

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAL DA CARNE DO
PINTADO AMAZÔNICO (FÊMEA DE *Pseudoplatystoma sp* X MACHO DE *Leiarius
marmoratus*), SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO.

LUZILENE APARECIDA CASSOL

CUIABÁ/MT
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAL DA CARNE DO
PINTADO AMAZÔNICO (FÊMEA DE *Pseudoplatystoma sp* X MACHO DE *Leiarius
marmoratus*), SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO.

LUZILENE APARECIDA CASSOL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal de Mato Grosso, como
parte das exigências para obtenção do título
de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Sampaio de
Almeida Filho.

Co-Orientadora: Profa. Dra. Janessa
Sampaio de Abreu Ribeiro.

CUIABÁ/MT
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

C345p

Cassol, Luzilene Aparecida

Perfil físico-químico, microbiológico e sensorial da carne do Pintado Amazônico (fêmea de *Pseudoplatystoma sp* X macho de *Leiarius marmoratus*), submetido a diferentes sistemas de insensibilização./ Luzilene Aparecida Cassol.

Cuiabá: UFMT, 2012.

42 fls

Dissertação de Mestrado em Ciência Animal (UFMT)

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Sampaio de Almeida Filho

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro

1. Insensibilização de Peixes. 2. Bases Voláteis Totais.

3. Mesófilos. 4. Psicotróficos. 5. Cor do Filé. I. Título.

CDU 664.95

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
ANIMAL

FICHA DE APROVAÇÃO

Título: PERFIL FÍSICO-QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO E SENSORIAL DA CARNE DO PINTADO AMAZÔNICO (FÊMEA DE *Pseudoplatystoma* sp X MACHO DE *Leiarius marmoratus*), SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO.

Autora: Luzilene Aparecida Cassol
Orientador: Edivaldo Sampaio de Almeida Filho

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Edivaldo Sampaio de Almeida Filho - Orientador



Profa. Dra. Janessa Sampaio de Abreu – Co-orientadora



Prof. Dr. Rogério Donizete de Castro – Membro Externo

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Clovis e Ignêz, pelo amor e dedicação. Ao meu filho Kauã, por sua existência. Ao meu irmão e grande amigo Irineo, pelo apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde e sabedoria concedidas ao longo da minha caminhada;

Ao professor Edivaldo Sampaio de Almeida Filho, que brilhantemente me conduziu até este momento;

À professora Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro, pelo apoio e ensinamentos preciosos;

Aos demais professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela dedicação e companheirismo;

Aos professores Cássia Aldrin de Melo e Rogério Donizete de Castro, pela confiança em mim depositada e por terem aceitado o convite para participar como membros da banca;

Aos amigos Elayna Maciel, Celma Ferreira, Antônio Sérgio Lobo, Marcelo Martins, Daniella Moreira e Uanderson Luna, pela amizade, apoio e dedicação, pelas horas intermináveis de estudos, pelas boas risadas e, principalmente, pela valiosa amizade;

À Universidade Federal de Mato Grosso, em particular ao Programa de Mestrado em Ciência Animal;

À minha querida família, meu verdadeiro alicerce...

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - O ESTRESSE NO ABATE DE PEIXES E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DE CARNE

| | |
|---------------------------------|----|
| 1.1 Introdução..... | 10 |
| 1.2 Revisão Bibliográfica..... | 12 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 17 |

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE DO PINTAFO AMAZÔNICO (FÊMEA DE *Pseudoplatystoma fasciatum* X MACHO DE *Leiarius marmoratus*).

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 20 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 2.1. Amostragem e Tratamentos..... | 22 |
| 2.2 Análises Microbiológicas..... | 22 |
| 2.2.1 Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos.... | 23 |
| 2.2.2 Quantificação de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Psicrotrófico. | 23 |
| 2.3 Análises Físico-químicas..... | 23 |
| 2.3.1 Bases Voláteis Totais Nitrogenadas..... | 23 |
| 2.3.2 Mensuração do Ph..... | 23 |
| 2.4 Análises Sensoriais..... | 23 |
| 2.5 Prova de Cocção..... | 23 |
| 2.6 Avaliação da Cor dos filés..... | 23 |
| 2.4. Análise estatística..... | 24 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 24 |
| 3.1 Análises Microbiológicas..... | 24 |
| 3.2.1 Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos.... | 24 |
| 3.2.2 Quantificação de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Psicrotrófico. | 25 |
| 3.3 Análises Físico-químicas..... | 26 |
| 3.3.1 Bases Voláteis Totais Nitrogenadas..... | 26 |
| 3.3.2 Mensuração do pH..... | 27 |
| 3.6 Cor dos filés..... | 29 |
| 3.4 Avaliação das características sensoriais..... | 31 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 37 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 38 |

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes sistemas de insensibilização, sobre a qualidade da carne do Pintado amazônico (fêmea de *Pseudoplatystoma fasciatum* X macho de *Leiarius marmoratus*), armazenado em gelo por 18 dias. Para tanto, 90 exemplares ($2,5 \pm 0,45$ kg e $58,21 \pm 6,20$ cm) foram divididos em três grupos, onde dois grupos foram submetidos à insensibilização por: água saturada com CO₂ e termonarçose em Gelo, e um terceiro grupo foi exposto a Asfixia em ar livre. Posteriormente, amostras foram retiradas para as análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 dias. Nos tempos estabelecidos realizou-se as análises de contagem total de micro-organismos heterotróficos aeróbios mesófilos, quantificação de micro-organismos heterotróficos aeróbios psicotróficos, pH, N-BVT, Cor (L*a*b*) e características sensoriais. Houve efeito significativo ($p > 0,05$) da forma de insensibilização dos peixes sobre a qualidade da carne, sendo que o grupo insensibilizado em Gelo apresentou melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: insensibilização de peixes, bases voláteis totais, mesófilos, psicotróficos, cor do filé.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the effect of different stunning methods on the meat quality of pintado amazônico (female *Pseudoplatystoma fasciatum* X male *Leiarius marmoratus*) stored on ice for 18 days. For so, 90 specimens (2.5 ± 0.45 kg and 58.21 ± 6.20 cm) were divided in three groups and subjected to stunning by: water saturated with CO₂, hypothermia on ice or asphyxia in air. Subsequently samples were removed for analyses at times 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 18 days after. At the times established, we conducted analyses of total count of aerobic mesophilic heterotrophic microorganisms, quantification of aerobic psychrotrophic heterotrophic microorganisms, pH, TVB-N, color (L*a*b*) and sensory characteristics. The form of stunning had significant effect ($p > 0.05$) on the meat quality. The group stunned on ice showed the best results in relation to the other treatments.

Key-words: fish stunning, total volatile bases, mesophiles, psychrotrophs, fillet color.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O híbrido Pintado Amazônico, oriundo do cruzamento da fêmea do carnívoro Cachara (*Pseudoplatistoma fasciatum*) com o macho do onívoro Jundiá (*Leiarius marmoratus*) tem se destacado entre os principais peixes criados no Estado do Mato Grosso. Vários fatores, como maior rendimento de carcaça, carne tenra e de sabor suave e menor custo de produção, contribuem para esta aceitação, o que torna este híbrido bastante procurado pelas diversas pisciculturas instaladas no Estado, além de comercializado em todo país (Couto, 2009).

Neste sentido, há um grande interesse por parte das indústrias aquícolas em manter as características de qualidade da carne do Pintado Amazônico, necessitando de estudos científicos que possam trazer resultados aplicáveis à sua tecnologia de produção. Além disso, são preocupações crescentes destas indústrias, os aspectos de bem estar envolvidos na produção animal. Apesar deste assunto ser principalmente investigado em mamíferos e aves destinados a produção de alimentos, o conhecimento acerca do bem estar animal relacionado à qualidade da carne dos peixes é ainda muito reduzido (Braithwaite e Huntingford, 2004).

Informações que venham a elucidar como os métodos rotineiros aplicados na produção de peixes afetam a qualidade da carne são de grande importância para se propor procedimentos alternativos. Em peixes, um dos passos críticos que pode afetar a qualidade da carne é o procedimento pré-abate, mais especificamente relacionado à insensibilização dos animais. Uma das maneiras para minimizar o sofrimento durante essa etapa é utilizar métodos de insensibilização que tornem os peixes menos sensíveis aos procedimentos estressantes que se configuram durante este procedimento. De acordo com Lambooij et al. (2002), a utilização de determinados métodos de anestesia atenderiam estas questões, além de não apresentar efeito negativo na qualidade final do pescado. Contudo, considerando que métodos químicos de anestesia devem ser rejeitados pelo potencial risco que oferecem ao consumo humano, pesquisas devem ser realizadas no sentido de buscar métodos alternativos de insensibilização que possam ser aplicados durante o procedimento de pré-abate.

Além das considerações éticas envolvidas no abate humanitário de peixes, há também aspectos econômicos e comerciais que devem ser considerados, uma vez que procedimentos inadequados no pré-abate podem gerar estresse, comprometendo a qualidade da carne. Na presença de um fator estressor, peixes desenvolvem respostas que envolvem uma série de mudanças fisiológicas para compensar e sobrepor o desafio imposto sobre eles naquele momento. Tais mudanças, categorizadas em primárias, secundárias e terciárias, envolvem uma série de ajustes hormonais, metabólicos, osmoiônicos e hematológicos, e são utilizadas para avaliar o grau de estresse sofrido (McDonald e Milligan, 1997; Wendelaar Bonga, 1997; Barton, 2002).

Considerando o estresse como determinante para a qualidade do pescado, o presente estudo objetiva fornecer uma visão integrada dos efeitos de diferentes métodos de insensibilização sobre estes indicadores e, conseqüentemente, sobre a qualidade da carne do Pintado Amazônico, um híbrido que, apesar do destaque econômico que vem apresentando no país, ainda é pouco conhecido cientificamente. Neste trabalho, dois métodos de insensibilização serão testados: água saturada com CO₂ e termonarçose em gelo, comparando-os também com a asfixia ao ar livre; sendo que os dois primeiros podem ser adotados pela indústria da pesca e o terceiro, apesar de não ser aplicado industrialmente, é o método utilizado rotineiramente na pesca artesanal, atividade esta que, segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (Brasil, 2010), apresentou aumento de 5,4% nos últimos oito anos, mostrando assim sua importância nesse mercado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A procura por um alimento mais saudável é hoje uma estratégia de marketing bastante explorada por diversas indústrias de alimentos. O pescado é um produto que possui excelentes requisitos para uma expansão da demanda, principalmente porque o peixe carrega a imagem de uma carne sem as contra-indicações conferidas às carnes vermelhas (Hilsdorf e Pereira, 1999). Apesar disso, conforme Carvalho e Lemos (2009), os dados da oferta e produção de carnes mostram que no mundo, a produção e o consumo de pescado superam todas as outras carnes e equivalem quase ao consumo de carne bovina e de frango juntas. No Brasil a situação se inverte, sendo o pescado a carne que apresenta os menores índices de consumo, o que corresponde em média a 5 kg per capita/ano (USDA, 2008). Várias razões refletem no baixo consumo, como o custo elevado e instabilidade na oferta, práticas artesanais e/ou indústrias inadequadas, de preservação e processamento, as quais resultam em produto de qualidade inferior. De acordo com Santos (2006), más condições de despesca, abate, transporte, armazenamento, comercialização e distribuição, também contribuem para agravar o quadro.

Apesar do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA constar desde 1952, em seu artigo 135, que “só é permitido o sacrifício de animais de açougue por métodos humanitários, utilizando-se de prévia insensibilização baseadas em princípios científicos, seguida de imediata sangria” (Brasil, 1952), nada dispõe sobre abate humanitário de peixes. Tal exclusão repete-se na Instrução Normativa Nº3, de 17 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprovou o regulamento técnico de métodos de insensibilização para abate humanitário de animais de açougue, o qual novamente exclui o pescado.

