

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
DOUTORADO EM HIGIENE VETERINÁRIA E PROCESSAMENTO
TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

LEONY SOARES MARINHO

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*)
INTEIRA ESTOCADA EM GELO**

**BELÉM-PA
2011**

LEONY SOARES MARINHO

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*) INTEIRA ESTOCADA EM GELO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientadora: Prof^a. Dra. MÔNICA QUEIROZ DE FREITAS

Co-orientadora: Prof^a. Dra. ELIANE TEIXEIRA MÁRSICO

Belém-PA

2011

M338 Marinho, Leony Soares
Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba
(*Brachyplatystoma vaillantii*)inteira estocada em gelo/
Leony Soares Marinho; orientadora Mônica Queiroz de
Freitas. - 2011.
111f.

Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento
Tecnológico de Produtos de Origem Animal)- Universidade
Federal Fluminense, 2011.

Orientadora: Mônica Queiroz de Freitas

1. Piramutaba (peixe). 2. Qualidade do
pescado. 3. Conservação do pescado. 4. Estocagem. 5.
Prazo de validade de produtos. 6. Carga bacteriana I.
Título.

CDD 664.94

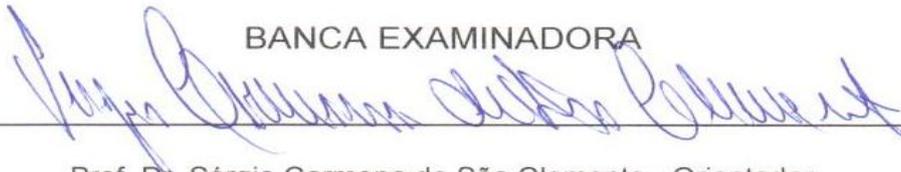
LEONY SOARES MARINHO

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*) INTEIRA ESTOCADA EM GELO**

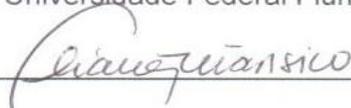
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovado em 12 de abril de 2011.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio Carmona de São Clemente - Orientador
Universidade Federal Fluminense



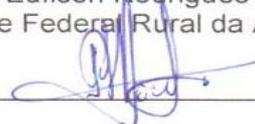
Prof. Dr. Eliane Teixeira Mársico
Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Robson Maia Franco
Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Edilson Rodrigues Matos
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Souto
Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém-PA
2011

DEDICATÓRIA

À minha esposa Élida Maria e aos meus filhos Felipe e Ricardo, pelo amor, dedicação, ajuda, apoio, incentivo e paciência. Com vocês meu mundo é importante e mais feliz.

Aos meus pais Leonam (“*In memoriam*”) e Cely pelo amor, dedicação, apoio e incentivo. Com certeza sem vocês eu não seria quem sou e nem chegaria onde estou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, pela oportunidade de crescimento espiritual, profissional e pessoal e, por tornar tudo possível;

Aos meus queridos pais Leonam (“*in memoriam*”) e Cely, pela presença fundamental em minha caminhada na vida e, principalmente, pelo amor e respeito;

À minha esposa Élide e aos meus filhos Felipe e Ricardo por todo amor, amizade, respeito, dedicação e, sobretudo, por compreenderem minhas ausências e, sempre me apoiarem em todas as decisões;

Aos meus queridos irmãos Lely Maria, Leonam Filho e Lila Carolina, por todos os anos de convivência, amor e companheirismo, bem como a todos os meus queridos sobrinhos;

Aos queridos sobrinhos Leandro Trajano Novelino e Danielle Regina Gomes Ribeiro, pela amizade, carinho, dedicação e colaboração na parte escrita deste trabalho;

Às Universidades Federal Rural da Amazônia e Federal Fluminense, pela oportunidade de formação profissional;

À indústria de pescado ECOMAR S. A., pela recepção, profissionalismo e disponibilidade de suas instalações para realização deste trabalho, bem como pelo fornecimento das amostras de piramutaba;

À minha querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Mônica Queiroz de Freitas, pela amizade, compreensão, paciência e ensinamentos, principalmente nos momentos conclusivos desta pesquisa;

À minha co-orientadora Prof^a. Dr^a. Eliane Teixeira Mársico, pela amizade, paciência e ensinamentos transmitidos;

Aos queridos Professores Msc. Fernando Elias Rodrigues da Silva, Carissa Michelle Goltara Bichara e Emília do Socorro Conceição de Lima Nunes e aos amigos Wilkens Ferreira e Lílian Dias, Médicos Veterinários, pela valiosa ajuda na realização deste trabalho;

Aos Professores Msc. Adriana Maciel de Castro Cardoso Jaques, José Luiz Moraes e Rosa Maria Souza Santa Rosa, pela amizade, incentivo e especial colaboração;

Às Médicas Veterinárias Naima Macedo e Thaís Damásio, pela amizade, cooperação e disponibilidade;

Aos Professores da UFRA, colegas da “turma do DINTER”, pela convivência e companheirismo;

Ao Prof. Dr. Sérgio Carmona de São Clemente, pela amizade, ótima convivência e, em seu nome, a todo corpo docente do Curso de Pós-graduação (DINTER) pelos ensinamentos;

Ao Prof. Dr. Robson Maia Franco, pela amizade, incentivo e colaboração neste trabalho;

Aos funcionários da ECOMAR S. A., André Costa dos Santos, Rodrigo Silvestre Vilhena Lameira, Mário Sérgio Cardoso, Luciana Cardoso Barros, Elivardo Costa da Silva (Camarão), Giane Célia dos Santos Galvão e George Francisco Souza Santos, pela amizade e grande colaboração na realização deste experimento, em especial, na realização da Análise Sensorial;

À Roberta Muniz Santana Caetano, pela realização das fotografias durante a fase experimental deste trabalho, além da companhia e amizade.

Aos doutorandos Maria Lúcia Guerra Monteiro, Anna Carolina Vilhena da Cruz Silva Canto, Fernanda Lima Cunha e César Aquiles Lázaro de La Torre; à mestranda Daniella Cristina Bernardi; e às graduandas em Medicina Veterinária Priscila Nogueira de Souza Ferreira, Raiana Sancho Ladeira e Marion Pereira da Costa, pela amizade e grande colaboração na realização deste experimento, em especial, na realização das Análises Físico-químicas;

À doutoranda Micheli da Silva Ferreira, pela amizade, respeito, carinho, companheirismo e grande colaboração na realização das Análises Físico-químicas, bem como no grande auxílio na finalização deste trabalho. MUITO OBRIGADO POR TUDO!

Ao secretário da pós-graduação Drausio de Paiva Ferreira, por toda ajuda e atenção;

A todos aqueles que me apoiaram, direta ou indiretamente, e me levaram ao crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS, p. 10

LISTA DE FIGURAS, QUADRO E TABELAS, p. 13

RESUMO, p. 15

ABSTRACT, p. 16

1 INTRODUÇÃO, p. 17

2 OBJETIVOS, p. 19

2.1 OBJETIVO GERAL, p. 19

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS, p. 19

3 REVISÃO DE LITERATURA, p. 20

3.1 A SITUAÇÃO DA PESCA MUNDIAL, p. 20

3.2 A PESCA NO BRASIL, p. 21

3.3 O PEIXE COMO ALIMENTO, p. 25

3.4 CARACTERÍSTICAS DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*), p. 27

3.5 DETERIORAÇÃO DO PESCADO, p. 29

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO, p. 35

3.6.1 **Análise Sensorial**, p. 36

3.6.2 **Análises Bacteriológicas**, p. 41

3.6.2.1 Bactérias Aeróbias Mesófilas, p. 42

3.6.2.2 Bactérias Aeróbias Psicotróficas, p. 43

3.6.3 **Análises Físico-químicas**, p. 44

3.6.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH), p. 45

3.6.3.2 Bases Voláteis Totais (BVT), p. 46

3.6.3.3 Aminas Biogênicas, p. 53

4 **DESENVOLVIMENTO**, p. 60

4.1 MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (QIM): DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO SENSORIAL PARA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*), p. 61

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*) INTEIRA ESTOCADA EM GELO, p. 78

5 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, p. 96

6 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**, p. 97

7 **ANEXO**, p. 111

7.1 PROTOCOLO DE ÍNDICE DE QUALIDADE PARA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*), p. 111

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - percentual

± - mais ou menos

°N - graus Norte

°S - graus Sul

μL - microlitros

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Actomiosina - Actina + miosina

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATP - adenosina trifosfato

BVT - Bases Voláteis Totais

CA - cadaverina

CBHAM - Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas

CBHAP - Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicrotróficas

cm - centímetros

cm² - centímetros quadrados

CO₂ – dióxido de carbono

C. perfringens - *Clostridium perfringens*

CRA - Capacidade de Retenção de Água

DAO - Diaminoxidase

DHA - Docosa-Hexaenoic-Acid

DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal

DMA - dimetilamina

E. coli - *Escherichia coli*

EAS - Estuário-Amazonas–Solimões

EPA - Eicosapentaenoic Acid

FA - formaldeído

FAO - Food and Agriculture Organization

FDA - Food and Drug Administration

g - gramas

H - Hidrogênio

H₂S - Gás Sulfídrico

HI - histamina
Hx - hipoxantina
ICMSF - International Commission on Microbiological Specifications for Foods
Ibid – significa o mesmo
IQ - Índice de Qualidade
ISPA - Instituto da Saúde e Produção Animal
K - potássio
Kcal - quilocaloria
Kg - quilogramas
Km - quilômetros
Km² - quilômetros quadrados
LANARA - Laboratório Nacional de Referência Animal
mg - miligramas
QIM - Método de Índice de Qualidade
mL - mililitro
MMA - Monometilamina
N - normal
N-BVT - Bases Nitrogenadas Voláteis Totais
NH₃ - Amônia
nº - número
N-TMA - Nitrogênio da Trimetilamina
°C - graus Celsius
OTMA - Óxido de Trimetilamina
P - peso
PCA - Plate Count Agar
pH - Potencial Hidrogeniônico
ppm - partes por milhão
Prob. - probabilidade
PTN - proteína
PU - putrescina
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada
RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

rpm - rotações por minuto

R^2 - Coeficiente de determinação

SAS - Statistical Analyses Systems

SIF - Sistema de Inspeção Fiscal ou Serviço de Inspeção Federal

SEPAQ - Secretaria do Estado de Pesca e Aquicultura

spp. - várias espécies

t - Toneladas

TMA - Trimetilamina

U - umidade

UFC - Unidade Formadora de Colônia

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia

US\$ - Dólar(es)

V - volume

ZEE - Zona Econômica Exclusiva

ω - ômega

LISTA DE FIGURAS, QUADRO E TABELAS

Fig. 1 Composição da captura em peso dos principais espécimes desembarcados pelas empresas de pesca, p. 25

Fig. 2 Exemplares de Piramutaba sob ação do gelo, p. 28

Fig. 3 Molécula de histamina, p. 53

Fig. 4 Formação de aminas por descarboxilação de aminoácido, p. 54

Quadro - Principais mercados importadores de pescado do Brasil nos anos 2006-2007, p. 24

