo. Após essa insensibilização o peixe é submetido à sangria durante 3 minutos, para tal, é feito um corte que envolva os quatro arcos branquiais de um lado da cabeça garantindo, assim, que o animal não volte à consciência.

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 batimentos operculares (PEDRAZZANI, 2009). Tais parâmetros são de imensurável importância na avaliação do método de abate e atordoamento fazendo menção à reflexos do pedúnculo cerebral sendo esses, indicadores de grande importância na avaliação do método de abate pois a ausência desses, sugere que o animal está inconsciente ou morto (ANIL E MKINSTRY, 1991; EFSA, 2004), ou seja, preconiza que o método é adequado. Entretanto, em seu estudo com tilápias, PEDRAZZANI et al (2009) constataram que uma parte de seu grupo amostral tratado com tal método permaneceu com reflexo vestibulo-ocular de 0 a 210 segundos após a secção de medula e com estímulo doloroso de 0 a 180 segundos o que é assumido como presença de consciência nesse período.

Quanto à análise físico-química da carne obtida por esse método de atordoamento tem-se um pH inicial entre 7,2 e 7,3 com decréscimo rápido após um período de 3 horas onde permaneceu em 6,6 e 6,9 até 10 horas após o abate. Tem-se, também, um índice de rigor mortis completo entre 8 e 11 horas o que, não se diferenciaram significativamente do resultado que se encontrou em técnicas de abate que geram muito mais tempo de sofrimento e estresse a esse animal como a termonarçose, o que faz a autora indagar se o estresse sofrido no período pré-abate não foi suficientemente intenso a ponto de causar tais semelhanças de resultados (PEDRAZZANI et al, 2009).

É constatado sobre esse método também que, a ferramenta nele utilizada é capaz de interferir no tempo de insensibilização onde, o desempenho do uso de faca de lâmina bilateral se mostrou superior ao de lâmina unilateral ao alcançar o atordoamento 13.5 segundos mais rapidamente que a lamina unilateral, que é a faca padrão para esse fim (PEDRAZZANI, 2009).

3.5. Atordoamento por Dióxido de Carbono

O Dióxido de Carbono é um gás extremamente tóxico e solúvel na água que promove um ambiente hipóxico e ácido que deve alcançar um pH por volta de 4,5 capaz de gerar a queda do pH do sangue do animal nele submetido, o que resulta no comprometimento do sistema nervoso central, imobilização e, eventualmente, causa atordoamento no peixe. Durante o período inicial do processo é comum observar comportamento intensamente aversivo dos animais que pode durar por aproximadamente 30 segundos, essa 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 presume-se, 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; HSA, 2005).

O que ocorre é que, submetido a este método atordoador, o peixe perde a mobilidade antes de perder a consciência e, por isso, em muitos casos acredita-se que estes são exsanguinados ou eviscerados enquanto conscientes além de que, não há evidências que comprovem que este é um processo que cause analgesia ou anestesia ao animal além da narçose, ou seja, ele não irá reduzir nenhuma sensação

de medo ou dor. Apesar deste método não ser considerado humanitário, se fosse bem executado, o animal deveria ficar sob a água hipersaturada com dióxido de carbono até que este perdesse a consciência, ou seja, um período mínimo de 10 minutos, mas o que ocorre na prática é o processamento do animal logo que este perde a mobilidade, ou seja, por volta de 2 a 3 minutos o que, inevitavelmente acaba por resultar em sofrimento (VAN DE VIS, 2003; EFSA, 2004; HSA, 2005).

Em estudo feito por Campagnoli et al. (2017) com tilápias, foi diretamente injetado gás carbônico em tanque preenchido com água sob pressão de 2kgf/cm² até que os peixes que ali já estavam introduzidos ficassem inconscientes, o que levou 30 minutos. Após ser constatada a inconsciência por meio de observação da perda do equilíbrio, parada de movimentos operculares, além de não haver resposta à estímulos dolorosos e reflexos do vestibulo-ocular (VOR) o animal foi exsanguinado ao cortar-se os 4 arcos branquiais e deixa-lo na água para ser sangrado por 3 minutos até que começasse seu processamento que incluía a filetagem.