Embora a legislação reguladora englobe todos os vertebrados, o conhecimento acerca do bem estar animal relacionado à qualidade da carne no grupo dos peixes é ainda muito reduzido (Braithwaite e Huntingford, 2004).

Contudo, segundo Santos (2006), este cenário começa a esboçar mudanças, com o aumento de publicações internacionais, relatórios e livros dedicados à relação entre o bem estar animal e a qualidade da carne voltados para peixes. Independente

disso, a problemática do assunto existe, quando se busca quantificar a capacidade desses animais em ter sensações de dor e angústia e relacionar tais fatos com a qualidade da carne do peixe. Segundo Pedrazzani et al. (2007), nas situações de risco os peixes sentem-se estressados, reforçando a evidência de que os mesmos podem sentir e reagir conscientemente a diferentes estímulos de maneira similar aos mamíferos, sob aspectos fisiológicos.

É bem documentado, principalmente em espécies exóticas, que peixes sob estresse apresentam redução das reservas de glicogênio da musculatura e, conseqüentemente, menor acúmulo de ácido láctico. Isso faz com que o pH da carne fique próximo da neutralidade, acelerando a ação das enzimas musculares (auto-hidrólise), ou o desenvolvimento de bactérias, tendo como consequência a degradação mais rápida do pescado e uma menor vida de prateleira dessa carne. Tal fenômeno ocorre com as carnes em geral, mas para o pescado a questão é ainda mais preocupante, visto que, de todos os produtos cárneos, o pescado é o mais sensível à deterioração, à alteração autolítica, à hidrólise das gorduras e à alteração por micro-organismos, devido a sua própria composição biológica (Ashie et al, 1996). Sendo assim, é possível esperar que métodos de insensibilização rápidos e indolores, capazes de causar o menor estresse possível, podem oferecer melhores resultados para a qualidade da carne.

Segundo Poli et al.(2005), na avaliação da qualidade da carne em peixes frescos, vários indicadores podem ser utilizados, como indicadores bioquímicos relacionados com o processo de deterioração (aminas, amônia, trimetilamina, dimetilamina e componentes de peroxidação lipídica), indicadores microbiológicos, além de indicadores físicos, como avaliação de pH muscular, textura, refração do líquido ocular e capacidade de retenção da água na musculatura. Os indicadores mais comumente usados são:

- a) Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos: as bactérias mesófilas são aquelas que crescem bem em uma faixa de temperatura entre 20 e 40°C e o seu aumento na carne está relacionado principalmente a falhas de higiene e refrigeração. A presença destes micro-organismos em grande número indica matéria-prima excessivamente contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas

de tempo e temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (Fonseca e Santos, 2000).

- b) Quantificação de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Psicrotróficos: nos pescados refrigerados as bactérias psicrotólicas participam diretamente do processo de deterioração do pescado, pelo fato de produzirem proteólise e lipólise e se multiplicarem bem nessas condições (Franco e Landgraf, 1996).
- c) Bases Voláteis Totais nitrogenadas (BVT-N): as BVT's compreendem compostos como amônia, trimetilamina e dimetilamina. No início da deterioração do pescado a BVT mais encontrada é a amônia, originária da degradação do ATP. O teor de BVT para peixes de excelente estado de frescor varia de 5 a 10mg/100g de carne; em estado de frescor razoável variam de 15 a 25mg/100g e no início da putrefação estão na faixa de 30 a 40mg/100g e em adiantado estado de decomposição estão acima de 50mg/100g (Ogawa e Maia, 1999).
- d) pH: segundo Siqueira (2001), enquanto avança a deterioração bacteriana, há acúmulo de produtos de natureza básica, tais como trimetilamina, dimetilamina, amônia e algumas bases orgânicas, por isso, os valores de pH dos músculos do pescado aumentam de forma lenta no início da deterioração e mais rapidamente ao final desse processo.
- e) Índice de Ácido Tiobarbitúrico (TBA): um método muito utilizado para avaliar a oxidação dos lipídios é o índice do ácido tiobarbitúrico (TBA - *Thiobarbituric acid*), que se baseia na reação de condensação do ácido tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados no processo oxidativo é o malonaldeído (MA), um aldeído com 3 átomos de carbono (Araújo, 2001). Uma molécula de MA reage com duas moléculas de TBA para formar um complexo de cor vermelha, o qual absorve a 532-538nm. A reação ocorre em meio ácido e temperaturas elevadas para aumentar a sensibilidade e velocidade da reação (Gatta et al., 2000).
- f) Prova de Cocção: alterações nos peixes e seus subprodutos podem modificar as propriedades sensoriais destes alimentos no mercado e, portanto, sua viabilidade comercial (Lozano, 1999). A Prova de Cocção propicia essa avaliação uma vez que, após o cozimento, o pescado deve

manter as características organolépticas próprias da espécie, sem sabor ou desprendimento do cheiro estranho ou desagradável.

g) Análise Descritiva Qualitativa: a qualidade do pescado fresco é a principal preocupação tanto para indústria quanto para os consumidores (Chytiri et al., 2004). No Brasil, as características do pescado fresco considerado próprio para consumo são determinadas por pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (Brasil, 1952), através da pela Portaria nº 185 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1997), como sendo:

- Aparência: ausência de decomposição, manchas por hematomas, coloração distinta à normal para a espécie considerada, incisões ou rupturas das superfícies externas;

- Escamas: unidas entre si e fortemente aderidas à pele. Translúcidas e com brilho metálico. Não devem ser viscosas;

- Pele: úmida, tensa e bem aderida;

- Mucosidade: em espécies que a possuem, deve ser aquosa e transparente;

- Olhos: devem ocupar a cavidade orbitária e ser brilhantes e salientes;

- Opérculo: rígido, deve oferecer resistência à sua abertura. A face interna deve ser nacarada, os vasos sanguíneos cheios e fixos;

- Brânquias: de cor rosa ao vermelho intenso, úmidas e brilhantes, ausência ou discreta presença de muco;

- Abdômen: tenso, sem diferença externa com a linha ventral. Peritônio bem aderido às paredes, as vísceras inteiras, diferenciadas, brilhantes e sem dano aparente;

- Músculos: aderidos aos ossos fortemente e de elasticidade marcante;

- Odor/ sabor/ cor: característicos da espécie.

Há diferentes formas de insensibilização e abate comumente utilizadas nos frigoríficos destinados ao processamento de pescado, como corte das brânquias, saturação da água por CO₂, choque elétrico, asfixia e choque térmico, este último também denominado de termonarcose. A insensibilização através do uso de CO₂ já vem sendo utilizada em muitos países, mas seria algo inovador no Brasil, uma vez que a termonarcose é a forma de insensibilização mais frequentemente utilizada no país. Pesquisas recentes demonstram que os peixes, quando insensibilizados em

água com CO₂ apresentam menor injúria e melhor qualidade no produto final (Albuquerque et al. 2004; Wills, et al. 2006). Paralelamente ao cenário industrial, demonstra crescimento também a comercialização de pescado *in natura*, muitas vezes oriundo da pesca artesanal, onde os peixes são capturados da água para a superfície e abatidos por asfixia, o que configura um procedimento mais lento e doloroso, do qual não se tem quaisquer dados sobre suas consequências à qualidade do pescado.

Dentre as diversas regiões do Brasil, a região Centro-Oeste, em especial o Estado de Mato Grosso, conta com requisitos ideais para produção de peixes como o Pintado Amazônico em larga escala, como água em abundância, clima adequado e grande extensão territorial (IBAMA, 2008). Apesar da produção significativa no Brasil, estudos científicos foram conduzidos com a reprodução do Pintado Amazônico apenas na Venezuela (Mateo et al., 2008), não havendo, até o momento, trabalhos com esse híbrido em outras áreas importantes do conhecimento, como biologia, fisiologia e tecnologia de produção, informações estas importantes para as pisciculturas implantadas em Mato Grosso, que dedicam-se a produzir o híbrido Pintado Amazônico em escala comercial, com unidades de engorda em tanques-rede e tanques escavados. Um dos frigoríficos instalados no Estado separa porções, processa e embala aproximadamente 200 toneladas de pescado por mês que chegam ao consumidor final em várias partes do país na forma de produtos congelados como filés e hambúrgueres. No que diz respeito ao processamento de filés, há relatos por parte de algumas indústrias de problemas como textura inconsistente (esfarelamento) da carne do Pintado Amazônico após filetagem, o que pode estar associado, dentre outras razões, ao estresse sofrido na fase de manejo pré-abate, uma vez que as alterações de ordem enzimática e bacteriana naturais podem ser pontencializadas pelo estresse rotineiro na produção e estudos científicos devem ser realizados para avaliar esta relação.

O levantamento destas informações permitirá o conhecimento sobre como os métodos de insensibilização estudados influenciam a qualidade da carne do híbrido pintado amazônico, podendo servir de subsídio às indústrias de pescado no momento da escolha por determinado método de insensibilização. O capítulo a seguir apresenta o artigo científico enviado à revista Food Research International, já na formatação solicitada pela mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALBUQUERQUE, F.W. ZAPATA, F.J. ALMEIDA, S.R. Estado de frescor, textura e composição muscular da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Rev. Ciência Agronômica, v.35, p 264-271, 2004.

ASHIE, I.N.A; SMITH, J.P.; SIMPSON, B.K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., v.36, p. 87 -121, 1996.

BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integ. Comp. Biol., v.42, p. 517- 525, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado). Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981. Cap.1,p.2:Carne bovina "in natura".

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto 30691 de 29 de março de 1952 que aprovou o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelos Decretos nº 29093 de 30 de abril de 1956, nº Decreto 1255 de 25 de junho de 1962, nº 1236 de 2 de setembro de 1994, nº 1812 de 8 de fevereiro de 1996 , nº 2244 de 4 de junho de 1997, nº 6385 de 27 de fevereiro de 2008 e nº 7216 de 17 de junho de 2010; Brasília. 1952.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Estatísticas da Produção de Pescado no Brasil. Disponível em:
http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_Producao-de-pescado-aumenta.

BRAITHWAITE, V.A.; HUNTINGFORD, F.A. Fish and welfare: do fish have capacity for pain perception and suffering. Animal Welfare, v.13 (suppl.), p.87-92, 2004.

CARVALHO, R.; LEMOS, D. Aquicultura e consumo de carnes no Brasil e no mundo. Revista Panorama da Aquicultura, v.19, n. 112, 2009.

CHYTIRI, S.; CHOULIARA, I.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, v. 21, p.157-165, 2004.

COUTO, C. Revolução nas águas. *Revista Globo Rural*. Maio de 2009. p. 36- 43.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Qualidade do leite e controle de mastite. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 176p

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

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

HILSDORF, A., PEREIRA, J. L. Perfil de consumo de pescado em restaurantes indústrias da região do Vale do Paraíba. *Revista Panorama da Aquicultura*, v.9, n.53, p.31-35, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação. IBAMA, 2008. 174p.

LAMBOOIJ, E., VAN DE VIS, J.W., KLOOSTERBOER, R.J., PIERTERSE, C. Evaluation of captive needle stunning of farmed ell (*Anguilla anguilla* L.): suitability for humane slaughter. *Aquaculture*, v.212, p.141-148, 2002.

LOZANO, J. E. El arte de evaluar los sabores. *La alimentación latino americana*, v. 33, n. 229, p. 42 – 43, 1999.