1º ARTIGO

Fig. 1 Protocolo de avaliação do Índice de Qualidade (IQ) desenvolvido para a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira e estocada em gelo, p. 67

Fig. 2 Escores médios do Índice de Qualidade (IQ) da piramutaba inteira e estocada em gelo a 0 ± 1 °C, p. 68

Fig. 3 Representação gráfica das médias das CBHAM e CBHAP ($\log \text{UFC.g}^{-1}$) em piramutaba inteira estocada em gelo durante 18 dias, p. 72

Tabela 1 - Valores de Índice de Qualidade (IQ) da piramutaba inteira e estocada em gelo (0 ± 1 °C), p. 68

Tabela 2 - Modelo de equação de regressão de contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (CBHAM) e psicotróficas (CBHAP), em $\log\text{UFC.g}^{-1}$ no músculo de piramutaba em função do dia de estocagem (X) a 0 ± 1 °C e respectivos valores de coeficiente de determinação (R^2) e níveis de probabilidade, p. 68

2º ARTIGO

Tabela 1 - Valores médios dos teores de BVT, TMA e pH, e resultados analíticos referentes a produção de NH_3 e H_2S em músculo de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) oriundos de pesca comercial na cidade de Vigia de Nazaré-PA, em diferentes dias de estocagem a 0 ± 1 °C, p. 84

Tabela 2 - Resultados referentes a produção de histamina, putrescina e cadaverina em exemplares de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) em diferentes dias de estocagem a 0 ± 1 °C, p. 86

Tabela 3 - Modelo de equação de regressão de pH e BVT em músculo de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) em função do dia de estocagem (X) a 0 ± 1 °C e respectivos valores de coeficiente de determinação (R^2) e níveis de probabilidade, p. 88

RESUMO

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é um peixe da família Pimelodidae capturada ao longo do sistema Estuário-Amazonas-Solimões, principalmente no baixo Amazonas e na baía de Marajó. É o bagre de água doce mais capturado do país, particularmente no estado do Pará sendo a espécie de maior importância comercial na região, principalmente para o mercado de exportação devido ao seu sabor agradável e bom rendimento industrial. Logo, o objetivo do presente estudo foi criar subsídio científico para o estabelecimento de critérios específicos para determinar a validade comercial através da avaliação da qualidade desta espécie de peixe inteira e conservada em gelo, associando análises sensoriais, bacteriológicas e físico-químicas. As análises sensoriais consistiram no desenvolvimento de um protocolo de Índice de Qualidade (IQ) para avaliação da piramutaba fresca, estocada por 18 dias em gelo (0 ± 1 °C). Foram avaliados 10 atributos de aparência, dentre os quais, aspectos gerais, olhos e brânquias. Para a avaliação bacteriológica foram realizadas Contagens de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM) e Psicotróficas (CBHAP). As análises físico-químicas consistiram na determinação de pH, Bases Voláteis Totais (BVT), trimetilamina (TMA), aminas biogênicas (histamina, putrescina e cadaverina), reação para amônia (NH_3) e para gás sulfídrico (H_2S). Nos resultados, a CBHAM não ultrapassou o limite máximo permitido pela legislação durante os 18 dias de estocagem, enquanto a CBHAP ultrapassou o limite aceitável no 14º dia. Apesar dos valores médios de pH variarem de 6,52 no 1º dia a 6,92 no 18º dia de estocagem, as amostras apresentaram-se em boas condições sensoriais para o consumo até o 10º dia. De acordo com os resultados de BVT obtidos, sugere-se o valor de 20,00 mgN/100g como limite de aceitação para este parâmetro. Não foi detectada a presença de nenhuma das aminas biogênicas pesquisadas até o 7º dia. No 10º dia as amostras apresentaram histamina e, histamina e putrescina no 14º dia de estocagem, porém não ultrapassaram os limites da legislação brasileira. Todos os resultados das análises para amônia (NH_3) foram positivos e para gás sulfídrico (H_2S) negativos desde o 1º dia de estocagem, embora a amônia esteja incluída no conjunto de BVT e os mesmos terem sido abaixo do limite máximo permitido. Considerando o protocolo QIM e os resultados das análises físico-químicos, o prazo de validade comercial estipulado para piramutaba quando mantida sob temperaturas de refrigeração (0 ± 1 °C) foi de 10 dias, sendo a avaliação sensorial eficiente na observação dos padrões de identidade e qualidade para peixe fresco. O protocolo elaborado especificamente para a piramutaba poderá ser empregado nos diversos segmentos de produção e comercialização, reduzindo eventuais perdas econômicas e auxiliando na proteção da saúde do consumidor.

Palavras-chave: piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, QIM, índice de qualidade, contagem bacteriana, aminas biogênicas, validade comercial

ABSTRACT

The piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) is a fish from family Pimelodidae caught throughout the system Estuary-Amazonas-Solimões, especially in the lower Amazon and in the Bay of Marajó. It is the most caught freshwater catfish of the country, particularly in the state of Pará and it is one of the species with greatest commercial importance in the region, mainly for the export market due to its pleasant taste and good industrial yield. Therefore, the objective of this study was to develop scientific grant for the establishment of specific criteria to determine the commercial validity by assessing the quality of this whole species of fish and preserved in ice, linking sensory analysis, bacteriological and physical-chemical properties. The sensory analysis consisted in the development of a protocol Quality Index (QI) to assess the piramutaba fresh, stored for 18 days on ice (0 ± 1 °C). We evaluated 10 appearance attributes, among which general aspects, eyes and gills. To assess bacterial counts were performed mesophilic aerobic heterotrophic bacteria (CBHAM) and psychrotrophic (CBHAP). The physical and chemical analysis consisted in the determination of pH, total volatile bases (TVB), trimethylamine (TMA), biogenic amines (histamine, putrescine and cadaverine), reaction for ammonia (NH₃) and hydrogen sulfide (H₂S). In the results, the CBHAM did not exceed the maximum allowed by law during the 18 days of storage, whereas CBHAP exceeded the acceptable limit at 14 days. Although the average pH values vary from 6.52 on day 1 to 6.92 on the 18th day of storage, the samples were in good sense for consumption until the 10th day. According to the results obtained from BVT, we suggest the value of 20.00 mgN/100g as acceptance limits for this parameter. We did not detect the presence of any of biogenic amines surveyed until the 7th day. After 10 days the samples had histamine and histamine and putrescine on the 14th day of storage, but not beyond the limits of Brazilian legislation. All test results for ammonia (NH₃) and were positive for hydrogen sulfide (H₂S) from the negative first day of storage, although ammonia is included in the set of BVT and the same have been below the maximum allowed. Considering the protocol QIM and the results of the physico-chemical, the expiry date stipulated for commercial piramutaba when kept under refrigeration temperatures (0 ± 1 °C) was 10 days, the sensory evaluation effectively observing the patterns of identity and quality for fresh fish. The protocol designed specifically for piramutaba may be employed in various sectors of production and marketing, reducing economic losses and helping to protect consumer health.

Keywords: piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, QIM, quality score, bacterial count, biogenic amines, commercial validity.

1 INTRODUÇÃO

Durante a década 70, a abertura de novas vias de transporte, a criação de incentivos para a abertura de frigoríficos e a ampliação da frota pesqueira no Brasil intensificou a captura dos bagres na região do estuário amazônico. Ao mesmo tempo, inaugurou-se a exploração industrial desses peixes nos rios amazônicos, com destaque para a exploração da piramutaba (BARTHEM; FABRÉ, 2005).

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é uma espécie de bagre de água doce da família Pimelodidae, de importância econômica para as atividades pesqueiras na calha do rio Amazonas e regiões menos salinas do seu estuário, sendo encontrada, principalmente, na foz Amazônica, no baixo Amazonas e na baía de Marajó. A pesca comercial realizada por frotas industriais teve início em 1971 e os desembarques atingiram um ápice de 22.468 t em 1977, diminuindo paulatinamente para um mínimo de 6.299 t em 1992 (BARTHEM, 2003).

Para Ogawa e Maia (1999) a redução da frota piramutabeira ocorreu em virtude da sobrepesca, queda no mercado internacional e, incentivos à pesca do camarão, além das ações governamentais para o controle de sua pesca.

Entende-se por pescado tudo aquilo que pode ser retirado de águas oceânicas ou interiores e que possa servir para alimentar o homem ou os animais. É um termo genérico, envolvendo peixes, crustáceos, moluscos, algas, etc. (BARROS, 2003; BRASIL, 2007).

A carne do peixe é um alimento extremamente perecível e requer adequadas condições sanitárias desde o momento de sua captura até a preparação, comercialização e consumo e, sua conservação é um ponto crítico de controle, uma vez que a decomposição ocorre rapidamente, em decorrência dos métodos de captura, que provocam morte lenta e, dos consideráveis danos mecânicos.

Nesse contexto, o presente trabalho possui relevância devido à escassez de estudos relacionados à qualidade da piramutaba capturada no litoral do estado do Pará e à importância econômica que essa espécie representa para a região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar parâmetros de qualidade sensorial, bacteriológica e físico-química da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira, durante a estocagem em gelo (0 ± 1 °C), com vistas a estabelecer o prazo de conservação da espécie.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características sensoriais de aparência e odor, empregando o Método de Índice de Qualidade (QIM);
- Realizar contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas em gelo por 0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias;
- Acompanhar as alterações físico-químicas da piramutaba armazenada em gelo por 0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias;
- Estimar o grau de frescor e a validade comercial da piramutaba inteira, nos diferentes tempos de estocagem em gelo, como critério de aceitação ou rejeição prévios do beneficiamento em entrepostos de pescado e no comércio varejista.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A SITUAÇÃO DA PESCA MUNDIAL

A produção mundial de pescado gira em torno de 130 milhões de toneladas. Aproximadamente 78% do total produzido é destinado ao consumo humano (cerca de 100 milhões de toneladas) e 22% são usados na fabricação de ração animal. O setor pesqueiro gerava, no ano de 2000, cerca de 35 milhões de empregos no mundo, um aumento de 20% se comparado aos 28 milhões em 1990 (SEAP, 2004).

A *Food and Agriculture Organization* (FAO) considerou que, além de prejudicar os estoques, que já eram sobre-explorados, a sobrepesca também afetou o ecossistema no qual esses estoques viviam, criando dificuldades econômicas para os pescadores e suas comunidades. Este fato pôde ser confirmado posteriormente quando o problema da sobrepesca atingiu tanto os países desenvolvidos quanto os países em desenvolvimento e quase 75% das principais áreas pesqueiras do mundo estavam totalmente exploradas, ou em pior condição (FAO, 2000). A sobrepesca acarretou custos econômicos substanciais, além de impactos ambientais consideráveis. Controlar a sobrepesca e permitir a recuperação dos estoques aumentaria a produtividade e maximizaria as receitas do setor a longo prazo. Essa medida foi necessária para estabilizar os recursos e o setor pesqueiro (IBAMA, 2003).