De acordo com a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos, o modo mais efetivo de atordoamento de peixes por meio de água saturada com CO₂ é feito ao se introduzir o gás em tanque com água e torna-la saturada antes mesmo de introduzir os peixes. Para alcançar a saturação adequada é necessária uma monitoração do pH da água que, estará adequadamente saturada quando este parar de cair, se estabilizando em 4,5. Para a organização, é importante também que os peixes sejam introduzidos em números adequados a fim de que não ocorra superlotação desse tanque, evitando-se assim estresse adicional antes da perda da consciência do peixe (EFSA, 2004).

Há vários estudos que ao analisar o post-mortem de peixes atordoados por CO₂ afirmam que este método de narcose resulta em uma acidificação muscular post-mortem mais rápida, entrada no período de rigor mortem acelerada e capacidade de retenção de água diminuída em comparação ao atordoamento percussivo (AZAM et al, 1989; MARX et al, 1997; ROBB, 1998). Contudo, para Campagnoli et al. (2017) que fez a comparação desta análise com o método de termonarcose, por meio do atordoamento com água saturada um filé congelado possui maior capacidade de retenção das propriedades físico químicas necessárias.

Há outros métodos de insensibilização e abate que vêm sendo desenvolvidos em pesquisas como: exsanguinação sem prévea insensibilização que é constatado ser um método não humanitário por causar uma morte mais lenta ao animal, a

dependem da temperatura da água, mas que é muito utilizado ainda por se acreditar gerar maior qualidade final ao filé que estará mais branco ao final do procedimento; sedação pré-abate por meio de anestésicos como o óleo de cravo e o AQUI-S™ que contém isoeugenol em sua composição mas que é considerado inadequado para usar em animais que serão usados como alimento por haver possibilidade de acúmulo de resíduos (RIBAS et al, 2007).

4. CONCLUSÃO

O mercado de pescados é uma área de produção que vêm se destacando nos últimos anos devido seu grande crescimento em comparação às outras cadeias de produção de carne e isso ocorre porque os recursos naturais como produção de pasto e necessidade de grandes hectares para criação de animais e produção de ração, por exemplo, estão cada vez mais escassos e onerosos e, é visto na aquicultura uma oportunidade de esgotar menos tais recursos.

Com o destacado crescimento nessa área de produção vêm a necessidade de elaboração de mais conhecimento acerca da criação e abate desses animais, envolvendo para isto, sua fisiologia, comportamento, enfermidades predisponentes assim como tratamento para estas e também, o seu bem-estar para que tal produção seja aprimorada e gere resultados mais promissores. Sendo considerado para tal, também, o fato de que cada espécie deve ser pesquisada igualmente já que possui características únicas quanto a cada um dos aspectos anteriormente citados.

O maior desafio na produção de conhecimento em aquicultura é exatamente a necessidade de se elaborar um material que seja espécie-específico para uma área que só no Brasil abrange mais de 60 espécies de animais cultivados, sem contar ainda com os animais de extrativo que possuem uma maior perecibilidade exatamente pelas condições de manejo e abate que são submetidos.

A negligência de condições humanitárias para o abate de peixes que ocorre tanto por parte da legislação atual e mundial quanto por parte de produtores e sociedade é baseada principalmente na falta de conhecimento existente acerca da fisiologia desses animais e na importante distância filogenética dos mesmos que não demonstram tão claramente sinais de dor e desconforto a ponto de gerar empatia por parte da sociedade e não possuem similaridades anatômicas em aspectos do sistema nervoso capazes de gerar dor, fato que não ocorre com outros mamíferos explorados no mercado de produção de carne, como bovinos e suínos.

É importante frisar que o pescado para alcançar uma melhor qualidade com características químicas, sensoriais e microbiológicas próprias e ideais, ele requer procedimentos de despesca, transporte, abate e conservação adequados, levando em consideração a higiene para tais processos a fim de diminuir a contaminação da carne na chegada ao frigorífico ou unidade de beneficiamento e também, o bem-estar que deve ser feito e aplicado de acordo com cada espécie, diminuindo assim situações

que gerem encurtamento do período de *rigor mortis* e aumento na velocidade da deterioração desse produto que já possui maior perecibilidade devido características próprias de sua carne.

Sugere-se para tanto que sejam implantados cursos e palestras de treinamento e aperfeiçoamento dessas práticas por parte dos funcionários que devem ter uma devida instrução acerca do manejo, condições de despesca e abate desses animais para assim aprimorar as técnicas de abate praticadas atualmente além de implantação de práticas de higiene do animal abatido antes do transporte para que seja transportado sem muco superficial evitando assim que se inicie seu processo de deterioração ainda no próprio transporte que pode levar dias.