MATEO, F. J. , DELGADO, N. LOPÉZ, H. Caracterización morfológica del Híbrido Yaque Pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) y sus Progenitores (Siluriformes: Pimelodidae). *Rev. Fac. Cs. Vets*, v.49, n.1, p.47-60, 2008.

McDONALD, G., ILLIGAN, L. In: IWAMA, G.K., PICKERRING, A.D., SUMPTER, J.P., SCHRECK, C.B. (Eds.). Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress in fish. *Fish stress and health in aquaculture*, p.119-144, 1997.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de pesca. Ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Ed. Varela vol 1, 1999. 430p.

PEDRAZZANI, A. S., MOLENTO, C. F. M., CARNEIRO, P. C. F. et al. Senciência e bem – estar de peixes: Uma visão de futuro do mercado consumidor. *Revista Panorama da Aquicultura*, p 26-29, 2007.

POLI, B.M., PARISI, G., SCAPPINI, F., ZAMPACAVALLO, G. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquac. Int.*, v.13 , p.29-49, 2005.

SANTOS, C. AM. L. A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. II Simpósio de Controle do pescado, Anais..., 2006.

SIQUEIRA, R.S. Manual de Microbiologia de Alimentos. Brasília: EMBRAPA, 2001. 159p.

UNITED STATE DEPARTMENT AGRICULTURE – USDA. Global Import Demand for Meat and Poultry. Forecast Higher in 2009. Disponível em:<<http://www.fas.usda.gov/DLP/livestockpoultry.asp>> Acesso em 06 de jun. 2011.

WENDELAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. *Physiol. Rev.*, v.77, p.591-625,1997.

WILLS, C.C., ZAMPACAVALLO, G., POLI, B.M., PROCTOR, M.R.M. and HENEHAN, G.T.M. 2006. Nitrogen stunning of rainbow trout. *Int. J Food Sci Technol*, 41: 395-398.

CAPÍTULO 2

Perfil físico-químico, microbiológico e sensorial da carne do Pintado Amazônico (fêmea de *Pseudoplatystoma* sp X macho de *Leiarius marmoratus*), submetido a diferentes sistemas de insensibilização.

Luzilene Aparecida Cassol, Janessa Sampaio de Abreu, Antônio Sérgio Marques Teles Lobo, Marcelo Aparecido Martins, Elayna Cristina da Silva Maciel, Daniella Moreira Pinto, Edivaldo Sampaio de Almeida Filho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes sistemas de insensibilização, sobre a qualidade da carne do Pintado amazônico (fêmea de *Pseudoplatystoma fasciatum* X macho de *Leiarius marmoratus*), armazenado em gelo por 18 dias. Para tanto, 90 exemplares ($2,5 \pm 0,45$ kg e $58,21 \pm 6,20$ cm) foram divididos em três grupos e submetidos à insensibilização por: água saturada com CO₂, termonarçose em Gelo e Asfixia em ar livre. Posteriormente, amostras foram retiradas para as análises, nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 dias. Nos tempos estabelecidos realizou-se as análises de contagem total de micro-organismos heterotróficos aeróbios mesófilos, quantificação de micro-organismos heterotróficos aeróbios psicotróficos, pH, N-BVT, Cor (L*a*b*) e características sensoriais. Houve efeito significativo ($p > 0,05$) da forma de insensibilização dos peixes sobre a qualidade da carne, sendo que o grupo insensibilizado em Gelo apresentou melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: insensibilização de peixes, bases voláteis totais, mesófilos, psicotróficos, cor do filé.

1. Introdução

O híbrido Pintado Amazônico, oriundo do cruzamento da fêmea do carnívoro Cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) com o macho do onívoro Jundiá (*Leiarius marmoratus*) tem se destacado entre os peixes criados no Estado do Mato Grosso - Brasil. Vários fatores, como maior rendimento de carcaça, carne tenra, de sabor suave e menor custo de produção, contribuem para esta aceitação, o que torna este híbrido bastante procurado pelas diversas pisciculturas instaladas no Estado, além de comercializado em todo país (Couto, 2009).

Neste sentido, há interesse por parte das indústrias aquícolas da região em manter as características de qualidade da carne do Pintado Amazônico, necessitando de estudos científicos que possam trazer resultados aplicáveis à sua tecnologia de produção. Além disso, são preocupações crescentes destas indústrias, os aspectos de bem estar envolvidos na produção animal, apesar deste assunto ser principalmente investigado em mamíferos e aves

destinados a produção de alimentos, o conhecimento acerca do bem estar relacionado à qualidade da carne dos peixes é ainda muito reduzido (Braithwaite e Huntingford, 2004).

Informações que venham a elucidar como os métodos rotineiros aplicados na produção de peixes afetam a qualidade da carne são de grande importância para se propor procedimentos alternativos. Em peixes, um dos passos críticos que pode afetar a qualidade da carne é o procedimento pré-abate, mais especificamente relacionado à insensibilização dos animais. Uma das maneiras para minimizar o sofrimento durante essa etapa é utilizar métodos que tornem os peixes menos sensíveis aos procedimentos estressantes que se configuram nesta etapa. De acordo com Lambooij et al. (2002), a utilização de determinados métodos de anestesia atenderiam estas questões, além de não apresentar efeito negativo na qualidade final do pescado. Contudo, considerando que métodos químicos de anestesia devem ser rejeitados pelo potencial risco que oferecem ao consumo humano, pesquisas devem ser realizadas no sentido de buscar outros métodos alternativos de insensibilização, que possam ser aplicados durante o procedimento pré-abate.

Além das considerações éticas envolvidas no abate humanitário de peixes, há também aspectos econômicos e comerciais que devem ser considerados, uma vez que procedimentos *ante-mortem* inadequados podem gerar estresse, comprometendo a qualidade da carne. Na presença de um fator estressor, peixes desenvolvem respostas que envolvem uma série de mudanças fisiológicas para compensar e sobrepôr o desafio imposto sobre eles naquele momento. Tais mudanças, categorizadas em primárias, secundárias e terciárias, envolvem uma série de ajustes hormonais, metabólicos, osmóticos e hematológicos, e são utilizadas para avaliar o grau de estresse sofrido (McDonald e Milligan, 1997; Wendelaar Bonga, 1997; Barton, 2002).

É bem documentado, principalmente em espécies exóticas, que peixes sob estresse apresentam redução das reservas de glicogênio muscular e, conseqüentemente, menor acúmulo de ácido láctico. Isso faz com que o pH da carne fique próximo da neutralidade, acelerando a ação das enzimas musculares (auto-hidrólise), e o desenvolvimento de bactérias, tendo como consequência a degradação mais rápida do pescado e uma menor vida de prateleira. Tal fenômeno ocorre com as carnes em geral, mas para o pescado a questão é ainda mais preocupante, visto que, este é mais sensível à deterioração, à alteração autolítica, à hidrólise das gorduras e à alteração por micro-organismos, devido sua própria composição biológica (Ashie et al, 1996). Sendo assim, é possível esperar que métodos de insensibilização rápidos e indolores, capazes de causar o menor estresse possível, podem oferecer melhores resultados para a qualidade da carne.

Segundo Poli et al.(2005), na avaliação da qualidade da carne em peixes frescos, além de análises microbiológicas, vários indicadores podem ser utilizados, tais como compostos bioquímicos relacionados com o processo de deterioração (aminas, amônia, trimetilamina, dimetilamina e componentes de peroxidação lipídica), além de determinações físicas, como avaliação de pH muscular, textura, refração do líquido ocular e capacidade de retenção da água na musculatura. Diante disso, foram selecionados os seguintes indicadores para avaliação neste experimento: Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos, Quantificação de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Psicotróficos, Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (N-BVT), pH, Cor do Filé, avaliação sensorial através da Prova de Cocção e Análise Descritiva Quantitativa sobre os aspectos de: aparência geral, características da pele, muco, olhos, opérculo, abdômen e musculatura.

Considerando os indicadores acima citados como determinantes na qualidade do pescado, o presente estudo objetiva fornecer uma visão integrada dos efeitos de diferentes métodos de insensibilização sobre tais indicadores e, conseqüentemente, sobre a qualidade da carne do Pintado Amazônico, um híbrido que, apesar do destaque econômico que vem apresentando, ainda é pouco conhecido cientificamente. Para tanto, os peixes utilizados foram divididos em

três grupos e submetidos aos três métodos de à insensibilização definidos: saturação por CO₂, termonarçose em Gelo e Asfixia em ar livre; sendo que os dois primeiros podem ser adotados pela indústria da pesca e o terceiro, apesar de não ser aplicado industrialmente, é o método utilizado rotineiramente na pesca artesanal, atividade esta que, segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil (Brasil, 2010), apresentou aumento de 5,4% nos últimos oito anos, mostrando assim sua relevância nesse mercado.

2. Material e Métodos

2.1 Amostragem e Tratamentos

A primeira parte do estudo foi realizada no Laboratório de Piscicultura do Campus Experimental (insensibilização e abate) e a segunda parte no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (análises), ambos da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá/MT. A unidade amostral foi constituída de um peixe. Foram utilizados noventa peixes (90 amostras), com peso médio individual de 2,5 kg ($\pm 0,45$ kg) e 58,21 cm de comprimento ($\pm 6,20$ cm), criados em tanques-rede, localizados em um mesmo açude. Durante toda a criação, foram mantidas homogêneas as condições de fluxo de água, aeração e alimentação. Além disso, os parâmetros de qualidade da água foram monitorados durante todo período experimental e mantiveram-se dentro do considerado adequado para peixes tropicais (BOYD, 1982), (Oxigênio dissolvido: $6,88 \pm 1,25$ mg/L; temperatura: $27,3 \pm 0,75$ °C; pH: $7,44 \pm 1,05$, alcalinidade: $34,33 \pm 8,01$ mg de CaCO₃/L e amônia total: 0 ppm).

Antes do abate, os peixes passaram pelo jejum alimentar de 24 horas, conforme preconizam os procedimentos rotineiros de manejo.

Os peixes foram divididos em três grupos e submetidos aos três sistemas de insensibilização, da seguinte forma: 30 peixes foram insensibilizados em água saturada com CO₂ (Tratamento 1), 30 peixes foram insensibilizados por termonarçose em Gelo (Tratamento 2) e 30 peixes foram insensibilizados através de Asfixia em ar livre (Tratamento 3). No Tratamento 1, a solução saturada foi obtida injetando-se CO₂ (anidrido carbônico comercial, White Martins S. A., Cuiabá/MT) em um tanque com água à temperatura de 28°C ($\pm 1,2$ °C), até que a mesma atingisse um pH de 4,5 a 4,7. O término da insensibilização deu-se no momento em que os animais mostraram-se completamente relaxados (4 min ± 38 s). No Tratamento 2, os peixes foram colocados em caixas com gelo (1:1), durante o período necessário para atingir a inconsciência e insensibilização (2 min ± 26 s). No Tratamento 3, os peixes foram deixados em um recipiente ao ar livre, até que fosse constatada a morte por asfixia (6 min ± 31 s).

Em todos os tratamentos, após a insensibilização, os peixes foram eviscerados por uma pessoa treinada, em uma sala do Laboratório de Piscicultura da Fazenda Experimental, onde foram mantidas as condições higiênico-sanitárias semelhantes às da indústria de pescado.

Após eviscerados, os peixes foram transportados em caixas isotérmicas com gelo para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFMT, onde foram mantidos sob refrigeração a 1,0°C ($\pm 0,5$ °C), ao longo de todo o período experimental (18 dias). A cada dois dias, três amostras de cada tratamento (triplicata) foram retiradas para realização das análises determinadas.