A FAO (2005) afirmou que a pesca mundial teve um significativo crescimento nos últimos 50 anos, representando uma importante atividade econômica em todas as escalas, desde o nível de pequenas comunidades locais até o comércio internacional. Além de ser considerada uma das mais importantes fontes de geração

de emprego, renda e alimento, também tem se apresentado como o empreendimento mais lucrativo do agronegócio nos últimos anos (PEREIRA, 2009).

Países como a China, Índia, Indonésia, Japão, Bangladesh, Tailândia, Noruega, Chile, Vietnã e Estados Unidos representam os maiores produtores de pescado do mundo. O Brasil ocupava, em 2007, uma posição que oscilava próximo do vigésimo sétimo lugar no ranking, embora fosse um dos países com maior velocidade de crescimento da atividade aquícola no mundo (ALBINATI, 2007).

Em 2006, a produção mundial de pescado, segundo dados da FAO (2009), foi estimada em 143,6 milhões de toneladas, sendo que somente a China foi responsável por 51,5 milhões de toneladas desta produção.

Ainda segundo a FAO (2009), o pescado e seus derivados são objetos de grande comercialização, pois mais de 37% da produção total entra no mercado internacional sob diversas formas de produtos para alimentação humana e animal. Em 2006, 54 milhões de toneladas de pescado foram exportados, o que representa um decréscimo de 4% em relação ao ano anterior, porém para alimentação humana houve um aumento de 5% em relação ao mesmo ano, que representa mais de 80 bilhões de dólares na balança comercial.

3.2 A PESCA NO BRASIL

O Brasil possui cerca de 8.500 km de linha real de litoral e um número considerável de ilhas, totalizando 3,5 milhões de Km² de Zona Econômica Exclusiva (ZEE), estendendo-se desde o Cabo Orange (5 °N) até o Chuí (34 °S), localizando-se principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais (CNIO, 1998).

A pesca é considerada uma das atividades econômicas mais antigas e importantes do Brasil, se fazendo presente desde o período colonial e situando-se entre as quatro maiores fontes de proteína consumida (SANTOS, 2006).

Até os anos 60, a atividade pesqueira no Brasil era predominantemente artesanal e sua produção estava voltada basicamente para atender o mercado interno. A partir de então, através de uma política de incentivos fiscais à pesca, desenvolveu-se a chamada pesca industrial, voltada, preferencialmente, para o mercado externo (FINCO; ABDALLAH, 2000).

No país, a pesca tinha responsabilidade pela geração de 800 mil empregos diretos e seu parque industrial era composto por, aproximadamente, 300 empresas, relacionadas à captura e ao processamento. A frota nacional era formada por cerca de 25.000 embarcações, onde aproximadamente 2.000 barcos compunham a chamada frota industrial, e o restante compreendia à artesanal (IBAMA, 2003).

Analisando o fato da pesca nacional ser uma das poucas atividades que absorve mão-de-obra de pouca ou nenhuma qualificação, quer seja de origem urbana ou rural (sendo em alguns casos a única oportunidade de emprego para certos grupos de indivíduos, principalmente para a população excluída), percebe-se que a pesca é um componente fundamental para a sócio economia brasileira (GEOBRASIL, 2002).

O Brasil produziu, em 2002, 1.006.809 toneladas de pescado. Em relação ao ano de 2001, houve um incremento na produção total, na ordem de 7,1%, determinado principalmente, pelo desempenho da aquicultura que contribuiu com 25,0% da produção total, alcançando, o volume de 251.287,0 toneladas. Entre os estados brasileiros que mais produziram encontra-se o Pará que se manteve em primeiro lugar na produção nacional com um volume de 174.227,5 toneladas, em 2002. Em segundo lugar, o estado de Santa Catarina apresentou um comportamento estável na produção de pescado registrando um volume de 150.240,5 toneladas (IBAMA, 2004). A pesca da piramutaba somou um total de 15.795,0 toneladas em 2003 e 18.681,0 toneladas em 2004 (IBAMA, 2003; 2004).

Em 2006, a produção brasileira apresentou um volume de 1.050.808,0 toneladas e, no ano de 2007, um aumento de 2,0% (1.072.226,0 toneladas), atingindo a colocação de 21^a na produção mundial. Deste total, 73% foram representados pela pesca extrativa marinha e continental (FAO, 2007; IBAMA, 2007).

A região sudeste brasileira é a terceira maior produtora de pescado por pesca extrativa marinha (137.666,0 toneladas) representada pelo estado do Rio de Janeiro que registrou, em 2007, um crescimento na produção de 23,3% (82.528,5 toneladas), sendo a corvina, a sardinha-verdadeira, a cavalinha e a tainha as espécies que mais contribuíram para este crescimento. Com relação à pesca extrativa continental, ocorreu um decréscimo de 1% na produção do ano de 2007 em

comparação com a de 2006, com uma produção de 22.201,0 toneladas (IBAMA, 2007).

Em 2004, os saldos das exportações apresentaram tendência declinante. Em 2006, 77.139 toneladas de pescado foram destinadas à exportação e, em 2007, houve um decréscimo de 24,55%, sendo exportadas apenas 58.198,0 toneladas. Com relação à importação, no ano de 2006 houve um crescimento de 23,6% (180.374,0 toneladas) e, no ano de 2007, esse crescimento foi ainda maior (209.808,0 toneladas). Esse quadro associado à intensificação da política cambial de valorização do real com relação ao dólar, ao decréscimo no valor das exportações, ao crescimento no valor das importações, ao aumento do consumo per capita de pescado (de 6,29 Kg em 2006 para 6,75 Kg em 2007) e ao crescimento do preço médio das importações, levou a um déficit na balança comercial brasileira no ano de 2007, que tem demonstrado tendência declinante a partir de 2004 (ibid).

Em 2007, os principais fornecedores de pescado para o Brasil foram Noruega, Chile, Argentina, Portugal, Uruguai e Marrocos. Neste mesmo ano, a importação brasileira de pescado atingiu 209.808,0 toneladas, o que equivalia a US\$ 561,606. O estado do Rio de Janeiro importou 39.164,0 toneladas de pescado, ficando atrás apenas do estado de São Paulo, que foi responsável por mais da metade das compras efetuadas pelo Brasil ao exterior (ibid).

Os principais mercados importadores dos produtos pesqueiros brasileiros são mostrados no quadro abaixo. O Brasil, em 2007, exportou para 83 países, realizando um feito significativo, uma vez que conquistou 15 novos mercados. Os Estados Unidos permaneceram na primeira posição e teve sua participação relativa aumentada em 1,61%.

Quadro: Principais mercados importadores de pescado do Brasil nos anos 2006-2007.

Mercados	Ano 2006 (t)	%	Ano 2007 (t)	%
Estados Unidos	14.998	35,27	10.318	36,88
França	16.607	19,12	12.287	18,93
Espanha	19.057	20,23	9.380	13,16
Argentina	5.858	3,75	6.452	5,78
Portugal	3.432	3,63	2.324	3,25
Japão	1.624	4,28	824	2,87
Outros países	15.562	13,72	16.614	19,12

Fonte: IBAMA, 2007.

A Região Norte apresenta um papel fundamental na atividade pesqueira, pela grande influência do Rio Amazonas que drena toda a região onde há ocorrência de grandes cardumes, quer em quantidade, quer em variedade. Dentre essas variedades está a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) que é um dos alvos preferenciais da pesca em quase toda a área de distribuição e possui grande importância econômica na região (BARTHEM; FABRÉ 2005).

O Pará atualmente lidera a produção de pescado no Brasil. Com produção em torno de 200 mil toneladas em 2009, ocupa o posto antes pertencente à Santa Catarina que se encontra atualmente em segundo lugar, com uma média de produção de 180 mil toneladas, de acordo com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP, 2004). Apesar disso, segundo a SEPAQ, metade da produção do estado do Pará baseia-se em estimativas referentes à pesca de subsistência, o que dificulta a contabilização dos dados. Precisamente o estado produz cerca de 100 mil toneladas resultantes da pesca industrial (INSTITUTO AQUAMAZON, 2010).

No estado do Pará, a produção de pescado é derivada de três segmentos de atividade: a aquicultura, a pesca industrial e a pesca artesanal. A produção da aquicultura ainda é muito reduzida no estado, não chegando a representar 2% do total. Neste segmento são produzidas espécies como tilápia e tambaqui, predominantemente. O segmento de pesca industrial detém 14,5% da produção

estadual e se resume à captura e processamento de uma pauta bem reduzida, concentrando-se fundamentalmente em três espécies: o camarão-rosa, a lagosta e a piramutaba; outras espécies apresentam apenas valores residuais (PETRERE et al., 2007).

Frédou et al. (2009) relataram que entre os anos de 2001 a 2008 haviam no estado do Pará cerca de 20 empresas pesqueiras com o Sistema de Inspeção Fiscal (SIF), habilitadas à exportação internacional. As empresas de pesca no estado do Pará produzem em média 132,19 t por dia de pescado beneficiado. No período de 2001 a 2005, no volume total desembarcado, destacaram-se a piramutaba, mapará, pargo e dourada com aproximadamente 28%, 11%, 9% e 6% respectivamente (Figura 1).

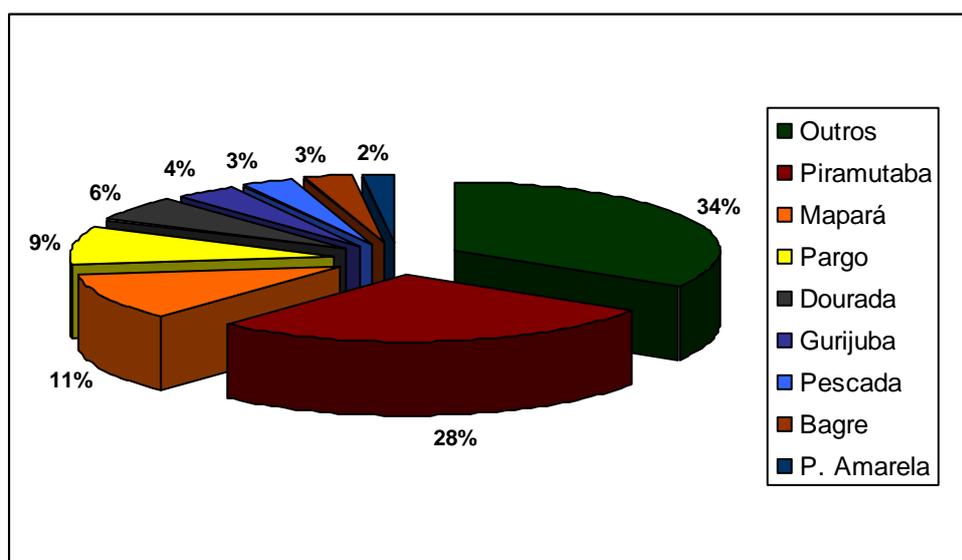


Figura 1: Composição da captura em peso dos principais espécimes desembarcados pelas empresas de pesca.