Além disso, sugere-se também, que haja mais pesquisas acerca dos métodos de insensibilização e abate mais adequados sem que estes fujam da realidade e possam ser economicamente viáveis como, por exemplo, o uso de tanques de eletronarcose que sejam de preço acessível, possam ser calibrados de acordo com a espécie a ser insensibilizada e abatida, além, também que possam ser utilizados em condições rústicas a campo.

As características e modos de aprimoramento na cultura de pescados vêm se mostrando uma área com um amplo leque de pesquisas necessárias, além de ser uma área promissora e desafiadora para os que estão dispostos a se aprofundar nela.

Propostas de aperfeiçoamento no manejo de pescados devem ser levadas adiante pensando-se sempre no paralelismo entre qualidade e bem-estar para que possa se tornar mais tecnológica e humanitária.

BIBLIOGRAFIA

- 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**, v. 287, n.1-2, p.139-144, 2009.
- ALBUQUERQUE, WF 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 Agronômica**, v. 35, p. 264-271, 2004.
- ANIL, M. H.; MCKINSTRY, J. L. Reflexes and loss of sensibility following head-to-back electrical stunning in sheep. **The Veterinary Record**, v. 128, n. 5, p. 106-107, 1991.
- ANUÁRIO PEIXE BR DA PISCICULTURA 2018. São Paulo, Anual, 2018.
- AMBROGGI, F.; SEBASTIO, P.; PIRAZZOLI, P.; BALDRATI, G. Influenza del sistema di sacrificio su trote iridee di allevamento. II: Rigor Mortis E Consistenza Del Tessuto Muscolare. **Industria Conserve**, v. 71, n.2, p.157-161, 1996.
- AZAM, K.; MACKIE, I. M.; SMITH, J. The effect of slaughter method on the quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) during storage on ice. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 24, n. 1, p. 69-79, 1989.
- BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E.; BATISTA, C. R. V.; SANTO, M. L. E.; DAMIAN, C.; MEINERT, E. M. Tecnologia pós-captura de pescado e derivados. **Aquicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: UESC, p.407-42, 2004.
- BERAQUET, N. J.; LINDO, M. M. K. Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 169-192, SI
- BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 8, n. 2, 2008.
- BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, cap.13, p. 451-473, 1999.
- BORGHETTI, B.; RITA, N.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. **Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais**, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 3. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. Diário Oficial da União, Brasília, p.14-16, 2000. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar->

animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf >. Acesso em: 18 de maio de 2018

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.25, de 2 de junho de 2011: Anexo I: Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Pescados e seus Derivados**. Brasília, Seção I, p. 34-9, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Decreto n. 9.013 (Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal), de 29 de março de 2017**. Brasília, Seção 1, p. 3, 2017.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

CAMPAGNOLI DE OLIVEIRA, P.R.F.; DO AMARAL, P.J.S.; BALIEIRO, J.C.D.C.; VIEGAS, E.M.M. Comparison of Stunning Methods on the Physicochemical Properties of Frozen Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets. **Journal of aquatic food product technology**, v. 26, n.3, p.325-334, 2017.

CLOSE, B.; BANISTER, K.; BAUMANS, V.; BERNOTH, E. M.; BROMAGE, N.; BUNYAN, J., ERHARDT, W.; FLECKNELL, P.; GREGORY, N.; HACKBARTH, H.; MORTON, D.; WARWICK, C. Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2. **Laboratory animals**, v.31, n.1, p.1-32, 1997.

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, n. 1, 2006.

CONTE, F. S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 86, n. 3-4, p. 205-223, 2004.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. Métodos químicos para análise de pescado. **Controle de qualidade de pescado: seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. Santos: Loyola, 303p, 1988.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. Santiago: Cecta-Usach, 309p, 2002.

CORTESI, M. L. Slaughterhouses and humane treatment. **Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties**, v. 13, n. 1, p. 171-194, 1994.

DUNCAN, I. J.; PETHERICK, J. C. The implications of cognitive processes for animal welfare. **Journal of animal science**, v. 69, n. 12, p. 5017-5022, 1991.