2.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia recomendada pela Instrução Normativa nº 62 (Brasil, 2003) e Silva (1997). Foram utilizados 25 g de cada amostra, homogeneizados com 225 mL de água peptonada a 0,1% (p/v) e, a partir disso, foram preparadas as diluições para posterior inoculação nos diferentes meios de cultura.

2.2.1 Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos

Para a estimativa dos micro-organismos aeróbios mesófilos, as placas contendo agar padrão para contagem (PCA), foram incubadas por 24 a 48 horas, a uma temperatura de 37°C, fazendo-se posteriormente a leitura da contagem de colônias. Os resultados foram expressos log UFC/g.

2.2.2 Quantificação de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Psicotróficos

Foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando nas placas alíquotas de 0,1 mL das diluições adequadas. Foi utilizado ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas a uma temperatura de 7°C por 10 dias. Após esse período, realizou-se as contagens e os resultados foram expressos log UFC/g.

2.3 Análises Físico-químicas

2.3.1 Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (N-BVT)

Para quantificação das Bases Voláteis Totais nitrogenadas, foi utilizado o método de destilação a vapor proposto pela Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1980). As amostras foram digeridas com catalisador (MgO) e ácido clorídrico (0,1 N). A quantidade de N-BVT foi calculada após a obtenção do volume de titulação com hidróxido de sódio (0,1 N).

2.3.2 Mensuração do pH

A determinação do pH foi realizada segundo os Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes (Brasil, 1981). A cada retirada de amostras para análise, realizou-se a mensuração do valor de pH. Para isso, foram retirados 50g de cada amostra, homogeneizadas com 20ml de água destilada e, posteriormente, introduzindo-se à mistura o eletrodo do phmetro digital portátil (marca Tekna® T1000) e anotando-se o valor apresentado no visor do equipamento.

2.4 Análises Sensoriais

As características sensoriais foram verificadas por cinco analistas sensoriais treinados, seguindo-se os parâmetros preconizados pela Portaria nº 185 de 13.04.1997/MAPA (Brasil, 1997), a qual apresenta parâmetros que permitem avaliar as características do peixe fresco eviscerado estocado em gelo. Desta forma, foram avaliados por oito analistas treinados, ao longo do tempo definido no experimento, os atributos de: Pele, Mucosidade, Olhos, Odor, Cor e Musculatura.

2.5 Prova de Cocção

Esta foi realizada seguindo-se o protocolo determinado pela Portaria nº 185, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 1997), no qual 100g da amostra são cozidas até atingir a temperatura interna mínima de 70°C.

2.6 Avaliação da Cor dos filés

A Cor dos filés foi avaliada de acordo com o método de Schubring (1997), no qual são medidos os parâmetros $L^*a^*b^*$, onde L^* é a luminosidade, a^* é a intensidade da cor vermelha-verde e b^* é a intensidade da cor amarela-azul. Para isso, utilizou-se um colorímetro de bancada, marca Konica Minolta CR-400®.

2.7 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para contagem total de micro-organismos heterotróficos aeróbios mesófilos, quantificação de Micro-organismos heterotróficos aeróbios psicotróficos, pH, N-BVT e Cor, e a testes não paramétricos para Análise Sensorial e Prova de Cocção. Os dados foram expressos em média \pm o desvio padrão da média. Nos casos onde verificou-se diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo Teste Tukey, ($P < 0,05$), pelo programa SISVAR 5.0 (Ferreira, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises Microbiológicas

3.1.1 Contagem Total de Micro-organismos Heterotróficos Aeróbios Mesófilos

Os valores obtidos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos ao longo do tempo (Figura 1). O grupo submetido ao Tratamento 2 (termonarcese), apresentou os melhores resultados em comparação aos demais (1,6 log UFC/g no início e 9,48 log UFC/g no décimo oitavo dia de estocagem). Este resultado final assemelha-se ao encontrado por Buzutti (2010), quando do estudo do perfil físico-químico, bacteriológico e sensorial de Tambatinga (Tambaqui - *Colossoma macropomum* x Pirapitinga - *Piaractus brachypomus*) fresca, ao longo de vinte dias de estocagem em gelo. O comportamento da contagem de mesófilos ao longo deste tratamento foi semelhante ao relatado por Scherer (2004), quando do estudo dos parâmetros microbiológicos da Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*), insensibilizada em gelo e armazenada por 20 dias, também em gelo. Além disso, resultados análogos também foram obtidos por Tejada et al. (2007), ao estudar as alterações sensoriais e microbiológicas de Linguado (*Solea sp*), insensibilizado em gelo e armazenado por um período de 28 dias, sob refrigeração.

No grupo submetido ao Tratamento 1 (CO_2), obteve-se o valor inicial de 2 log UFC/g e, ao final do período de estocagem, o valor de 9,8 log UFC/g. Resultados análogos foram encontrados por Lessi et al. (1999), ao estudarem as alterações bioquímicas post-mortem de Matrinxã (*Brycon cephalus*), insensibilizada em CO_2 e armazenada em gelo.

Já no grupo exposto ao Tratamento 3 (Asfixia), os resultados obtidos foram de 3,1 log UFC/g e 11,8 log UFC/g, no primeiro e no último dia de estocagem, respectivamente. Tais resultados indicam a degradação mais acentuada do grupo exposto à esse tratamento,

corroborando com as pesquisas de Lambooij et al (2006) e Wills et al. (2006), que concluíram que os métodos tradicionais de abate tais como a asfixia e a evisceração do animal vivo, não são considerados humanitários, porque provocam sofrimentos desnecessários, estresse, dor e diminuem a qualidade do produto durante o armazenamento.

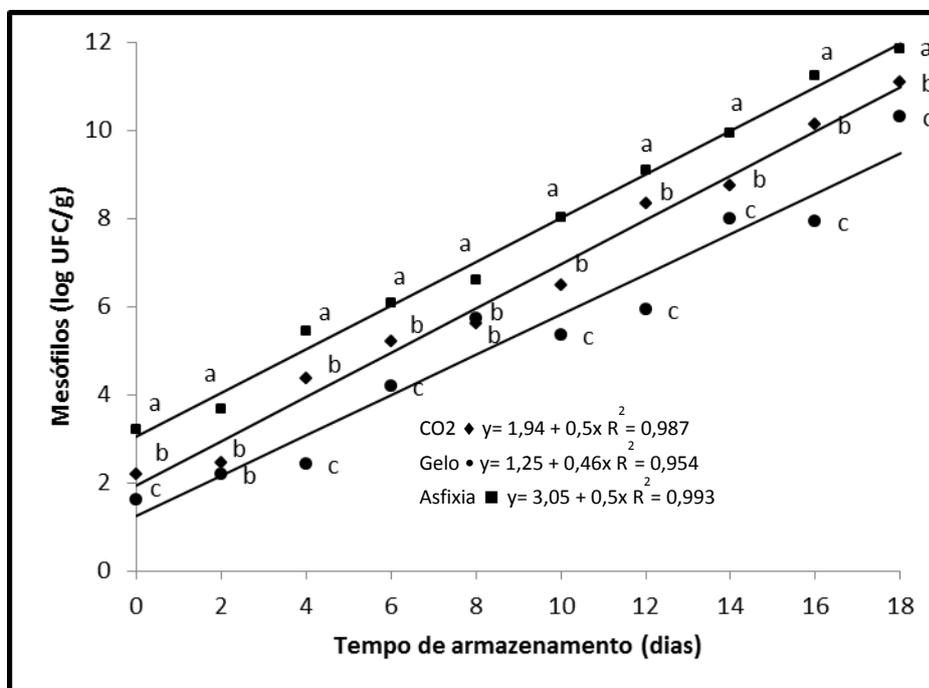


Figura 1 – Valores da contagem total de micro-organismos heterotróficos aeróbios mesófilos na carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

De acordo com a legislação brasileira, não existem limites de aceitação para contagem de micro-organismos mesófilos, no entanto a International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMFS (1986), estabelece como limite aceitável o máximo de 7 log UFC/g para contagem de bactérias aeróbias mesófilas, valor este alcançado pelo Tratamento 1 no décimo segundo dia, pelo Tratamento 2 no décimo quarto dia e pelo Tratamento 3 no décimo dia.

Contudo, para determinação da qualidade do pescado, é necessário observar também outros parâmetros, além da microbiologia do mesmo. As contagens de aeróbios não são bons indicadores da segurança em muitos exemplos, pois não necessariamente estão correlacionadas com a presença de patógenos e/ou toxinas. A existência de uma baixa contagem também não demonstra um produto ou ingrediente livres de patógenos e/ou toxinas. Apesar disso, os produtos ou ingredientes com altas contagens podem ser potencialmente perigosos à saúde (Morton, 2001).

3.1.2 Contagem de Micro-organismos Aeróbios Psicrotróficos

No caso da contagem de bactérias psicrotróficas (Figura 2), também observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os três tratamentos, sendo que o grupo insensibilizado em Gelo apresentou os melhores resultados, seguido do CO₂ e, por último, da Asfixia.

Para o Tratamento 2, o grupo de bactérias psicrotróficas apresentou comportamento diferenciado em relação as mesófilas, uma vez que, para este grupo, estas mostraram-se sem crescimento até o quarto dia de estocagem em gelo, apresentando, a partir do quinto dia, valores crescentes, chegando a 5,65 log UFC/g no décimo oitavo dia. As baixas contagens iniciais podem ser atribuídas ao fato de que a microbiota predominante desta espécie é mesófila, sendo que os psicrotróficos necessitaram de maior tempo para adaptação e

crescimento. Comportamento semelhante foi observado por Batista et al. (2003), ao avaliar as alterações bioquímicas *post-mortem* de Matrinxã (*Brycon cephalus*), procedente da piscicultura e mantido em gelo por vinte nove dias. Contudo, os resultados observados desta pesquisa diferem dos obtidos por Pullela et al. (1998), que observaram resultados de contagens de psicotróficos em tilápias insensibilizadas em gelo, acima de 3,0 log UFC/g no primeiro dia de estocagem refrigerada, enquanto que, nesta pesquisa, somente a partir do décimo dia de estocagem as contagens ficaram próximas desse valor.

Com relação ao Tratamento 1, observou-se crescimento de psicotróficos a partir do segundo dia, chegando-se a 6,9 log UFC/g no décimo oitavo dia, enquanto que no Tratamento 3 foram observados valores de contagem de bactérias psicotróficas já no primeiro dia de estocagem em gelo (1,1 log UFC/g). Ao longo do período de armazenamento, o Tratamento 3 também foi o que apresentou os maiores índices, alcançando 7,53 log UFC/g, ao final do período experimental. Segundo Poli et al. (2005), as reações químicas provindas da dor e do estresse no momento do abate fazem com que os peixes entrem em estado de rigor-mortis muito rapidamente. Desta forma, a degradação do pescado também torna-se acelerada, o que pode explicar o fato das contagens, tanto de mesófilos quanto de psicotróficos, serem maiores nos tratamentos onde o tempo de insensibilização foi maior, ou seja, nos Tratamentos 1 e 3, sugerindo que os peixes tenham passado por um estresse maior nesses tratamentos.