Fonte: Ministério da Agricultura, adaptado por Frédou et al., 2009.

3.3 O PEIXE COMO ALIMENTO

O pescado apresenta alto valor nutritivo sendo rico em micronutrientes minerais, ácidos graxos essenciais e proteínas de alto valor biológico e representa um valioso complemento nas dietas pobres em vitaminas e minerais essenciais (FAO, 2007).

Ogawa e Maia (1999) descreveram que o peixe constitui a base da dieta de inúmeros grupos populacionais, uma vez que possui uma concentração de proteínas comparável ao ovo, à carne e ao leite. Para Lederle (1991) o peixe é uma fonte de proteínas de elevado valor energético, tão importante quanto a carne bovina na nutrição humana e, comparado às carnes bovina, suína e de aves, apresenta maior digestibilidade e menor teor de ácidos graxos saturados.

A carne do peixe é constituída, principalmente, por água, proteína e lipídios. O teor de umidade da carne do pescado fresco está diretamente relacionado à quantidade de lipídios, uma vez que a concentração de proteínas é praticamente constante. Os peixes magros apresentam um alto teor de umidade, enquanto os gordurosos possuem uma quantidade menor, que pode ser inferior a 58% (FAO,1997). Para Sikorski (1990), tanto o peixe de água salgada quanto o de água doce contêm elevados níveis de proteína e outros constituintes nitrogenados. Entretanto, o autor ressaltou que nem todos os compostos nitrogenados estão em forma de proteína. Entre os compostos não proteicos estão os aminoácidos livres, as bases voláteis nitrogenadas, tais como amônia, trimetilamina, creatina, taurina, ácido úrico, anserina, carnosina e histamina.

Para Ogawa e Maia (1999), o conteúdo de carboidratos no músculo do pescado é muito baixo, geralmente inferior a 0,5%, e o teor proteico das diferentes espécies de peixes varia entre 15% a 24%, em relação à água entre 66% a 84%, lipídios entre 0,1% a 22% e os sais minerais de 0,8% a 2%. Essas oscilações nas taxas proteicas dependem, principalmente, do estado biológico do peixe (FAO, 1997). Com relação ao teor de aminoácidos, há variações relevantes nos teores de arginina, histidina e triptofano entre as espécies (OETTERER, 2006). Meira et al. (1999) confirmaram que as proteínas do pescado são ricas em lisina, um aminoácido limitante em cereais como arroz, milho e farinha de trigo, conferindo um alto valor nutritivo.

A mínima quantidade de tecido conjuntivo presente no peixe resulta na alta digestibilidade, a qual apresenta relação inversa com o teor de gordura, logo, os peixes considerados magros são os que possuem maior digestibilidade (LEDERLE, 1991).

A fração lipídica é o conteúdo que mais apresenta variação entre as espécies de pescado (0,2% - 25%) (HUSS, 1999). Os lipídios de peixes são caracterizados pelo elevado grau de insaturação de seus ácidos graxos, podendo apresentar alterações degradativas como ranço oxidativo/hidrolítico quando a deterioração microbiana tem início. Ariacó, cioba e pargo são peixes considerados gordurosos. Seu teor de gordura varia entre 24,0 e 29,0%, e, conseqüentemente, pode facilmente apresentar ranço oxidativo. Outros exemplos de peixes gordurosos e de fácil oxidação no Brasil são as sardinhas, tainhas e tunídeos (NUNES, 1994).

Os lipídios, além de fonte energética, são ricos em ácidos graxos poli-insaturados da série ω -3, especialmente EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosaexaenóico) que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicerídeos e colesterol sanguíneo, reduzindo conseqüentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares como arteriosclerose, infarto do miocárdio, trombose cerebral e outras (MEIRA et al., 1999; OGAWA; MAIA, 1999).

Quase todos os elementos químicos são encontrados no tecido do pescado, destacando o potássio, cálcio, zinco, sódio, fósforo, magnésio, ferro, cobre, cobalto, enxofre, cloro, flúor e iodo. O pescado também é rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B, porém, destacando-se como majoritárias as vitaminas lipossolúveis A e D (AGNESE et al., 2001; HUSS, 1999; LUDORFF; MEYER, 1978; OGAWA; MAIA, 1999; SANTOS, 2006).

3.4 CARACTERÍSTICAS DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*)

A piramutaba é um peixe de água doce, da ordem dos Siluriformes e família Pimelodidae. É uma espécie demersal (profundidade de 5 a 10 metros) e mais largamente distribuída no período chuvoso (FRANCO, 1999).



Figura 2: Exemplos de Piramutaba sob ação do gelo.

É a única espécie do gênero que forma grandes cardumes, podendo ser capturada em grande quantidade ao longo da calha do rio Solimões/Amazonas e em seus tributários de água branca, tendo como habitat o canal destes rios e a foz Amazônica. Seu tamanho máximo conhecido é de 105 cm e o tamanho médio desembarcado encontra-se entre 40 e 50 cm, podendo atingir 10 Kg de peso. Sua reprodução ocorre no período das enchentes, no alto Solimões, com os alevinos crescendo no estuário nas proximidades da Baía de Marajó (FERREIRA; ZUANON; SANTOS, 1998). Com o objetivo de controlar sua pesca, na Instrução Normativa nº 6 do Ministério do Meio Ambiente de 07 de junho de 2004 constam que o período de defeso para a espécie deve ser de dois meses e meio, de 15 de setembro a 30 de novembro, além de determinar a quantidade de embarcações, tipo de pesca e rede utilizadas (BRASIL, 2004).

Assim como os demais representantes da família Pimelodidae, a piramutaba possui nadadeira adiposa bastante desenvolvida e apresenta três pares de barbilhões longos, sendo um par na maxila superior e dois pares na maxila inferior (BURGESS, 1989; NELSON, 1994). Pode ser distinguida das demais espécies da família pelas seguintes características: cabeça larga, coberta por uma fina camada de pele e focinho fortemente deprimido; olhos pequenos e dorsolaterais; barbilhões bastante longos na maxila superior; base da nadadeira adiposa distintamente mais longa que a base da anal e coloração cinza-escuro na região dorsal e claro na região ventral (BURGESS, 1989; FERREIRA; ZUANON; SANTOS, 1998).

É um peixe bem aceito tanto para o consumo local como para exportação, devido ao sabor agradável e boa qualidade nutricional (BARTHEM; GOULDING,

1997). Em 100g de Piramutaba, têm-se 88 Kcal, 18,8g de proteína, 0,9g de lipídios, 0,45g de cálcio e 0,18g de fósforo (FRANCO, 1999).

3.5 DETERIORAÇÃO DO PESCADO

A deterioração do pescado é influenciada por fatores ligados à espécie, estado nutricional, idade (maturidade sexual), além das ações humanas durante o manejo e captura do pescado, que por sua vez, interferem na velocidade de transformação *post mortem*. A deterioração pode ser indicada pelos seguintes sinais evidentes: detecção de odores e sabores desagradáveis, formação de muco, produção de gás sulfídrico, coloração anormal e alterações na textura. O desenvolvimento destes sinais é devido a um conjunto de fenômenos autolíticos, microbiológicos e químicos (CONNEL, 1988; HUSS, 1997).

O pescado, apesar de seu excelente valor nutritivo, é bastante perecível, necessitando de condições sanitárias adequadas desde sua captura, manipulação e comercialização a fim de que seja oferecido ao consumidor um produto seguro e de boa qualidade microbiológica (ABREU et al., 2008).

Alguns dos motivos pelos quais os peixes são altamente perecíveis são consequência de sua composição química e do pH próximo à neutralidade de sua carne (BRESSAN; PEREZ, 2000; SANCHEZ-CASCADO, 2005). A estrutura coloidal de sua proteína muscular possui grande quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas livres, como aminoácidos e o Óxido de Trimetilamina (OTMA). Ogawa e Maia (1999) acrescentaram ainda, que a decomposição do pescado está associada às características intrínsecas do pescado que contribuem para a rápida decomposição, tais como: o rápido desenvolvimento do *rigor mortis*, a constituição frouxa do tecido conectivo, a insaturação dos lipídios, a umidade acima de 70% e por ser um produto rico em proteínas e fosfolipídios. Desta maneira, os fatores que causam a decomposição rápida do pescado são de origem fisiológica, química e microbiológica.

Embora alguns alimentos sejam naturalmente ricos em aminoácidos livres, o teor aumenta no *post mortem*, devido à elevada quantidade de enzimas proteolíticas

presentes no trato intestinal, combinada com o rápido processo autolítico (FLICK; GRANATA, 2005; SAAID et al., 2009).

As alterações autolíticas são responsáveis pela perda inicial de qualidade. Nesta primeira fase, ocorre acúmulo de intermediários de adenosina trifosfato (ATP), glicogênio e creatina livre. Além disso, em peixes não eviscerados, ocorre o rápido desenvolvimento de odores desagradáveis e o aparecimento de manchas devido à ação de enzimas digestivas. Com o decréscimo de ATP, instala-se o *rigor mortis*, que é caracterizado pela perda de plasticidade e extensibilidade dos músculos (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HUSS, 1997).

Após a captura do peixe, o sistema imunológico colapsa e as bactérias proliferam livremente. Durante o período de armazenamento a uma temperatura em torno de 0 °C, as bactérias invadem o músculo penetrando entre as fibras musculares e inicia-se o desenvolvimento de bactérias psicrófilas aeróbias e anaeróbias facultativas alcançando, após 10-12 dias, níveis acima de 10^7 UFC.cm² de pele, causando a deterioração do pescado (HUSS, 1999; OGAWA; MAIA, 1999).

Imediatamente após a retirada da água, o peixe passa por uma série de fenômenos naturais que levam à sua deterioração. Semelhante a qualquer tipo de carne, o produto alimentício procedente do mar pode alterar-se por autólise, atividade bacteriana e/ou oxidação. A diferença básica consiste no fato de que o músculo do peixe é mais susceptível à deterioração do que a carne dos mamíferos, tendo em vista que o processo autolítico no peixe é mais rápido e sua reação menos ácida, havendo um favorecimento ao ataque bacteriano (VIEIRA et al., 2004).

A deterioração bacteriana do pescado não se inicia até o término da rigidez cadavérica, uma vez que o pH encontra-se baixo devido à produção de ácido láctico, além de haver anaerobiose. Logo, quanto mais prolongada for a rigidez, maior será o tempo de conservação do produto. O *rigor mortis* é abreviado pela exaustão do pescado, falta de oxigênio e temperaturas elevadas, sendo prolongado pela redução do pH e resfriamento adequado (CONNEL, 1988).

Embora não tenha sido ainda descrito a ação de bactérias sobre os minerais presentes na carne do pescado, sabe-se que os microrganismos ao atacarem os compostos mais simples, fazem-no sob ação enzimática, e que a presença de certos

minerais durante essas reações pode apressar ou retardar a formação de produtos de degradação (OGAWA; MAIA, 1999).