ELLIS, T.; JAMES, J. D.; STEWART, C.; SCOTT, A. P. A non-invasive stress assay based upon measurement of free cortisol released into the water by rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, v. 65, n. 5, p. 1233-1252, 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**, v. 252, n. 2-4, p. 183-198, 2006.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). 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. **EFSA Journal**, 2004.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Seabass and Seabream. **EFSA Journal**, v. 7, n. 4, p. 1010, 2009.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. 2018. Disponível em :<<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>> Acesso em 04 de dezembro de 2018

FRASER, D., WEARY, D. M., PAJOR, E. A., & MILLIGAN, B. N. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. 1997.

FRASER, D. Understanding animal welfare. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, n. 1, p. S1, 2008.

GREGORY, N. G. Recent concerns about stunning and slaughter. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 481-491, 2005.

HASTEIN, T.; SCARFE, A. D.; LUND, V. L. Science-based assessment of welfare: aquatic animals. **Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties**, v. 24, n. 2, p. 529, 2005.

HUMANE SLAUGHTER ASSOCIATION et al. Humane Harvesting of Salmon and Trout. **Guidance Notes nº 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.

HUSS, H. H. Garantia da qualidade dos produtos da pesca. **FAO Documento Técnico sobre as Pescas**. Roma, FAO. n.334, 176p., 1997.

HYLLAND, P.; NILSSON, G.E.; JOHANSSON, D.; Extracellular Levels Of Amino Acid Neurotransmitters During Anoxia And Forced Energy Deficiency In Crucian Carp Brain. **Brain Research** n.823; p. 49-58, 1995.

JOBLING, M. The influences of feeding on the metabolic rate of fishes: a short review. **Journal of Fish Biology**, v. 18, n. 4, p. 385-400, 1981.

JOHANSSON D. & KIESSLING A. – Smärta och smärtlindring. Pain and pain relief. In Swedish. In Havbruksrapporten. R.E. Olsen & T. Hansen, eds. Fisken og Havet, Særn, 35-38, 2001.

JORY, D. E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T. R. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica. **Panoramas Comerciales SA**, México, 2000.

JUL, M. Productos pesqueros frescos y congelados: su manipulación y tratamiento. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.**, 1952.

KESTIN, S.C., WOTTON, S.B., AND GREGORY, N.G.; Effect of slaughter by removal from water on visual evoked activity in the brain and reflex movement of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Veterinary Record**, n.128, p.443-446, 1991.

KESTIN S.C. – Pain and stress in fish. Report for the Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals -RSPCA. RSPCA, Horsham, West Sussex, UK, 1994.

KESTIN, S. C.; WOTTON, S.; ADAMS, S. The effect of CO₂, concussion or electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on fish welfare. **Quality in Aquaculture. Special Publication**, v. 23, p. 380-381, 1995.

KESTIN, S. C.; VAN DE VIS, J. W.; ROBB, D. H. F. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. **Veterinary Record**, v. 150, n. 10, p. 302-307, 2002.

KOOI, K.A., TUCKER, R.P., MARSHAL, R.R.; Fundamentals of Electroencephalography, **Second ed. Harper and Row**, New York, 1978.

KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. **Parte 1**, v. 1, p. 20-26, 1997.

KUBITZA, F. **Tilápia**: tecnologia e planejamento na produção comercial. São Paulo: Degaspari, 289p, 2000.

LAMBOOIJ, E.; VAN DE VIS, J. W.; KUHLMANN, H.; MÜNKNER, W.; OEHLenschLÄGER, J.; KLOOSTERBOER, R. J.; PIETERSE, C. A feasible method for humane slaughter of eel (*anguilla anguilla* l.): electrical stunning in fresh water prior to gutting. **Aquaculture research**, n.33 v.9, p.643-652, 2002a.

LAMBOOIJ E.; VAN DE VIS J.W.; KLOOSTERBOER R.J.; PIETERSE C. Welfare aspects of live chilling and freezing of farmed eels (*anguilla anguilla* l.): neurological and behavioural assessment. **Aquaculture** n. 210; p.159- 69, 2002b.

LAMBOOIJ, E.; GERRITZEN, M. A.; REIMERT, H.; BURGGRAAF, D.; VAN DE VIS, J. W. A humane protocol for electro-stunning and killing of nile tilapia in fresh water. **Aquaculture**, v. 275 n .1-4, p.88-95, 2008.

LAMBOOIJ, E.; VAN DE VIS, J. W. Mechanical and Electrical Stunning of Farmed and Captured Fish. 2012.