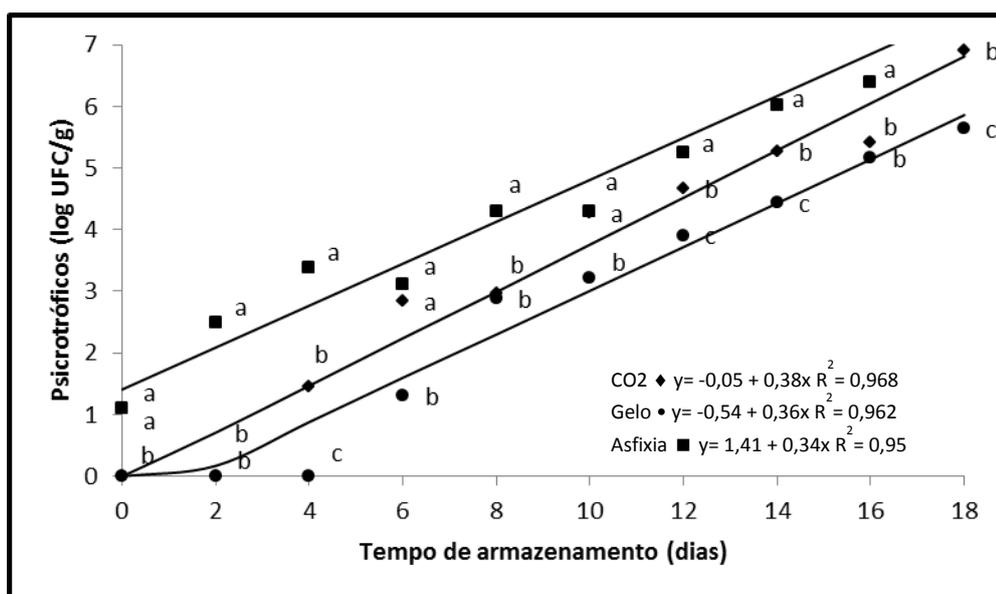


Figura 2 – Valores da contagem de micro-organismos aeróbios psicotróficos na carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

Para peixes marinhos, o limite de aceitabilidade para contagem de bactérias aeróbias psicotróficas recomendado, não deve ultrapassar 6,0 log UFC/g (Mol et al, 2007). Contudo, não há sugestão de parâmetro equivalente para peixes de água doce.

3.2 Bases Voláteis Totais – N-BVT

A quantificação das N-BVT é preconizada nos procedimentos de fiscalização da qualidade do pescado por diversos órgãos oficiais no Brasil, como o MAPA (1952) e o Instituto Adolfo Lutz (1985), além da AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1980) e Analytical Methods Committee, (1979).

O conteúdo de N-BVT é usado extensamente como índice de qualidade do pescado no mercado internacional, sendo um bom indicativo do estado de conservação (Oehlenschlager,

1991). Segundo Connell (1995), limites entre 30 e 35 mg N-BVT/100g de músculo são aceitáveis quando os peixes estão armazenados em gelo ou água gelada. De acordo com a Figura 3, pode-se observar que houve diferenças significativas entre os tratamentos, obtendo-se, ao final do período de estocagem, o valor de 19,93 mg N-BVT/100g no Tratamento 1; 17,7 mg N-BVT/100g no Tratamento 2 e 23,66 mg N-BVT/100g no Tratamento 3.

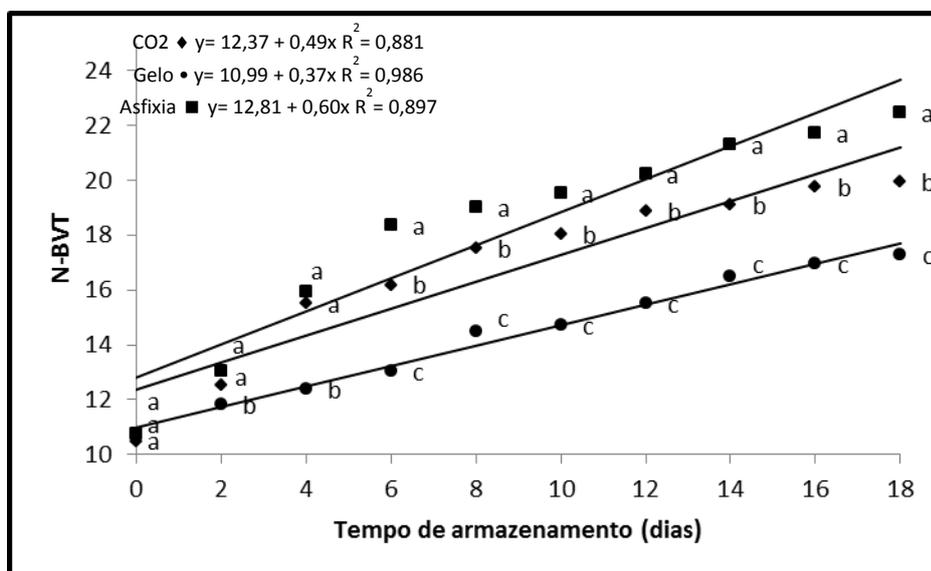


Figura 3 – Valores de N-BVT da carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

Os valores de N-BVT não foram afetados significativamente entre si ($p > 0,05$) pelos Tratamentos 1 e 2, mas sim ao longo do tempo de armazenamento em gelo ($p < 0,05$), entre o primeiro e o quarto dia. A partir do sexto dia os valores apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os Tratamentos 1 e 2, e também ao longo do tempo.

Os índices observados de N-BVT no Tratamento 2 diferiram significativamente entre os demais tratamentos a partir do segundo dia, inclusive ao longo do tempo de armazenagem, sendo este tratamento o que apresentou melhores resultados de N-BVT, em relação aos demais. Resultados semelhantes foram obtidos por Lessi et al. (1999), ao armazenar sob refrigeração Matrinxã (*Brycon cephalus*), proveniente de piscicultura e insensibilizada em gelo.

Dentre os três tratamentos, a insensibilização através do Tratamento 3 apresentou os piores índices, os quais variaram de 10,72 a 23,66 mg N-BVT/100g, durante os 18 dias de armazenamento em gelo, seguido do Tratamento 1, onde identificou-se 10,47 e 19,9 mg N-BVT/100g, respectivamente, no início e no final do tempo de estocagem. Os resultados obtidos no Tratamento 1 são similares aos obtidos por Albuquerque (2004), onde verificou-se N-BVT de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), os quais não ultrapassaram o valor de 21,40 mg N-BVT/100g no músculo dos peixes abatidos mediante insensibilização com CO₂, durante 17 dias de armazenamento em gelo. Já Batista et al. (2004), ao avaliar a degradação de Matrinxã (*Brycon cephalus*) insensibilizada em CO₂ e por Asfixia e armazenada em gelo, encontraram resultados no décimo sexto dia de estocagem semelhantes aos obtidos no décimo oitavo dia deste estudo, para os Tratamentos 1 e 3. Porém, apesar das diferenças observadas, todos os valores encontraram-se abaixo do estabelecido pela legislação brasileira, a qual tem como limite máximo para comercialização o valor de 30mg N-BVT/100g (Brasil, 1952).

Segundo Kuaye (1982), os valores de N-BVT variam de acordo com a metodologia utilizada, a espécie do pescado e o estágio de alteração, sendo pouco sensíveis para pescado

de água doce, onde não é observada grande alteração durante vários dias de armazenamento em gelo.

3.3 Mensuração do pH

Inicialmente, o valor de pH dos peixes do Tratamento 2 apresentou-se menor que o obtido nos demais tratamentos (Figura 4), mantendo-se praticamente constante até o quarto dia (6,1) e decaindo no sexto dia de armazenamento em gelo (5,99). A partir do oitavo dia, o valor de pH apresentou aumento (6,23), observando-se esta tendência até o décimo quarto dia (6,59), quando iniciou-se seu declínio, atingindo 6,52 no décimo sexto dia e 6,47 no décimo oitavo dia. Comportamento semelhante foi observado por Cakli (2007), quando do armazenamento de Sargo-bicudo (*Diplodus puntazzo*), proveniente de piscicultura, por um período de 10 dias em camadas de gelo.

O grupo submetido ao Tratamento 1 apresentou pH inicial de 6,05, atingindo 6,15 no segundo dia de armazenamento e decaindo para 6,09 no quarto dia. Comportamento semelhante foi observado por Jittinandanna et al. (2005), no segundo dia de armazenamento refrigerado, de Artico char (*Salvelinus alpinus*) atordoado por CO₂. Segundo estes autores, o fato deve-se ao esforço de fuga, o que levou a redução do pH muscular durante o abate e após 24 horas de armazenamento, provocando a entrada precoce no estado de *rigor mortis*. No sexto dia de armazenamento, observou-se um aumento no pH para 6,17, atingindo-se o valor de 6,57 no décimo segundo dia, a partir de onde passou-se a observar uma estabilização e leve declínio no pH, chegando-se a 6,42 no décimo sexto dia de armazenamento. Com relação ao grupo submetido ao Tratamento 3, o comportamento do pH apresentou-se semelhante ao comportamento do CO₂, iniciando-se em 6,05 no primeiro dia de armazenamento e atingindo o valor de 6,16 no segundo. Da mesma forma que o ocorrido com o CO₂, no quarto dia observou-se um declínio no valor do pH para 6,1 onde, a partir de então, apresentou tendência constante de aumento, atingindo o valor de 6,75 no décimo quarto dia. A partir de então, iniciou-se o declínio no valor do pH, chegando-se a 6,48 no décimo oitavo dia de armazenamento. Resultados análogos foram encontrados por Batista et al. (2004), quando do estudo das alterações *post-mortem* de Matrinxã (*Brycon cephalus*) insensibilizada por CO₂ e submetida a Asfixia, armazenada em gelo por dezesseis dias.

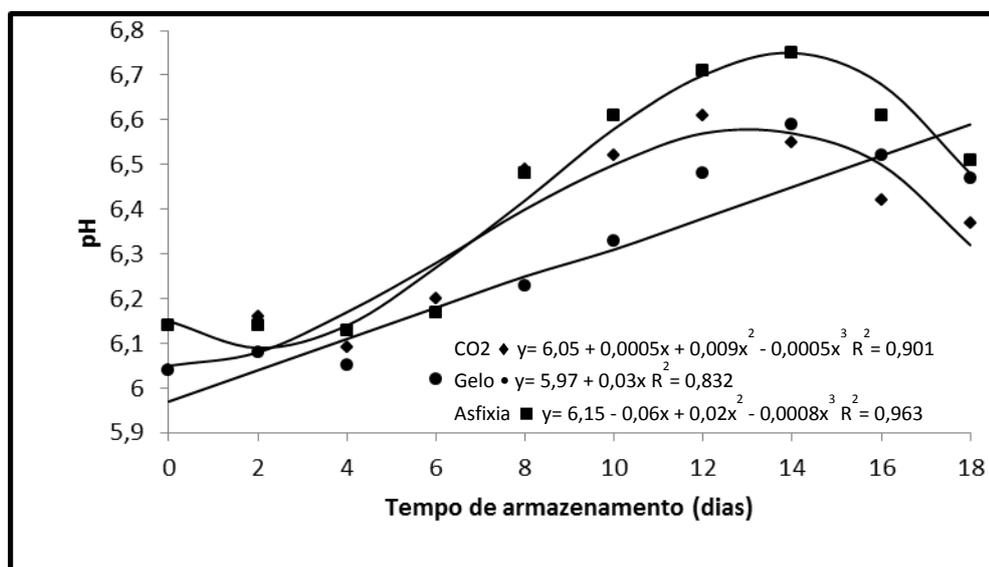


Figura 4 – Valores de pH na carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

Nas alterações *post-mortem*, o pH aumenta ligeiramente pela formação dos compostos voláteis de baixo peso molecular, provenientes da degradação de proteínas (Huss, 1999) e compostos nitrogenados não protéicos.