A musculatura interna de peixes vivos e saudáveis é considerada bacteriologicamente estéril, porém é possível encontrar uma grande concentração de microrganismos no intestino (10^3 - 10^8 UFC/g), brânquias (10^3 - 10^6 UFC/g), pele e muco superficial (variando de 100 milhões por centímetros quadrados). O número e o tipo de microrganismos encontrados em peixes recém-capturados variam de acordo com o local da pesca (qualidade da água, salinidade, etc.), a temperatura da água, a sazonalidade e o método de captura (ICMSF, 1974; NICKELSON; McCARTHY; FINNE, 2001). O prazo de validade comercial dos peixes é determinado pela quantidade e o tipo de bactérias presentes, bem como pela temperatura empregada no armazenamento dos mesmos (NICKELSON; McCARTHY; FINNE, 2001).

Mundunkun, Antony e Nair (1986) definiram a autólise como a degradação dos constituintes dos músculos e da pele do pescado por enzimas endógenas. A velocidade e a extensão da decomposição autolítica em peixes são consideravelmente menos acentuadas do que as de ordem bacteriana. Entretanto, a autólise tem um papel muito importante, tanto em relação ao desenvolvimento de compostos responsáveis pelo *flavor*, quanto com respeito ao início da deterioração bacteriana. Um peixe vivo e saudável é impermeável às bactérias, devido à integridade de sua superfície corporal. Além disso, a ausência de nutrientes simples e facilmente disponíveis dificulta o crescimento e multiplicação de bactérias. Contudo, após a morte do pescado, a autólise se instala, tornando a superfície do peixe permeável às bactérias e, ao mesmo tempo, ocorre a liberação dos açúcares compostos, constituindo assim um meio adequado para o desenvolvimento bacteriano.

Ruivo (1988) citou que diferentes métodos de captura, diferentes tempos de arraste, áreas de pesca, tempo de exposição no convés, resfriamento inadequado ou insuficiente da matéria-prima, grau de higiene do porão, entre outros fatores, influenciam o grau de conservação e frescor da matéria-prima que será desembarcada nas fábricas e entrepostos de pesca.

Os principais agentes de deterioração do pescado são: *rigor mortis*, microrganismos e autólise. O *rigor mortis*, ou enrijecimento cadavérico, está associado aos estágios iniciais de deterioração do pescado e pode ser considerado como uma contração muscular irreversível devido à grande formação de actomiosina (actina + miosina) e a ausência de energia suficiente (ATP) para quebrar essa ligação (TAVARES et al., 1988).

A rigidez cadavérica é superada devido à influência de enzimas, começando, a seguir, a decomposição das proteínas em compostos de nitrogênio, trimetilamina, sensorialmente associada a alterações de odor, analiticamente quantificada pela análise de bases voláteis totais (GEROMEL; FORSTER, 1982).

A alteração microbiana do pescado tem início após o término do *rigor mortis*, quando as fibras musculares perdem a Capacidade de Retenção de Água (CRA). Quanto mais esse momento se prolonga, maior será o período de conservação do pescado. O pH final da carne do pescado após sua morte, está relacionado com a quantidade de glicogênio disponível nesse momento. A diminuição do pH é consequência da conversão do glicogênio em ácido. Durante a atividade física (como, por exemplo, quando o peixe se debate como oposição a captura), o glicogênio é degradado para liberar a energia necessária para esta atividade. Um dos produtos dessa reação é o ácido láctico. Os peixes afetados apresentam uma carne seca e esbranquiçada e se fragmentam com facilidade, atribuindo à carne o aspecto de cozida (FRAZIER; WESTHOFF, 1993).

A microbiota natural do pescado apresenta características peculiares e é influenciada pela natureza do ambiente aquático, onde a temperatura é um dos fatores seletivos. O muco, que recobre a superfície externa do peixe e brânquias, contém bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia*. Estes e outros microrganismos, como os patogênicos, podem estar presentes no pescado principalmente devido à sua extensa cadeia produtiva – beneficiamento, conservação, distribuição, transporte, armazenamento – até alcançar o consumidor final, comprometendo a qualidade do produto disponível (GERMANO, 2003).

As bactérias existentes na superfície do pescado procedente de águas temperadas são principalmente as psicrófilas, enquanto no pescado procedente de

águas tropicais as bactérias encontradas são, sobretudo, mesófilas. A microbiota do pescado de água doce é composta por espécies dos gêneros *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevibacterium*, *Alcaligenes* e *Streptococcus*, além da maioria dos gêneros encontrados em água salgada. No intestino de pescado de origem marinha ou de água doce, estão presentes os gêneros *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia* (FRAZIER; WESTHOFF, 1993).

O pescado de águas tropicais conserva-se por mais tempo em gelo do que o pescado de águas temperadas, podendo ultrapassar três semanas o período de conservação. Esta diferença estaria relacionada com a microbiota do pescado de água tropical, que diferentemente do pescado de água temperada demora de uma a duas semanas para se desenvolver, isto é, as bactérias potencialmente psicotróficas presentes necessitam de algum tempo para se adaptarem à temperatura de refrigeração (GRAM; OUNDO; BON, 1989; HUSS, 1998).

A autólise é a ação de enzimas nos constituintes do pescado após a sua morte. As enzimas estão presentes tanto nas vísceras como no tecido muscular e sua ação também resulta na produção de substâncias com odor desagradável, bem como produzem outras substâncias que servem de alimento às bactérias (TAVARES et al., 1988).

O artigo 445 da Portaria nº. 185 de 13 de maio de 1997 (BRASIL, 1997) consta que “*se considera impróprio para o consumo, o pescado: de aspecto repugnante, mutilado, traumatizado ou deformado; que apresente coloração, “cheiro” ou sabor anormais; portador de lesões ou doenças microbianas que possam prejudicar a saúde do consumidor; que apresente infestação muscular maciça por parasitas, que possam prejudicar ou não a saúde do consumidor; tratados por anti-sépticos ou conservantes não aprovados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA); provenientes de águas contaminadas ou poluídas; procedente de pesca realizada em desacordo com a legislação em vigor ou recolhido já morto salvo quando capturado em operação de pesca; em mau estado de conservação; quando não se enquadrar nos limites físicos e químicos fixado para o pescado fresco”.*

Para Graham, Johnston e Nicholson (1993) existem três formas importantes para prevenir a decomposição demasiadamente rápida do pescado: cuidado, limpeza e refrigeração. O cuidado durante a manipulação é essencial, visto que os danos podem facilitar, através de cortes e feridas, o acesso de bactérias deteriorantes, acelerando, deste modo, seu efeito sobre a carne. A limpeza é importante sob dois pontos de vista: (1) as fontes naturais de bactérias podem ser eliminadas, em grande parte após a captura do pescado eviscerando-o e lavando-o para retirar a mucosidade da superfície; e (2) a probabilidade de contaminação pode ser reduzida ao mínimo, assegurando que o pescado seja sempre manipulado de forma higiênica. Porém, o mais importante é resfriar o pescado o mais rapidamente possível e mantê-lo assim.

Em pescado armazenado em refrigeração, a proliferação microbiana tem sido apontada como a principal causa de deterioração, uma vez que baixas temperaturas aplicadas impedem que as reações autolíticas provocadas por enzimas naturalmente presentes no organismo após a morte se desencadeiem com rapidez. No entanto, a deterioração microbiana está intimamente relacionada com o grau de higiene do manuseio pelos manipuladores ou instalações frigoríficas. Estas medidas, somadas às baixas temperaturas, se devidamente aplicadas, evitarão ou, pelo menos, retardarão as reações deterioradoras (VIEIRA et al., 2004).

A refrigeração, mesmo sendo um processo ideal de conservação, pode ocasionar problemas tecnológicos associados à atividade de enzimas proteolíticas e lipolíticas de bactérias psicrófilas. Muitas destas enzimas são termo resistentes e estão relacionadas às perdas de qualidade e à redução da validade comercial de alguns alimentos (CHAMPAGNE et al., 1994).

O trinômio tempo x higiene x temperatura torna-se essencial para assegurar a qualidade do pescado. O tempo se refere à rapidez com que se desencadeiam reações autolíticas e/ou bacterianas que, por outro lado, estão relacionadas com o grau de higiene do manuseio ou instalações frigoríficas e dos manipuladores do pescado. Somados às baixas temperaturas, se devidamente aplicadas, evitarão ou, pelo menos, retardarão as reações deterioradoras (VIEIRA et al., 2004).

Hiluy, Fortuna e Araújo Fernandes (2003) avaliaram as condições higiênicas sanitárias da comercialização do pescado fresco em Fortaleza-CE e evidenciaram

que a temperatura na qual os peixes pesquisados foram expostos, nos locais de venda ao consumidor final, encontrava-se bem elevada, variando entre 15,5 a 19 °C, demonstrando a má conservação do pescado.

Além da temperatura de estocagem, são importantes: o nível inicial de contaminação por microrganismos, a umidade relativa da câmara, o pH da carne e o emprego ou não de embalagem sob vácuo. Quanto maior a contaminação, menor o tempo de conservação, a uma dada temperatura (PEIXOTO; TOLEDO, 1998).

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO

O termo qualidade refere-se à aparência e frescor, ou ao grau de deterioração. Também pode estar relacionado a aspectos de segurança, como: ausência de bactérias patogênicas, parasitas ou compostos químicos. A qualidade do pescado fresco pode ser avaliada por análises sensoriais, químicas e microbiológicas (HUSS, 1998). Germano (2003) referiu-se à qualidade como sendo as propriedades de um produto que lhe conferem condições de satisfazer às necessidades do consumidor, sem causar agravos a sua saúde. Contudo a segurança é uma característica da qualidade dos alimentos. A utilização de cuidados rigorosos de higienização, seguindo normas adequadas, favorece o controle de qualidade, viabiliza os custos de produção, satisfaz os consumidores e não oferece riscos à saúde do consumidor, além de respeitar às normas e padrões microbiológicos pela legislação vigente (GERMANO; GERMANO, 2001).

Frescor é o atributo mais importante quando se avalia a qualidade do pescado. As características sensoriais do pescado são claramente visualizadas pelos consumidores e os métodos sensoriais são ainda as ferramentas mais completas na avaliação do frescor do pescado, uma vez que fornecem a melhor ideia da aceitação do consumidor (CONNEL, 1988).

Para que isso seja efetivamente realizado, as atividades iniciam-se na avaliação de fornecedores, concepção do sistema de qualidade, atividades de inspeções, avaliações nas operações de produção ou de prestação de serviços, incluindo atividades de treinamento geral e específico do pessoal (ARRUDA, 2002).

No Brasil, a Resolução RDC nº 012, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, consta a definição dos critérios microbiológicos para alimentos expostos à venda e à exportação. Nos itens 7, 20 e 22 da citada resolução aborda o pescado e os produtos derivados da pesca e os limites microbiológicos para sua comercialização (BRASIL, 2001).