LAPA GUIMARÃES, J. Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e uréia como índices químicos de qualidade e frescor do pescado. **Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 114p., 2005

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.; 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.

LINES, J.; KESTIN, S. Electrical stunning of fish: the relationship between the electric field strength and water conductivity. **Aquaculture**, v. 241, n. 1-4, p. 219-234, 2004.

LINES, J. A.; SPENCE, J. Humane harvesting and slaughter of farmed fish. **Rev Sci Tech Off Int Epiz**, v. 33, p. 255-264, 2014.

LOPES DA SILVA, H.F. The assessment of consciousness: general principles and practical aspects. **Stunning of Animals for Slaughter**, p. 3–12, 1983.

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.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A. Abate humanitário de aves. **WSPA Brasil, Rio de Janeiro**, p.11, 2010.

LYNDON, A. R.; HOULIHAN, D. F.; HALL, S. J. The effect of short-term fasting and a single meal on protein synthesis and oxygen consumption in cod, *Gadus morhua*. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 162, n. 3, p. 209-215, 1992.

MARX, H.; BRUNNER, B.; WEINZIERL, W.; HOFFMANN, R.; STOLLE, A. Methods of stunning freshwater fish: impact on meat quality and aspects of animal welfare. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-forschung A**, v. 204, n.4, p.282-286, 1997.

MELO Franco, B.D.G.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, 182p, 2003.

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, 2003.

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

NUNES, ML. BATISTA, I. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. **IPIMAR Divulgação**. Lisboa, v.29, 2004.

OETTERER, M. Técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. **Panorama da Aqüicultura**, v. 8, n. 46, p. 14-20, 1998.

OGAWA, Massaioshi; MAIA, Everardo Lima. Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado. **São Paulo: Varela**, v. 1, p. 430, 1999.

OIE. Código Sanitário dos animais terrestres. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/recomendacoes-da-organizacao-mundial-de-saude-animal>> Acesso em 13 de setembro de 2018.

OLAFSDOTTIR, G., MARTINSDÓTTIR, E., OEHLENSCHLÄGER, J., DALGAARD, P., JENSEN, B., UNDELAND, I., ... & NILSEN, H. Methods to Evaluate Fish Freshness in Research and Industry. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, n.8, p.258-265, 1997.

OLIVEIRA, R. F.; CANARIO, ADELINO VM; BSHARY, REDOUAN. Hormones, behaviour and conservation of littoral fishes: current status and prospects for future research. **Behaviour and conservation of littoral fishes**, p. 149-178, 1999.

ORTUNO, J.; ESTEBAN, M. A.; MESEGUER, J. Effects of short-term crowding stress on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune response. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 11, n. 2, p. 187-197, 2001.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; PEDINI, M. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília, p. 353- 382, 2000.

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, n. 3, p. 211-216, 2004.

POLI, B. M., PARISI, G., SCAPPINI, F., & ZAMPACAVALLLO, G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. **Aquaculture International**, v. 13, n.1-2, p. 29-49, 2005.

PEDRAZZANI, A. S. Reconhecimento da senciência e proposta de método alternativo de abate. 2007.

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

PEDRAZZANI, A. S., CARNEIRO, P. C. F., KIRSCHNIK, P. G., MOLENTO, C. F. M. Impacto negativo de secção de medula e termonarçose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v.10, n.1, 2009.

PLOEG, M.V.D; BODY, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue-greens algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.22, p. 207-216, 1992.

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, São Paulo: **SBCTA/ITAL**, 1988.

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**, v.269 n.1-4, p.250-258, 2007.

ROBB, D.H.F. Some factors affecting the flesh quality of salmonids: pigmentation, composition and eating quality. **Tese de Doutorado. University of Bristol**, 1998.

ROBB, D.; KESTIN, S.; LINES, J. Progress with humane slaughter. **Fish Farmer**, 41p, 2000a.

ROBB, D. H. F.; LANGFORD, Bristol; FISKERIFORSKNING, N. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset. **The Veterinary Record**, v. 147, p. 298-303, 2000b.

ROBB D.H.F.; KESTIN S.C. Methods Used to Kill Fish: Field Observations And Literature Reviewed. **Animal Welfare**, n.11, p.269-82, 2002.