O RIISPOA (Brasil, 1952) estabelece que o pH da carne de peixes frescos deve ser para a carne externa, inferior a 6,8 e para a carne interna, inferior a 6,5. Desta forma, como a mensuração do pH foi realizada na carne interna dos peixes, é possível considerar que os grupos insensibilizados pelos Tratamentos 1 e 3 ultrapassaram o valor permitido no décimo quarto dia de armazenamento, enquanto que no Tratamento 1 isso ocorreu no décimo sexto dia. Contudo, houveram oscilações nos valores de pH nos tratamentos, durante o tempo de armazenamento. Tal oscilação também foi encontrada por Ogawa e Maia (1999), ao estudar o pH de Piramutaba (*Brachyplatistoma vaillantii*), armazenada em gelo por um período de dez dias.

Os resultados deste estudo indicam que a determinação do pH não mostrou ser um índice seguro para determinação do estado de deterioração, quando usado isoladamente e, de acordo com Ogawa e Maia (1999), seu uso é geralmente restrito por variar entre uma amostra e outra e por ocorrerem oscilações ao longo do período de estocagem. O mesmo concluíram Britto et al (2007), ao estudar a deterioração do Jaraqui do Amazonas (*Semaprochilodus* spp), armazenado a diferentes temperaturas de refrigeração.

3.4 Cor dos filés

A cor dos produtos é a propriedade física responsável por causar as primeiras impressões durante a avaliação da qualidade, sendo muitas vezes a única variável considerada no momento da compra (Santos, 2008). As alterações autolíticas e microbiológicas decorrentes da degradação provocam alterações de cor na carne dos peixes. Outros fatores que podem levar a alteração de cor do pescado são a alimentação, o manejo durante a criação e os procedimentos pré-abate, entre eles a insensibilização (Hallier, 2007).

Atualmente, existem vários procedimentos instrumentais que permitem avaliar a cor dos alimentos, dentre eles, um dos mais utilizados é o sistema de cor L*a*b* (Schubring, 1997), onde L* é o parâmetro de luminosidade, a* é a intensidade da cor vermelha-verde e b* é a intensidade da cor amarela-azul.

Os parâmetros de cor L*a*b* obtidos neste experimento podem ser observados nas Figuras 5, 6 e 7.

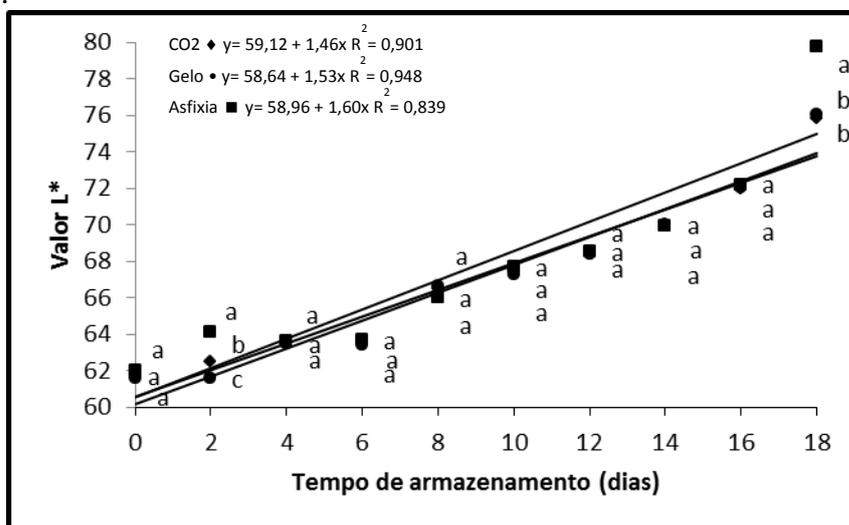


Figura 5 – Valores do parâmetro L* da carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

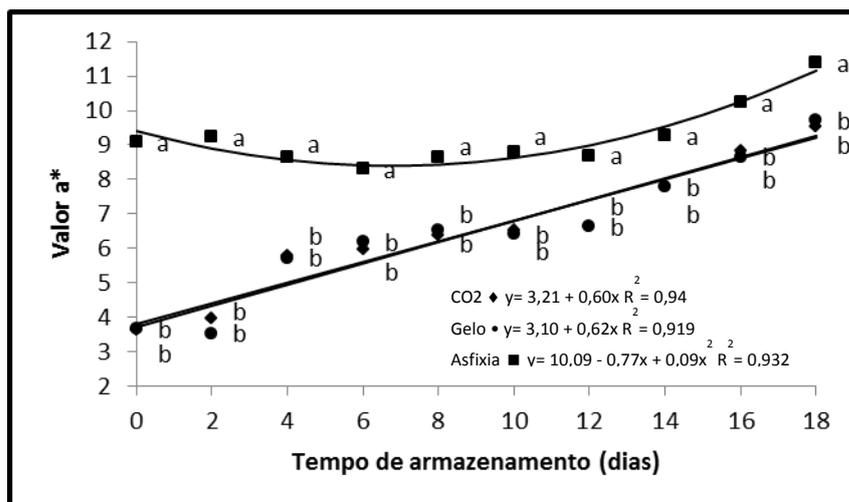


Figura 6 – Valores do parâmetro a* da carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

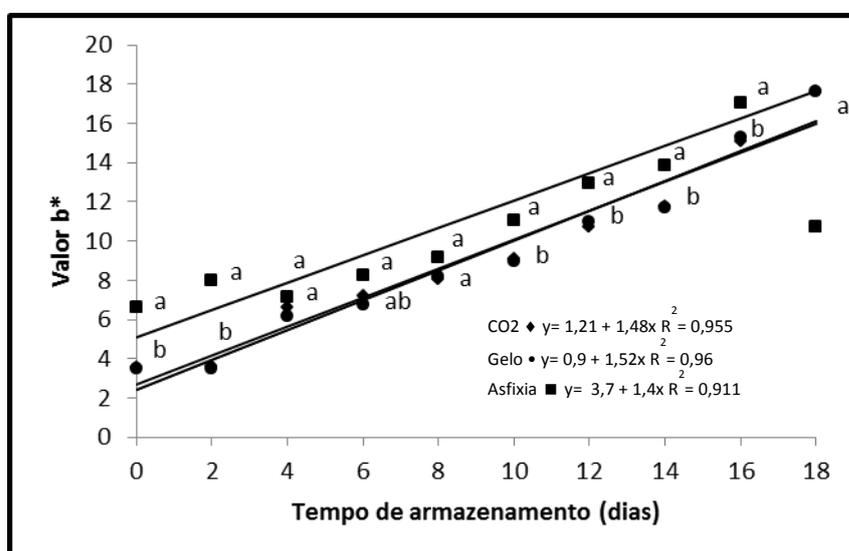


Figura 7 – Valores do parâmetro b* da carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

O parâmetro de luminosidade (L*) apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos apenas no segundo dia, quando todos diferiram entre si. Contudo, após o segundo dia, o valor de L* não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$) até o final do experimento, quando o Tratamento 3 diferiu significativamente em relação aos demais. É possível observar (Figura 5) que a luminosidade aumentou gradativamente em todos os tratamentos, ao longo do período de armazenamento, sendo que no Tratamento 3 houve um aumento expressivo no décimo oitavo dia, chegando a atingir $79,79 \pm 0,1$; enquanto que nos Tratamentos 1 e 2 obteve-se os valores de $75,83 \pm 0,1$ e $73,93 \pm 0,1$; respectivamente.

Quanto ao parâmetro a* (Figura 6), este não apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) para os Tratamentos 1 e 2, o que não ocorreu em relação ao Tratamento 3, o qual apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) frente aos demais tratamentos, durante todo o período de armazenamento. O parâmetro a* teve aumento gradativo ao longo do tempo para os Tratamentos 1 e 2, atingindo $9,53 \pm 0,1$ e $9,73 \pm 0,1$; respectivamente, no décimo oitavo dia. Comportamento totalmente diferente foi evidenciado no Tratamento 3, onde o parâmetro a* iniciou-se elevado já no primeiro dia de estocagem ($9,09 \pm 0,1$), apresentando queda do segundo ao sexto dia, e posteriormente, voltando a aumentar de forma constante, até atingir $11,16 \pm 0,1$ no décimo oitavo dia.

Em relação ao parâmetro b^* (Figura 7), semelhantemente ao que ocorreu com o parâmetro a^* , não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os Tratamentos 1 e 2. O mesmo não ocorreu em relação ao Tratamento 3, o qual apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) para b^* , frente aos demais tratamentos. O valor de b^* apresentou tendência de aumento constante ao longo do tempo, nos Tratamentos 1 e 2, chegando a alcançar, no décimo oitavo dia, os valores de $15,99 \pm 0,1$ (Tratamento 1) e $16,12 \pm 0,1$ (Tratamento 2). Contudo, no Tratamento 3 o valor b^* apresentou aumento até o segundo dia, com posterior declínio no quarto dia e, a partir do sexto dia, nova tendência de aumento, a qual se manteve contínua até atingir o valor de $16,66 \pm 0,1$ ao final do experimento.

Vargas (2011) avaliou a coloração de filés de matrinxã (*Brycon cephalus*) abatidos por diferentes métodos (narcose por CO_2 , choque térmico em gelo e choque elétrico) e verificou aumento para a variável L^* (luminosidade superficial) ao longo do período de armazenagem nos filés dos peixes, semelhante ao encontrado no presente trabalho. A intensidade da cor vermelha (a^*) não apresentou diferença significativa ao longo do período de armazenagem, dos filés de matrinxã, no entanto, o autor relata que ela foi maior nos filés dos peixes abatidos por choque elétrico em relação aos demais métodos testados, devido ao acúmulo de hemoglobina na musculatura decorrente da ruptura dos vasos sanguíneos durante o choque elétrico. Acredita-se que fato semelhante possa ter ocorrido neste experimento, com relação ao Tratamento 3, uma vez que foram observados pequenos pontos vermelhos (salpicamento) nos filés e cor rósea mais intensa que nos demais tratamentos.

Em Carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) submetidos à insensibilização em gelo e em choque elétrico, não foi observada diferença nos parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha-verde (a^*) e intensidade da cor amarela-azul (b^*) dos filés (Scherer et al., 2005; Knowles et al., 2008) e, da mesma forma, Roth et al. (2009) também não observaram variações na luminosidade (L^*) dos filés de salmões (*Salmo salar*) submetidos ao choque térmico em gelo e ao choque elétrico, diferentemente do ocorrido neste experimento. Já em carpa comum (*Cyprinus carpio*) submetida a narcose com CO_2 , foi observado maior valor de L^* e menor de a^* nos filés em relação ao tratamento com anestésico, água e gelo e narcose por asfixia, respectivamente (Rahmanifarah et al., 2011).

Kiessling et al. (2004), encontraram diferenças na coloração de filés de salmão do Atlântico (*Salmo salar*) insensibilizados por asfixia, onde estes apresentaram-se mais vermelhos ($a_{27,1 \pm 0,1}$) e mais amarelados ($b_{22,6 \pm 0,1}$) quando comparados com os filés de peixes insensibilizados em CO_2 ($a_{26,4 \pm 0,1}$ e $b_{22,0 \pm 0,1}$), resultado semelhante ao obtido neste experimento.

Adicionalmente, é importante salientar que o armazenamento do pescado em gelo pode causar mudanças na coloração do músculo. Em estudo com filés de Meagre (*Argyrosomus regius*), armazenados em gelo durante 18 dias, foi observado aumento nos valores de L^* , b^* e diminuição da dureza, mostrando que mudanças físicas ocorrem durante a armazenagem em gelo (Hernandez et al., 2009).

3.5 Avaliação das características sensoriais

Segundo Nunes et al. (2007), métodos sensoriais tem sido cada vez mais utilizados para avaliar a qualidade do pescado, em função da facilidade e rapidez com que podem ser efetuados, além de serem métodos de fácil entendimento pelos industriais e pelos consumidores.