Cada país importador estabelece seus próprios padrões microbiológicos e físico-químicos e cada empresa importadora tem também seus critérios de avaliação, geralmente de caráter sigiloso. No Brasil, o pescado antes de ser comercializado é fiscalizado pelo Ministério da Agricultura. Ao sair da indústria, a responsabilidade de fiscalização passa para o Ministério da Saúde e, nos estados, para as respectivas secretarias. Todo controle e fiscalização de alimentos como o pescado envolve legislação própria (leis, decretos, resoluções, portarias, normas, técnicas), arcabouço legislativo que em nível Federal é regulamentado por dispositivos próprios (ORDÓÑEZ, 2005).

Aliados aos métodos de análise microbiológica devem sempre ser feitos os testes sensoriais e físico-químicos. Pela rapidez os testes sensoriais são mais empregados nas indústrias de pescado do que os microbiológicos e físico-químicos (MEIRA et al., 1999; OGAWA; MAIA, 1999; VIEIRA et al., 2004).

3.6.1 Análise Sensorial

A avaliação sensorial é definida como uma disciplina científica, empregada para evocar, medir, analisar e interpretar reações características do alimento, percebidas através dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (ABNT, 1993).

Na análise sensorial, a aparência, o odor, o sabor e a textura são avaliados empregando os órgãos dos sentidos. Cientificamente, o processo pode ser dividido em três passos: detecção de um estímulo pelo órgão do sentido humano; avaliação e interpretação mediante um processo mental; e, posteriormente, a resposta do assessor ante o estímulo. Diferença entre indivíduos, em resposta ao mesmo nível de estímulo, pode ocasionar variações e contribuir para uma resposta não definitiva da prova (HUSS, 1998).

O peixe fresco próprio para consumo deverá apresentar as seguintes características sensoriais: superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico; olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas; brânquias róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes com odor natural, próprio e suave; ventre roliço, firme, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos; escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados; carne firme, consistência elástica, de cor própria à espécie; vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas; ânus fechado e odor específico, lembrando o das plantas marinhas (BRASIL, 1997).

Com o incremento na exigência do consumidor, o aumento da competição entre indústrias e a intensificação das atividades dos órgãos oficiais de inspeção, a qualidade do produto deve ser plenamente estudada, abrangendo três métodos disponíveis, quais sejam, métodos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais (STONE; SIDEL, 1993).

A evolução da análise sensorial está intimamente ligada ao desenvolvimento do controle de qualidade dos alimentos que, por sua vez, se desenvolve com a evolução tecnológica da indústria de produtos de consumo, pela necessidade de rapidez no julgamento de lotes de matéria-prima, ingredientes e produto acabado, bem como pela facilidade de sua execução e por não necessitar de equipamentos ou materiais sofisticados (ibid).

A análise sensorial tem sido empregada no desenvolvimento de novos produtos, buscando novas fatias do mercado consumidor, no melhoramento ou mudança de produto ou processo, neste caso visando adequação e eficiência; e no estudo da estabilidade durante a estocagem. Neste último caso, refere-se à manutenção das características sensoriais durante o prazo de estocagem previsto para o produto, ou seja, a manutenção não só da qualidade físico-química e microbiológica como também da qualidade sensorial. Nestes estudos são obtidas amostras representativas que são analisadas inicialmente e estocadas sob condições controladas para testes subsequentes. Periodicamente, amostras são retiradas e analisadas, geralmente em comparação com a amostra controle. Tais testes incluem testes de diferença entre amostras controles e armazenadas, testes

de discriminação de características sensoriais do produto e mudanças durante a estocagem além de teste de aceitação dos produtos armazenados (CHAVES, 1993).

Soares, Vale e Junqueira (1998) relataram que a qualidade do pescado fresco é facilmente avaliada pelas características sensoriais. Com o processo de deterioração, o pescado vai perdendo suas propriedades sensoriais características, tornando-se impróprio para o consumo. A avaliação sensorial é considerada satisfatória na avaliação da qualidade de peixes, apresentando vantagens adicionais como rapidez, baixo custo, não ser destrutiva e estar relacionada aos critérios de aceitação adotados pelo consumidor. Em consequência disso, Pedrosa-Menabrito e Regenstein (1990) afirmaram que o frescor não é uma propriedade fácil de ser definida ou medida. A perda de frescor seguida pela deterioração é uma complexa combinação de processos microbiológicos, químicos e físicos. Estas alterações são relativas às características próprias do pescado fresco, principalmente quanto à cor, à consistência, ao odor e ao sabor, podendo resultar não só no aumento das perdas do produto, como também, em risco à saúde dos consumidores.

Os microrganismos são os agentes mais importantes na alteração do pescado fresco, por originarem os sabores indesejáveis. Portanto, o controle das alterações é, em grande parte, o controle dos microrganismos. A ação microbiana no tecido muscular acarreta alterações nas substâncias odoríferas e de sabor. Inicialmente, se formam compostos com odor e com sabor ácido, de erva ou de fruta; mais tarde aparecem substâncias amargas de aspecto gomoso, aroma sulfuroso e, finalmente, no estado pútrido o caráter é amoniacal e fecal (HUSS, 1995).

Durante os últimos 60 anos foram desenvolvidos vários esquemas para análise sensorial do pescado fresco. Dentre os quais, podem-se destacar três: a escala Torry, o Esquema da União Europeia e o Método do Índice de Qualidade (QIM). Desses, os métodos sensoriais mais largamente utilizados atualmente na avaliação de peixe cru são o Esquema da União Europeia e o Método do Índice de Qualidade (LARSEN¹ et al., 1991 apud HUSS; JAKOBSEN; LISTON, 1997; LUTEN²; MARTINSDÓTTIR, 1997 apud OLAFSDÓTTIR et al., 1997).

¹ LARSEN, E. et al. Development of a method for quality assessment of fish for human consumption based on sensory evaluation. 1991.

² LUTEN, J. B.; MARTINSDÓTTIR, E. QIM – a European tool for fish freshness evaluation in the fishery chain. 1997.

O frescor do pescado pode ser analisado sensorialmente pela utilização do Método de Índice de Qualidade (QIM), que é desenvolvido para cada espécie. Após vários estudos, o método foi adaptado para muitas espécies de pescado, como por exemplo: *Salmo salar* (SVEINSDÓTTIR; MARTINSDÓTTIR; HYLDIG, 2002), *Sardina pilchardus* (TRIQUI; BOUHRITI, 2003), *Octopus vulgaris* (BARBOSA; VAZ-PIRES, 2004), *Litopenaeus vannamei* (OLIVEIRA, 2005), *Micropogonias furnieri* (TEIXEIRA et al., 2009), *Sardinella brasiliensis* e *Cetengraulis edentulus* (SILVA, 2010), entre outros estudos.

No QIM é utilizado um sistema prático de qualificação, no qual o pescado é inspecionado e os deméritos correspondentes são registrados. Consiste na avaliação dos diversos atributos de qualidade do pescado cru, como aparência, textura, olhos, brânquias e abdome e na modificação desses atributos de acordo com o tempo de estocagem. A cada atributo é dado um escore, que varia de zero a três ou de zero a dois (de acordo com seu grau de importância), sendo considerado zero como o melhor e três como o pior escore. O peixe, no momento da captura, tem pontuação zero ou próxima de zero. Conforme vai se deteriorando os atributos vão adquirindo pontuações mais elevadas, acumulando pontos de demérito cujo valor máximo varia de acordo com o protocolo desenvolvido para a espécie estudada (HUSS, 1998; SVEINSDÓTTIR; MARTINSDÓTTIR; HYLDIG, 2002). A soma desses escores origina o Índice de Qualidade (IQ), o qual permitirá, além da avaliação da qualidade do pescado em questão, a previsão do prazo comercial da espécie estudada, com a vantagem de ser barato, simples, requerer pouco treinamento em relação aos outros métodos e não destruir a amostra (SVEINSDÓTTIR; HYLDIG; MARTINSDÓTTIR, 2003).

Musgrove et al. (2007) objetivando avaliar a qualidade da sardinha (*Sardinops sagax*) no período pós-captura utilizando o QIM, observaram que os parâmetros com alterações mais significativas foram aparência geral, firmeza da carne, transparência dos olhos e cor das brânquias.

Bonilla, Sveinsdóttir e Martinsdóttir (2007) desenvolveram um protocolo IQ para avaliar a qualidade do bacalhau (*Gadus morhua*) armazenado em gelo (0-1 °C) por um período de 14 dias com oito parâmetros a serem analisados e uma

pontuação máxima de 18 e, estimaram em oito dias o tempo máximo de armazenamento em gelo para esta espécie.

Erkan e Özden (2008) avaliaram sardinhas inteiras e evisceradas estocadas a 4 °C e observaram que no 4º dia o peixe foi classificado como pálido e carne amolecida. Os escores médios obtidos foram 2,36; 5,53; 13,26; 20,10 e 22,53 para os dias 1, 3, 5, 7 e 9 de estocagem. A rejeição ocorreu mais tardiamente, talvez devido a temperatura de estocagem ter sido mais baixa (0 ± 2 °C), mantendo as características de qualidade por mais tempo.

Teixeira et al. (2009) desenvolvendo um protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*) baseado no Método de Índice de Qualidade, pontuou atributos de aspecto geral, olhos e brânquias, além da cor do rim e da musculatura, cujo somatório variou de zero (máximo frescor) a 22 (limite de aceitabilidade). O protocolo IQ pontuou um total de 11 atributos, destacando-se como indicadores de frescor o aspecto superficial, como cor e brilho, e o odor das brânquias e concluiu que a corvina eviscerada e estocada à temperatura de 0 °C pode ser consumida com pouco risco para a saúde do consumidor até o 14º dia, uma vez que o número de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas na musculatura se mantiveram dentro do limite aceitável para o consumo humano.

Silva (2010) trabalhando com amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e sardinha boca-torta (*Centengraulis edentulus*) mantidas sob refrigeração (0 ± 2 °C), observou que as amostras de sardinha verdadeira apresentaram perda do brilho e coloração de brânquia (vermelho claro) no 9º dia de estocagem; no 14º dia carne amolecida, ventre rompido, brânquia pálida com odor de maresia, já com sinais de rejeição pelos julgadores; e, no último dia de estocagem (15º dia), carne amolecida, opacidade de córnea, brânquias com odor pútrido e ventre rompido. As amostras de sardinha boca-torta, no 10º dia de estocagem foram rejeitadas pelos julgadores por apresentar perda de brilho metálico, escamas soltas, carne amolecida, pupila enevoada, brânquia pálida com odor ferroso intenso e ventre rompido; com essas alterações, o IQ proposto como limite de aceitabilidade foi menor que 14.

3.6.2 Análises Bacteriológicas

Uma das provas microbiológicas mais utilizadas em alimentos é a Contagem Total de Bactérias, também conhecida como Contagem de Aeróbios Totais ou Contagem Total de Bactérias Viáveis ou Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas. O teste representa o número total de bactérias capazes de formar Unidade Formadora de Colônia (UFC) visível quando semeada em condições de cultura apropriadas. Portanto, as contagens bacterianas, não são de modo algum uma medida da população total, mas apenas uma medida da fração da microbiota capaz de produzir UFC no meio de cultura usado, nas condições de incubação. Assim, é bem conhecido que a temperatura durante a incubação das placas influencia o número de colônias que se desenvolvem a partir da mesma amostra (HUSS, 1997; MORTON, 2001).