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

ROSE J.D. – A critique of the paper, ‘Do fish have nociceptors: evidence for the evolution of a vertebrate sensory system’ by Sneddon et al. (2003). In Information resources on fish welfare, 1970-2003 (H.S. Erickson, ed.). Animal Welfare Information Center (AWIC) Resource Series No. 20. AWIC, **National Agricultural Library**, US Department of Agriculture, Beltsville, Maryland. 2003

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**, 2nd ed. Blackwell, London, UK. 159 p., 1999.

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. Electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*). PhD. **Thesis, Dept of Fisheries and Marine Biology**, University of Bergen, Norway, 2003.

ROTH B, SLINDE E, ROBB DHF. Field Evaluation of Live Chilling with Co2 On Stunning Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) and the Subsequent Effect on Quality. **Aquaculture Research**, v.37, n. 55, p.799-804, 2006.

ROUBACH, R.; GOMES, L. C. O uso de anestésicos durante o manejo de peixes. **Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 66, p. 37-40, 2001.

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.

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

SANT'ANA, L. S.; MANCINI-FILHO, J. Mecanismos de proteção oxidativa na utilização de antioxidantes in vivo em músculos animais. **Cadernos de Nutrição**, v. 10, p. 48-63, 1995.

SANTOS, E. C. B. Métodos de abate e qualidade da Tilápia do Nilo. v.105, 2013.

SCHRECK, C. B.; OLLA, B. L.; DAVIS, M. W. Behavioral responses to stress. **Fish stress and health in aquaculture. Society for Experimental Biology, Seminar Series 62**, Cambridge: Cambridge University Press, p.145-170, 1997.

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. C348-C353, 2005.

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

SIKORSKI, Z. E. Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación. 1990.

SIKORSKI, Z.E.; KOŁAKOWSKA, A. Changes in proteins in frozen stored fish. In: **Seafood proteins**. Springer, Boston, MA, p. 99-112, 1994.

SOUTHGATE, P.; WALL, T. Welfare of farmed fish at slaughter. **In Practice**, v. 23, n. 5, p. 277, 2001.

SKJERVOLD P.O.; FJÆRA S.O.; ØSTBY P.B.; EINEN O. Live-Chilling and Crowding Stress Before Slaughter of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). **Aquaculture**, 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. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, 270 (1520), 1115-1121, 2003.

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, 462-467, 1998.

SVEINSDÓTTIR, K.; MARTINSDÓTTIR, E.; HYLDIG, G.; JØRGENSEN, B.; KRISTBERGSSON, K. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, 2002.

SWATLAND, H. J. Slaughtering. v. 9, p. 10, 2000. Disponível em: <<http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm>> Acesso em: 14 de agosto de 2018.

TSUCHIMOTO, M.; MISIMA, T.; UTSUGI, T.; KITAJIMA, S.; YADA, S.; SENTA, T.; YASUDA, M. The speed of lowering in freshness of fishes in several waters and the effect of the habitat temperature on the speed. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 52, p.1431-1441, 1986.

TURNER JR, J. W.; NEMETH, R.; ROGERS, C. Measurement of fecal glucocorticoids in parrotfishes to assess stress. **General and Comparative Endocrinology**, v. 133, n. 3, p. 341-352, 2003.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**, São Paulo, Tec Art, v. 1, p. 171-194, 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.

VIEIRA, R. H. S. F. Microbiologia, Higiene e Qualidade do pescado: Teoria e Prática. **São Paulo: Livraria Varela**, 380p., 2003.

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, 2011.

WALL A.J. Ethical considerations in the handling and slaughter of farmed fish. In *Farmed fish quality* (S.C. Kestin & P.D. Warriss, eds). **Fishing News Books, Blackwell Science**, Oxford, p.108–115, 2001.

WARDLE, C. Welfare of Farmed Salmon and Impact on Post Harvest Quality. **Minutes of workshop: Welfare of Fish at Slaughter. University of Bristol, UK**. 1997.

WILLS, C. C.; ZAMPACAVALLO, G.; POLI, B. M.; PROCTOR, M. R.; HENEHAN, G. T. Nitrogen stunning of rainbow trout. **International journal of food science & technology**, n.41, v.4, p.395-398, 2006.

WEBSTER, Anthony JF. Farm animal welfare: the five freedoms and the free market. **The veterinary journal**, v. 161, n. 3, p. 229-237, 2001.

YUE, STEPHANIE. The Welfare of Farmed Fish at Slaughter. 2008.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura Intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, v. 1, p. 239-266, 2004.