No Brasil, as características sensoriais de qualidade do peixe fresco são determinadas pela Portaria n° 185 de 13.04.1997/MAPA (Brasil, 1997). Estas foram avaliadas pelos analistas ao

longo dos dezoito dias de armazenamento. Os resultados obtidos estão descritos nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Resultados sensoriais da carne do Pintado Amazônico fresco e eviscerado, insensibilizado em CO₂ (Tratamento 1) e armazenado em gelo.

| Dias de estocagem | ATRIBUTOS | | | | | |
|-------------------|---|--|--|---|--|--|
| | Pele | Muco | Olhos | Odor | Cor da Carne | Musculatura |
| 0 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 2 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 4 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | <i>Levemente opacos e destacados</i> | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 6 | Úmida, tensa e bem aderida, <i>com pequena perda de pigmentação nas laterais inferiores</i> | Aquoso, <i>levemente opaco</i> | <i>Levemente opacos e não tão destacados</i> | <i>Odor neutro</i> | <i>Levemente desbotada</i> | <i>Carne levemente amolecida, de consistência um pouco flácida</i> |
| 8 | <i>Perda de umidade, tensa e bem aderida, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada)</i> | <i>Aderido, opaco, levemente coagulado</i> | <i>Opacos e não destacados</i> | <i>Odor levemente amoniacal na porção ventral</i> | <i>Levemente desbotada e esbranquiçada na porção ventral</i> | <i>Carne levemente amolecida, de consistência um pouco flácida</i> |
| 10 | <i>Perda de umidade e de tensão, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada)</i> | <i>Aderido, opaco, levemente coagulado</i> | <i>Opacos e planos</i> | <i>Odor amoniacal na porção ventral</i> | <i>Desbotada, esbranquiçada na porção ventral</i> | <i>Carne amolecida, de consistência flácida</i> |
| 12 | <i>Pele opaca, com impressão digital, com pigmentação esverdeada nas laterais e manchas perdendo</i> | <i>Aderido, opaco, coagulado</i> | <i>Sem brilho, leitosos e côncavos.</i> | <i>Odor levemente pútrido</i> | <i>Desbotada, cinzenta na porção ventral</i> | <i>Desprendendo dos ossos na porção ventral</i> |

| | | | | | | |
|----|---|--|---|--------------------------------|--|---|
| | definição | | | | | |
| 14 | Pele opaca, com impressão digital, com alteração de pigmentação e manchas pouco definidas | Aderido, escuro (cinzento), coagulado | Sem brilho, leitosos e côncavos. | Odor pútrido | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral |
| 16 | Pele ressecada, com impressão digital, com alteração de pigmentação e manchas perdendo a definição | Aderido, negro, coagulado | Totalmente leitosos e côncavos. | Odor pútrido acentuado | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral e na região da cabeça |
| 18 | Pele ressecada, com impressão digital, com alteração de pigmentação e manchas não definidas | Aderido, negro, coagulado | Totalmente leitosos e côncavos. | Odor totalmente pútrido | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral e na região da cabeça |

Tabela 2 - Resultados sensoriais da carne do Pintado Amazônico fresco e eviscerado, insensibilizado em Gelo (Tratamento 2) e armazenado em gelo.

| Dias de estocagem | ATRIBUTOS | | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | Pele | Muco | Olhos | Odor | Cor da Carne | Musculatura |
| 0 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 2 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 4 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 6 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | <i>Levemente opacos e destacados</i> | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |
| 8 | Úmida, tensa e bem aderida, pigmentação normal | Aquoso e transparente | <i>Levemente opacos e não tão destacados</i> | <i>Odor neutro</i> | Característica de peixe fresco | Carne firme, de consistência elástica |

| | | | | | | |
|----|---|---------------------------------------|--|---|--|--|
| 10 | Úmida, tensa e bem aderida, <i>com pequena perda de pigmentação nas laterais inferiores</i> | Aquoso, <i>levemente opaco</i> | <i>Levemente opacos e não tão destacados</i> | <i>Odor neutro</i> | <i>Levemente desbotada</i> | <i>Carne levemente amolecida, de consistência um pouco flácida</i> |
| 12 | <i>Perda de umidade, tensa e bem aderida, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada)</i> | Aderido, opaco, levemente coagulado | <i>Opacos e não destacados</i> | <i>Odor levemente amoniacal na porção ventral</i> | <i>Levemente desbotada e esbranquiçada na porção ventral</i> | <i>Carne levemente amolecida, de consistência um pouco flácida</i> |
| 14 | <i>Perda de umidade e de tensão, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada)</i> | Aderido, opaco, levemente coagulado | <i>Opacos e planos</i> | <i>Odor amoniacal na porção ventral</i> | <i>Desbotada, esbranquiçada na porção ventral</i> | <i>Carne amolecida, de consistência flácida</i> |
| 16 | Pele opaca, com impressão digital, com pigmentação esverdeada nas laterais e manchas perdendo definição | Aderido, opaco, coagulado | Sem brilho, leitosos e côncavos. | Odor levemente pútrido | Desbotada, cinzenta na porção ventral | <i>Carne amolecida, de consistência flácida</i> |
| 18 | Pele opaca, com impressão digital, com alteração de pigmentação e manchas pouco definidas | Aderido, escuro (cinzento), coagulado | Sem brilho, leitosos e côncavos. | Odor pútrido | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral |

Tabela 3 - Resultados sensoriais da carne do Pintado Amazônico fresco e eviscerado, insensibilizado por Asfixia (Tratamento 3) e armazenado em gelo.

| Dias de estocagem | ATRIBUTOS | | | | | |
|-------------------|---|--|-------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|
| | Pele | Muco | Olhos | Odor | Cor da Carne | Musculatura |
| 0 | Úmida, tensa e bem aderida, <i>pigmentação escurificada</i> | Aquoso, transparente <i>e em grande quantidade</i> | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco, <i>mas com pontos vermelhos (salpicamento)</i> | Carne firme, de consistência elástica |
| 2 | Úmida, tensa e bem aderida, | Aquoso, <i>levemente</i> | Brilhantes e destacados | Característico de peixe fresco | Característica de peixe fresco, | Carne firme, de |

| | | | | | | |
|----|--|--|--|---|--|--|
| | <i>pigmentação escurecida</i> | <i>opaco e em grande quantidade</i> | | | <i>mas com pontos vermelhos (salpicamento)</i> | consistência elástica |
| 4 | Úmida, tensa e bem aderida, <i>pigmentação escurecida</i> | Aquoso, <i>opaco e em grande quantidade</i> | <i>Levemente opacos e destacados</i> | <i>Odor neutro</i> | <i>Levemente desbotada, com pontos vermelho menos intensos</i> | <i>Carne levemente amolecida, de consistência um pouco flácida</i> |
| 6 | Úmida, tensa e bem aderida, <i>com pequena perda de pigmentação nas laterais inferiores</i> | Aderido, opaco, levemente coagulado | <i>Levemente opacos e não tão destacados</i> | <i>Odor neutro</i> | <i>Levemente desbotada, sem pontos vermelhos</i> | <i>Carne amolecida, de consistência flácida</i> |
| 8 | <i>Perda de umidade, tensa e bem aderida, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada)</i> | Aderido, opaco, levemente coagulado | <i>Levemente opacos e não destacados</i> | <i>Odor levemente amoniacal na porção ventral</i> | <i>Levemente desborada e esbranquiçadan a porção ventral</i> | <i>Carne amolecida, de consistência muito flácida</i> |
| 10 | <i>Perda de umidade e de tensão, com alteração de pigmentação nas laterais inferiores (esverdeada), manchas perdendo a definição</i> | Aderido, opaco, coagulado | <i>Levemente opacos e planos</i> | <i>Odor amoniacal na porção ventral</i> | <i>Desbotada, esbranquiçada na porção ventral</i> | Desprendend o dos ossos na porção ventral |
| 12 | Pele opaca, com impressão digital, com alteração de pigmentação nas laterais (esverdeada), manchas pouco definidas | Aderido, opaco, coagulado | Sem brilho, leitosos e côncavos. | Odor levemente pútrido | Desbotada, cinzenta na porção ventral | Desprendend o dos ossos na porção ventral |
| 14 | Pele opaca, com impressão digital, com alteração de pigmentação nas laterais (esverdeada), manchas não | Aderido, escuro (cinzento), coagulado | Sem brilho, leitosos e côncavos. | Odor pútrido | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendend o dos ossos na porção ventral e na região da cabeça |

| | | | | | | |
|----|---|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|
| | definidas | | | | | |
| 16 | Pele ressecada, com impressão digital, com alteração de pigmentação (esverdeada), manchas não definidas | Aderido, negro, coagulado | Totalmente opacos e côncavos. | Odor pútrido acentuado | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral e na região da cabeça |
| 18 | Pele ressecada, com impressão digital, com alteração de pigmentação (esverdeada), manchas não definidas | Aderido, negro, coagulado | Totalmente opacos e côncavos. | Odor totalmente pútrido | Pálida, cinza na porção ventral | Desprendendo dos ossos na porção ventral, na região da cabeça e da espinha |

A Figura 8 apresenta, de forma consolidada, o resultado da avaliação sensorial dos tratamentos.

| Dias de estocagem | ATRIBUTOS SENSORIAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------|------|---------|------|------|---------|-------|------|---------|----------|------|---------|-------------|------|---------|--------------|------|---------|-------------|------|---------|
| | Pele | | | Muco | | | Olhos | | | Odor cru | | | Odor cozido | | | Cor da Carne | | | Musculatura | | |
| | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia | CO2 | Gelo | Asfixia |
| 0 | N | N | L | N | N | L | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | L | N | N | N |
| 2 | N | N | L | N | N | L | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | L | N | N | N |
| 4 | N | N | L | N | N | L | L | N | L | N | N | L | N | N | L | N | N | L | N | N | L |
| 6 | L | N | L | L | N | A | L | L | L | L | N | L | L | N | L | L | N | L | L | N | L |
| 8 | L | N | L | A | N | A | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | N | L | L | N | L |
| 10 | L | L | L | A | L | A | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | A |
| 12 | A | L | A | A | A | A | A | L | A | A | L | A | A | L | A | A | L | A | A | L | A |
| 14 | A | L | A | A | A | A | A | L | A | A | A | A | A | A | A | A | L | A | A | L | A |
| 16 | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | L | A |
| 18 | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |

N: nenhuma alteração (conforme) ■
L: alteração leve (ainda considerada conforme) ■
A: alterado (não conforme) ■

Figura 8 – Resultados dos Atributos Sensoriais da carne do Pintado Amazônico, submetido a diferentes sistemas de insensibilização e armazenado em gelo por 18 dias.

Com relação às características sensoriais, é possível verificar que as alterações sofridas pelos peixes submetidos ao Tratamento 2 mostraram-se menos intensas do que as observadas nos demais tratamentos. Salientando-se ainda que as alterações iniciaram-se no quarto dia para o Tratamento 1, no sexto dia para o Tratamento 2 e já no primeiro dia para o Tratamento 3. Estes resultados indicam que a insensibilização em gelo foi mais eficiente que as demais, do ponto de vista sensorial. Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Rahmanifarah et al. (2011), que observaram alterações sensoriais na Carpa comum (*Cyprinus carpio*), ocorrendo mais rapidamente na asfixia, seguido da narcose por CO₂ e, por último, da hipotermia. Este fato leva a considerar que os atordoamentos por asfixia e CO₂ provocam estresse agudo e tentativa de fuga, causando a entrada precoce no estado de *rigor mortis* e, conseqüentemente, à perda de qualidade sensorial precoce (Robb e Roth, 2003; Poli et al., 2005; Roth et al., 2006).