As temperaturas rotineiramente utilizadas são 55 °C para os microrganismos termófilos, 35 °C a 37 °C para os mesófilos e 20 °C para muitas bactérias deteriorantes. Embora a última temperatura seja conveniente para as bactérias psicotróficas e também para muitas mesófilas, para uma estimativa mais exata das psicotróficas são utilizadas, às vezes temperaturas menores (1 °C a 7 °C). Deve-se observar sempre que nenhuma temperatura de incubação exclui por completo os microrganismos de outro grupo (HAYES, 1993).

Os testes com base na Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM) e Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas (CBHAP) podem ser úteis para medir as condições da matéria-prima, a eficiência de procedimentos como o tratamento térmico, as condições higiênicas durante o processamento, as condições sanitárias de equipamentos e utensílios e, ainda, o perfil tempo x temperatura durante a armazenagem e distribuição. No entanto, para correta interpretação dos resultados, é essencial um conhecimento das condições de manipulação e processamento antes da amostragem (HUSS, 1997).

Pelos padrões estabelecidos pela *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* – ICMSF (1986) na enumeração de aeróbios totais, cujos métodos mais comuns são o “Standard Plate Count”, o “Suferce Plate” e o “Drop

Plate”, permite-se uma contagem máxima de 10^7 UFC/g ou cm^2 para pescado refrigerado.

As contagens de aeróbios não são bons indicadores da segurança em muitos exemplos, pois não necessariamente estão relacionadas com a presença de patógenos e/ou toxinas. Apesar disso, os produtos ou ingredientes com altas contagens podem ser potencialmente perigosos à saúde (MORTON, 2001).

Segundo Jay (2005) tal como ocorre nas carnes, os tecidos internos de um peixe sadio são estéreis. A biota do peixe é normalmente encontrada em três lugares: na superfície externa, nas brânquias e no intestino. Os peixes de água morna tendem a ter uma biota mais rica em bactérias mesófilas Gram-positivas do que os peixes de água fria, os quais têm mais bactérias Gram-negativas.

Kaba (2006) trabalhando com peixe marinho da espécie *Engraulis encrasicolus* encontrou resultados de contagens de bactérias heterotróficas aeróbias de $4,99 \log\text{UFC. g}^{-1}$ para o peixe fresco e de $5,13 \log\text{UFC. g}^{-1}$ para o surimi elaborado com o peixe sem cabeça e eviscerado, concluindo que a contaminação ocorreu durante o processamento.

3.6.2.1 Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas é comumente empregada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. Mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nas condições sensoriais do alimento, um número elevado de microrganismos indica que o alimento é insalubre. Pode indicar em alimentos não perecíveis, o uso de matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório, sob o ponto de vista sanitário (RODRIGUES et al., 2003). Em alimentos perecíveis pode indicar abuso de temperatura durante o armazenamento em relação ao binômio tempo/temperatura. Além disso, muitas bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas (FRANCO; LANDGRAF, 1999).

Veciana-Nóguas, Mariné-Font e Vidal-Carou (1997); Silva, Ponte e Dapkevicius (1998); Andrade (2006) observaram em atuns, uma variação na CBHAM de $5,6 \log\text{UFC. g}^{-1}$ aos 21 dias a 0°C , $7 \log\text{UFC. g}^{-1}$ aos 12 dias a 4°C e 11

logUFC. g⁻¹ aos 3 dias a 4 °C, respectivamente. Entretanto, apesar da contagem alta no último estudo, o autor destaca que as amostras apresentavam ótimas características sensoriais, atribuindo à elevada contagem a contaminação da pele deste peixe em função do ambiente em que vive.

Zúniga et al. (2005) estudando tilápias armazenadas à temperatura de 0 °C observaram no 1º dia de estocagem níveis de 2,845 logUFC.g⁻¹ para CBHAM e no 20º dia 7,114 logUFC. g⁻¹. Os autores consideram que a tilápia (*Oreochromis niloticus*) eviscerada e estocada à temperatura de 0°C pode ser consumida sem risco para a saúde do consumidor até o 17º dia de estocagem.

3.6.2.2 Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas

As bactérias que crescem em alimentos refrigerados entre 0 °C e 7 °C, mas têm uma temperatura de crescimento ótima de 20 °C, são conhecidas como psicotróficas, definidos como microrganismos que produzem crescimento visível a 7 °C ± 1 °C em 07 a 10 dias, apesar desta não ser sua temperatura ótima de crescimento. Devido a estas características os psicotróficos são considerados um subgrupo dos mesófilos. Estes microrganismos são os mais comuns em alimentos refrigerados, além de serem responsáveis pela deterioração da matriz alimentícia sob refrigeração. Alguns psicotróficos podem ser patogênicos, como a *Aeromonas hydrophila*, algumas estirpes de *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* tipo E, B e F, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholera*, *Yersinia enterocolitica* e algumas estirpes enteropatogênicas de *E. coli* e outros microrganismos como *Salmonella* spp, *C. perfringens* tipo C. Algumas estirpes de *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus*, que tem um desenvolvimento menor em temperaturas entre 7° e 15 °C podem crescer, se abusos de temperatura ocorrerem durante a estocagem (COUSIN; JAY; VASAVADA, 2001).

Marrakchi et al. (1990) observaram após as primeiras horas de captura da *S. pilchardus* uma contagem inicial de bactérias psicotróficas igual a 3,27 log UFC.g⁻¹ e que o limite de 10⁶ – 10⁷ foi alcançado aos nove dias de estocagem sob refrigeração (2 a 4 °C).

Pullela et al. (1998) e Martins, Vaz e Minozzo (2002) encontraram resultados de CBHAP acima de 3 logUFC. g⁻¹ em tilápias recém-capturadas.

Jesus et al. (2001) trabalhando com diversas espécies de peixes da região amazônica elaboraram o “surimi” a partir de peixes sem cabeça e eviscerado, encontraram valores para CBHAM de 6,76 a 6,81 logUFC. g⁻¹ e para CBHAP de 5,89 a 6,81 logUFC. g⁻¹ e consideraram que este fato estava relacionado a deficiências no processamento, no entanto não foi verificado crescimento de coliformes totais e fecais.

Erkan e Özden (2008) ao avaliarem sardinhas inteiras e evisceradas estocadas a 4°C, observaram uma CBHAM de 4 logUFC. g⁻¹ e 3,8 logUFC. g⁻¹ com crescimento até 6 logUFC. g⁻¹ e 5,25 logUFC. g⁻¹ no dia 9 de estocagem, respectivamente, e, uma CBHAP inicial de 3,8 logUFC. g⁻¹ e 3,5 logUFC. g⁻¹ atingindo no nono dia 5,37 logUFC. g⁻¹ e 5,32 logUFC. g⁻¹.

Silva (2010) trabalhando com amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e sardinha boca torta (*Centengraulis edentulus*) mantidas sob refrigeração (0±2 °C) encontrou crescimento inicial no CBHAM de 4,61 logUFC. g⁻¹ e 4,09 logUFC. g⁻¹, respectivamente que atingiu o limite de 7,03 logUFC. g⁻¹ e 7,10 logUFC. g⁻¹ no 14º dia de estocagem e na CBHAP iniciou com 4,25 logUFC. g⁻¹ e 4,26 logUFC. g⁻¹, respectivamente, alcançando 7,66 logUFC. g⁻¹ no 8º dia e 7,16 no 6º dia. Entretanto com os resultados das análises físico-químicas e sensorial, essas amostras foram classificadas como de boa qualidade para estas espécies de pescado.

3.6.3 Análises Físico-químicas

As alterações que ocorrem no pescado após sua morte, são difíceis de serem distinguidas quanto à procedência, que podem advir de atividades microbianas ou enzimáticas. A espécie do pescado e o manuseio recebido antes da morte influem bastante nos processos deteriorativos. Salienta-se que a classe e quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas disponíveis nos músculos na forma de aminoácidos livres, peptídeos simples como anserina e glutatona, óxido de trimetilamina, creatina e taurina exercem importante papel no aparecimento de

outros produtos de degradação, uma vez que a presença destas substâncias extrativas constitui o ponto fundamental de partida para a atividade dos microrganismos. Portanto, os métodos químicos mais utilizados para avaliação da qualidade do pescado são: nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT), nitrogênio da trimetilamina (N-TMA), hipoxantina (Hx) e valor de K (OGAWA; MAIA, 1999).

3.6.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

No momento da morte, o suprimento de oxigênio para o tecido muscular é interrompido, pois o sangue deixa de ser bombeado pelo coração e não circula mais pelas brânquias, onde, nos peixes vivos se enriquecia de oxigênio. Desta forma a produção de energia se restringe a glicólise. O pH muscular nos peixes vivos está próximo da neutralidade. A glicólise *post mortem* resulta no acúmulo de ácido láctico com a concomitante diminuição de pH do músculo. A quantidade de ácido láctico produzida está relacionada com a quantidade de carboidrato (glicogênio) armazenado no tecido vivo. Em geral, o músculo do pescado contém um nível relativamente baixo de glicogênio, comparado aos mamíferos e, por esta razão, é gerada menor quantidade de ácido láctico após a morte. Entretanto, a espécie de pescado, o estado nutricional, a quantidade e grau de esgotamento no momento da morte, têm um grande efeito nos níveis de glicogênio armazenado e, conseqüentemente, no pH *post mortem* final. Logo após a glicólise, certas transformações autolíticas, tais como o rompimento de proteínas, proporciona condições ótimas para o crescimento e reprodução da microbiota contaminante, a qual pode produzir aminas que elevam o pH do pescado (HUSS, 1998).

O pH influencia a produção de enzimas pelos microrganismos. Em meio ácido, as bactérias estimulam a produção de aminas como mecanismo de proteção, devido ao fato de que altas concentrações do íon H^+ tornam-se prejudiciais ao micro-organismo, fazendo com que este sintetize as enzimas descarboxilases (SILLA-SANTOS, 1996).

Segundo Ascar (1985) o pH é tido como um fator importante para a conservação do alimento, por limitar o crescimento dos microrganismos capazes de se multiplicar no mesmo. A análise de pH é realizada para determinar a quantidade

de ácidos que se encontra em um determinado alimento, uma vez que o desenvolvimento bacteriano encontra-se muito influenciado pelo pH. É um procedimento de relevância para avaliar desaminação e descarboxilação de aminoácidos, com respectiva produção de amônia e aminas, o que acarretará aumento do valor pelo caráter básico dessas moléculas.

A mensuração do pH é feita em peagômetro ou potenciômetro, através da introdução de eletrodo de vidro diretamente na carne do pescado ou em suspensão da musculatura em água destilada (HUSS, 1997). Em conformidade com o RIISPOA (BRASIL, 2007), o pescado é considerado fresco quando o pH da carne externa é inferior a 6,8 e o da carne interna é inferior a 6,5. Com o acúmulo de compostos alcalinos, como amônia e TMA, há um aumento no valor do pH indicando que está havendo um processo de deterioração (RODRÍGUEZ et al., 2004).