Com relação aos pontos vermelhos (pequenas manchas de sangue) encontrados na carne dos peixes insensibilizados pelo Tratamento 3, estes foram semelhantes aos observados por Lines et al. (2003), quando do estudo da insensibilização de Truta Arco-íris (*Oncorhynchus*

mykiss) por choque elétrico, onde a qualidade dos filés ficou prejudicada pelo aparecimento desses pontos. O corrido neste experimento sugere que a insensibilização por asfixia pode promover nos peixes um estresse similar ao causado pelo choque elétrico, onde a agitação vigorosa dos animais possivelmente provocou rompimento de vasos sanguíneos.

Morzel e Van de Vis (2003), também observaram carne com pontos avermelhados e firme em enguias (*Anguilla anguilla*), submetidas a narcose com CO₂. Embora seja este um peixe marinho, nota-se que a alteração foi semelhante, concordando com o estudo de Scherer et al. (2005), os quais concluíram que, em geral, não tem sido verificadas diferenças nos aspectos sensoriais entre os diferentes métodos de abate para peixes marinhos ou de água doce, sugerindo que os métodos de insensibilização podem afetar ambos de maneira semelhante.

Considerando os resultados obtidos e o disposto na Portaria n° 185 de 13.04.1997/MAPA (Brasil, 1997), o grupo submetido ao CO₂ (Tratamento 1) estaria impróprio para consumo no oitavo dia, enquanto que com Gelo (Tratamento 2), tal fato ocorreria no décimo segundo dia e, na Asfixia (Tratamento 3), no sexto dia. Contudo, visto que a cor da carne dos peixes é um dos principais parâmetros avaliados pelos consumidores (Knowles et al., 2008), os peixes do Tratamento 3 seriam rejeitados para comércio no primeiro dia, em função da pigmentação alterada (pontos vermelhos/salpicamento).

4. Considerações Finais

O bem estar animal na insensibilização que antecede ao abate dos peixes é fator determinante e, através dos resultados deste estudo, fica comprovada sua influência direta sobre a qualidade do produto final. Dentre os tratamentos testados, todos os indicadores avaliados demonstram que a insensibilização em gelo (Tratamento 2), mostrou-se a mais eficiente em relação as demais.

Contudo, com o crescimento contínuo da cadeia do pescado no Brasil e no mundo, é necessário intensificar as pesquisas e discussões sobre o bem estar na insensibilização dos peixes e sua relação com a qualidade, em especial, no que se refere aos peixes de água doce, onde se observa um número de pesquisas extremamente reduzido. Tais estudos servirão de base para a elaboração de normas e recomendações que visam melhores práticas de insensibilização, com vistas à agregação valor à carne dos peixes, melhorando assim a competitividade desta cadeia em expansão.

Portanto, é de fundamental importância o empenho do governo, instituições de ensino, indústrias e pesquisadores no desenvolvimento de novas tecnologias e métodos que tenham por objetivo o bem estar e, conseqüentemente, a qualidade do pescado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, W. F. Estado de frescor, textura e composição muscular da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Trabalho desenvolvido durante a disciplina AJ710 Tecnologia do Pescado e Produtos Derivados. Semestre 2000.2. Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UFC, Ceará/CE.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13^oed., Washington: AOAC, 1980. 223p.

BATISTA, G. M., FALCÃO, P.T., LESSI, E., KODAIRA, M.. Alterações Bioquímicas post-mortem de Matrinxã (*Brycon cephalus*, GÜNTHER, 1869), procedente de piscicultura, mantido em gelo. Ciênc. Tecnol. Alim. v. 24, n. 4, p. 573-581, 2004.

BRASIL (Ibama) 2008...

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa n° 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializou os Métodos Analíticos para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água*. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Portaria n° 185 de 13 de maio de 1997 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado)*. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981. Cap.1,p.2:Carne bovina "in natura".

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto 30691 de 29 de março de 1952 que aprovou o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelos Decretos n° 29093 de 30 de abril de 1956, n° Decreto 1255 de 25 de junho de 1962, n° 1236 de 2 de setembro de 1994, n° 1812 de 8 de fevereiro de 1996 , n° 2244 de 4 de junho de 1997, n° 6385 de 27 de fevereiro de 2008 e n° 7216 de 17 de junho de 2010; Brasília. 1952.

BRITTO,E. N., LESSI, E., CARDOSO, A. L., FALCÃO, P. T., DOS SANTOS, J. G. Deterioração bacteriológica do Jaraqui (*Semaprochilodus* spp), capturado do estado do Amazonas e conservado em gelo. Art. ACTA Amazônica, vol. 37, 2001.457-462p.

CAKLI, S., DINCER, T. KILINC, B., e TOLASA, S. 2007. SHELF LIFE OF NEW CULTURE SPECIE (*DIPLODUS PUNTAZZO*) IN REFRIGERATOR. Arch. Lebensmittelhyg. 56, 97–120.

BOYD, C. E. 1982. Water management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publications, Amsterdam, Development of aquaculture and fisheries science, Vol. 9. 231 pp

BUZUTTI, A. Avaliação do perfil físico-químico, bacteriológico e sensorial de Tambatinga (Tambaqui - *Colossoma macropomum* x Pirapitinga - *Piaractus brachypomus*), fresca e eviscerada, ao longo de estocagem refrigerada. 2010. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso/MT.

CONNELL, J. J. Control of fish quality. Fishing News. 4. ed. Farnham: Surrey, 1995.

FERREIRA, D. F. SISVAR Versão 5.0. Departamento de Ciências Exatas. Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2007.

HALLIER, J. Embellishing the past: middle manager identity and informality in the implementation of new technology. *New Technology, Work and Employment*, 19: 43-62. 2007.

HERNANDEZ, M.D., LÓPEZ, M.B., ÁLVAREZ, A., FERRANDINI, E., GARCIA, B. and GARRIDO, M.D. 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquaculture meager (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chem*, 11: 237-245.

HUSS, H. H. El pescado fresco su calidad y câmbios de calidad. Manual de entrenamiento FAO/DANIDA. Roma, 1988, 135p.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Microorganisms in Foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. 2 ed, London: Blackwell Scientific Publications, 1986. p.127-278.

JITTINANDANA, S., KENNEY, P.B., MAZIK, P.M., DANLEY, M., NELSON, C.D., KISER, R.A. and HANKINS, J.A. 2005. Transport and stunning affect quality of arctic char fillets. *J Muscle Foods*, 16: 274-288.

KIESSLING, A., ESPE, M., RUOHONEN, K. and MORKORE, T. 2004. Texture, gaping and colour of fish and frozen Atlantic salmon flesh as affected by préslaughter iso-eugenol or CO₂. *Aquaculture*, 236: 645-657.

KNOWLES, T.G., BROWN, S.N., WARRIS, P.D., INES, J., TINARWO, A., BRAVO, A., CARVALHO, H. and GONÇALVES, A. 2007. Effect of electrical stunning *Archivos de zootecnia* vol. 61 (R), p. 49. at slaughter on the carcass, flesh and eating of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquac Res*, 38: 1732-1741.

KNOWLES, T.G., BROWN, S.N., WARRIS, P.D., LINES, J., TINARWO, A. and SENDON, M. 2008. Effect of electrical stunning at slaughter on the quality of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Aquac Res*, 39: 1731-1738.

KUAYE, A.Y. Comparação dos métodos para determinação das bases nitrogenadas em pescado: parâmetros críticos e modificações. 1982. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.

LAMBOOIJ, E., KLOOSTERBOER, K., GERRITZEN, M.A. and VAN de VIS, H. 2006b. Assessment of electrical stunning in fresh water of African Catfish (*Clarias gariepinus*) and chilling in ice water for loss of consciousness and sensibility. *Aquaculture*, 254: 388-395.

LESSI, E.; KODAIRA, M.; BATISTA, G.M.; BELLO, R. Cambios post-mortem del matrinxã Brycon cephalus (Günther, 1869), cultivado en Manaus, Brasil. In: II CONGRESO VENEZOLANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS “DR ASHER LUDIN”, Caracas, 1999. Programa e Resumos. Caracas: UCV, 1999. p. 114.

LINES, J.A., ROBB, D.H.; KESTIN, S.C., CROOK, S.C. and BENSON, T. 2003. Electric stunning: a humane slaughter method for trout. *Aquacult Eng*, 28: 141-154.

MOL, S., ERKAN, N., ÜÇÖK, D. e TOSUN, Y. Effect of psychrophilic bacteria to estimate fish quality. *J. Muscle Foods*, 18(1), 120-128p. 2007.

MORZEL, M. and VAN de VIS, H. 2003. Effects of the slaughter method on the quality of raw and smoked eels (*Anguilla Anguilla* L.). *Aquac Res*, 34: 1-11.

NUNES, M. L.; BATISTA, I., CARDOSO, C. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Publicações avulsas do IPIMAR. Lisboa, n. 15, 2007.

OEHLENSCHLAGER, J. Chemical composition of the flesh and other tissues of Antarctic fish species of the families Channichthyidae and Nototheniidae. *Food Chemistry*, London, v.40, n.2, p.159-167, 1991.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de pesca. Ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Ed. Varela vol 1, 1999. 430p.

ÖZOGUL, Y. and ÖZOGUL, F. 2004. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP. *Eur Food Res Technol*, 219: 211-216.

POLI, B., PARISI, G., SCAPPINI, F. and ZAMPACAVALLLO, G. 2005. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *AquacInt*, 13: 29-49.

PULLELA, S., et al. Indicative and pathogenic microbiological quality of aquacultured finfish grown in different production system. *Journal of Food Protection*, v. 61, n. 2. p. 205-210, 1998.

RAHMANIFARAH, K., Shabanpour, B. and Sattari, A. 2011. Effects of clove oil on behavior and flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with pre-slaughter CO2 stunning, chilling and asphyxia. *Turk J Fish Aqua Sci*, 11: 139-147.

Robb, D.H.F. and Roth, B. 2003. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture*, 216: 363-369.

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

ROTH, B., BIRKELAND, S. and OYARZUN, F. 2009. Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. *Aquaculture*, 289: 350-356.

SANTOS, J. M. S. Filetes de Pregado (*Psetta máxima*) embalados em atmosfera modificada: avaliação da qualidade física, química e microbiológica. Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, para obtenção do grau de Mestre em Controle de Qualidade na área científica Água e Alimentos. P. 170, 2008.

SCHERER, R., AUGUSTI, P.R., STEFFENS, C., BOCHI, V.C., HECKTHEURER, L.H., LAZZARI, R., RANDUNZ-NETO, J., POMBLUM, S.C.G. and EMANUELLI, T. 2005. Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in ice. *J Food Sci*, 70: 348-353.

SCHUBRING, R. Instrumental Colour Measurement as a Tool for the Determination of Fish Freshness. In: Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action AIR3CT94-2283FAIR Programme of EU- Co-sponsored by the IIR, Paris, 1997.

TEJADA, M., DE LAS HERAS, C., KENT, M. Changes in the quality indices during ice storage of farmed Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *European Food Research and Technology*. DOI 10.1007/s00217-006-0407-9, 2007.

VAN de VIS, H., Kestin, S., Robb, D., Oehlenschlager, J., Lambooi, B., Munkner, W., Kuhlmann, H., Kloosterboer, K., Tejada, M., Huidobro, A., Ottera, H., Roth, B., Sorensen, N.K., Akse, L., Byrne, H. and Nesvadba, P. 2003. Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquac Res*, 34: 211-220.

WILLS, C.C., ZAMPACAVALLO, G., POLI, B.M., PROCTOR, M.R.M. and HENEHAN, G.T.M. 2006. Nitrogen stunning of rainbow trout. *Int. J Food Sci Technol*, 41: 395-398.