Estes mesmos autores analisaram *Merluccius merllucius* nos dias 0, 2, 5, 8, 12, 15 e 19, armazenados em gelo sob temperatura de 2 °C. Encontram os seguintes valores para pH: valor inicial de 6,67 (dia zero), subindo para 6,98 no 5º dia e alcançando 7,71 no 19º dia de estocagem. O maior aumento foi observado a partir do 12º dia, coincidindo com uma grande elevação na contagem bacteriana.

Guimarães; Sales; Monteiro (1988) verificaram que o pH em tilápias evisceradas no dia zero de estocagem foi de 6,9, caiu para 6,0 no primeiro dia e subiu gradativamente, até alcançar 7,9 no 21º dia de estocagem.

Sales (1988) e Siqueira (2001) também realizaram estudos utilizando a tilápia e observaram que desde o primeiro dia de estocagem os valores de pH encontravam-se fora dos limites, respectivamente 6,7 e 6,6.

3.6.3.2 Bases Voláteis Totais (BVT)

Constituem-se no conjunto das bases nitrogenadas trimetilamina (TMA), dimetilamina (DMA), monometilamina (MMA) e Amônia e traços de propalamina, presentes no músculo do pescado em proporções variáveis segundo a espécie e o estado de deterioração da amostra (GIANNINI, 2003).

Estes compostos, por suas características químicas, podem ser quantificados pela análise das BVT, utilizada oficialmente para determinar o frescor do pescado. A

amônia e a trimetilamina são utilizadas para avaliar o estado de conservação de peixes de água salgada armazenados em refrigeração (MÁRSICO et al., 2009). Em congelamento, os principais metabolitos avaliados por este procedimento analítico são a amônia e dimetilamina (DMA). A presença de amônia em uma matriz alimentar está relacionada a degradação de aminoácidos e é oficialmente utilizada para pescado (com exceção dos elasmobrânquios), apresentando resultados confiáveis, simples e de fácil execução analítica (ibid). A determinação de bases voláteis totais (BVT) é um dos métodos mais amplamente utilizados na avaliação da qualidade dos produtos pesqueiros. Inclui a trimetilamina (TMA) - produzida por deterioração bacteriana -, dimetilamina (DMA) - produzida por enzimas autolíticas durante o armazenamento em congelação -, amoníaco que é produzido por desaminação de aminoácidos e catabolismo de nucleotídeos e outros compostos nitrogenados básicos voláteis, associados com a deterioração de pescado. Apesar da análise de BVT ser relativamente simples de realizar, tem sido objetado que o teste só apresenta aumentos consistentes quando o pescado está próximo da rejeição, de modo que não prestaria para prognosticar a validade comercial a partir de dados intermediários; porém, teria utilidade como indicador do período máximo de comercialização (CONTRERAS - GUZMÁN, 1994; HUSS, 1998). Para Pereira e Tenuta-Filho (2005) é a técnica não sensorial mais usada na garantia de qualidade industrial.

A presença da TMA em peixes é utilizada, universalmente, como indicador de deterioração microbiana (FRASER; SUMAR, 1998). Alguns autores consideram que, no caso da TMA, os limites máximos de aceitabilidade são de 10-15 mg N/100g de pescado e que um peixe com boas qualidades físico-químicas deve conter níveis de TMA menores que 1,5 mg N/100g de amostra (ABABOUCHE et al., 1996; FRASER; SUMAR, 1998).

O uso das bases voláteis totais como indicativo das alterações do pescado e seus produtos, implica em considerar que ocorre um desdobramento das proteínas do pescado, resultando na formação de produtos de degradação nitrogenados com peso molecular menor, tais como: amônia, aminas ou indol (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Segundo Amanajás (1985), a análise de Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (N-BVT) é um método relativamente simples e comumente usado para avaliar o frescor do pescado, pois permite quantificar uma ampla gama de metabólitos da atividade endógena e exógena.

Botta (1994) conduziu um estudo detalhado da metodologia de N-BVT e concluiu que a metodologia analítica somente deve ser usada na rotina para determinar se o pescado está apropriado ou inapropriado para o consumo humano e que a identificação dos primeiros estágios de frescor não é possível com esta análise.

Para Morga (1975), as bases voláteis nitrogenadas ocorrem no músculo dos peixes devido ao desdobramento das proteínas por ação enzimática e bacteriana dando como produtos finais aminas, situando-se entre estas, substâncias voláteis simples. Estas aminas aumentam progressivamente com a deterioração, sendo determinadas no tecido muscular sob a forma de Base Nitrogenada Volátil Total.

Entretanto, existem controvérsias sobre a efetividade destes parâmetros, uma vez que em algumas espécies de pescado, alterações significativas nos teores destes compostos somente ocorrem quando os sinais de deterioração já são perceptíveis sensorialmente (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

Pela legislação brasileira (BRASIL, 1997; BRASIL, 2007), o limite preconizado para o pescado ser considerado aceitável é de 30mg de N/100g de carne, assim como em outros países como Japão, Austrália, Argentina e Alemanha, pois este valor parece ser compatível com os limites de aceitação sensorial e contagem de microrganismos de muitas espécies. Para Beraquet; Lindo (1985) e Contreras-Guzmán (1994) há consenso que nos elasmobrânquios, este valor de BVT é irreal, pois a matéria-prima chega à indústria com valores acima de 30mg. Valores em torno de 60mg de BVT são comuns em cações com qualidade sensorial e microbiológica aceitável. Estes valores são justificados pelo alto teor de uréia desta espécie (MÁRSICO et al., 2009). Já em peixes de água doce a utilização desses parâmetros é questionada, pois estes possuem quantidades mínimas de óxido de trimetilamina que por ação microbiana origina trimetilamina. Assim, diferente dos peixes de água salgada, os peixes de água doce geralmente apresentam baixos valores de BVT (MONTEIRO et al., 2010).

Os critérios estabelecidos pela legislação brasileira parecem não ser adequados para todos os tipos de peixes, pois algumas espécies apresentam níveis de BVT acima do padrão permitido, mas demonstram estar em condições microbiológicas e sensoriais favoráveis ao consumo. Da mesma forma, outros tipos de peixes mesmo contendo níveis de BVT compatíveis com a legislação, oferecem condições desfavoráveis ao consumo (TAHA, 1988).

No início do processo degradativo, a base volátil mais representativa é a amônia, originária dos produtos da desaminação dos derivados do ATP. A desaminação é levada a cabo principalmente pela glutamato desidrogenase, uma enzima mitocondrial. Posteriormente, a amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplo de aminoácidos, juntamente com a trimetilamina, formada a partir do óxido de trimetilamina, passa a se fazer presente (OGAWA; MAIA, 1999). De acordo com este autor, para peixes em excelente estado de frescor, o teor de N-BVT atinge 5 a 10 mg N.100 g⁻¹ de carne; peixes com frescor razoável podem atingir de 15 a 25 mg N.100 g⁻¹. No início da putrefação, este teor pode ir de 30 a 40 mg N.100 g⁻¹ e, quando bastante deteriorado, tal conteúdo deve encontrar-se acima de 50 mg N.100 g⁻¹.

O OTMA é um composto de natureza não proteica, solúvel em água, de baixo peso molecular e que contém nitrogênio. É uma substância típica de peixes marinhos e invertebrados, e é originado a partir de duas fontes principais: acúmulo pela ingestão de fitoplâncton ou bio-sintetizado pelos próprios animais (HUSS, 1995). Pode ser reduzido a trimetilamina (TMA) através da degradação não enzimática, por ação de enzimas bacterianas (desaminases) ou pode sofrer decomposição enzimática, gerando uma quantidade equimolar de DMA e formaldeído (FA) (TIMM; JORGENSEN, 2002).

O músculo branco do pescado magro, por exemplo, apresenta teor de BVT ao redor de 20 mg N. 100 g⁻¹. À medida que o pescado se degrada, há um aumento exponencial no valor de BVT e da contagem bacteriana (PEREIRA; TENUTA-FILHO, 2005).

Tradicionalmente a avaliação da qualidade do peixe vem se baseando em testes sensoriais. A avaliação química da deterioração de pescado foi iniciada a aproximadamente há um século quando foi comprovado através de pesquisas que a

determinação dos níveis de BVT era um método padrão para a realização da inspeção de peixes e este método começou a ser muito utilizado na Alemanha (KÖNIG³, 1910 apud TIMM; JORGENSEN, 2002). Desde então, o método de determinação de BVT tem sido amplamente empregado na avaliação da qualidade dos peixes, sendo o método não sensorial mais usado na avaliação da qualidade do pescado fresco e congelado (HUSS, 1995; PEREIRA; TENUTA-FILHO, 2005).

A amônia também está incluída no conjunto de bases voláteis totais. Como esta substância se origina da degradação de nucleotídeos no pescado assim que este é capturado, é possível compreender que os valores iniciais das análises de BVT sejam bem acima de zero. Como exemplo pode-se citar a musculatura branca do pescado magro que apresenta níveis iniciais de BVT em cerca de 20 mg N/100g, mas, à medida que o pescado se degrada ocorre um aumento exponencial no valor desta substância (PEREIRA; TENUTA-FILHO, 2005).

A determinação de amônia é considerada um índice satisfatório da degradação de proteínas (GOULD⁴, 1965 apud SANCHEZ; GOMES; SASE, 1990) e seu uso é recomendado para peixes de água doce, tendo em vista que as bases voláteis totais nessas espécies são constituídas principalmente por amônia (ZAITSEV⁵, 1969 apud SANCHEZ; GOMES; SASE, 1990).

Para Liston⁶ (1968) e Marques Mendes⁷ (1974) apud Sanchez, Gomes e Sase (1990), outro teste recomendado é o das bases voláteis totais. Os limites de teores de Nitrogênio nas bases aminas voláteis, incluindo a amônia, dimetilamina e trimetilamina, para considerar os peixes saudáveis, são de 18 a 20 mg N/100g para peixes de água doce e de 30 a 35 mg N/100g para peixes marinhos (ZAITSEV⁵, 1969 apud SANCHEZ; GOMES; SASE, 1990).

Estudos realizados por Maia⁸ (1980) apud Sanchez, Gomes e Sase (1990) sobre a conservação em gelo do Curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachener 1881,

³KÖNIG, J. Untersuchung von Nahrungs-Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, Springer, Berlin. 1910.

⁴ GOULD, E. Testing the freshness of frozen fish. London, Fishing News, s. d. 1965. 51 p.

⁵ ZAITSEV, V. et al. Characteristics of fish as a raw material for industry. In: _____. *Fish curing and processing*. Moscou, MIR, 1969. p. 170-188.

⁶ LISTON, J. *Bases químicas y bacteriológicas de las alteraciones del pescado*. In: STANSBY, M. E. Tecnología de la industria pesquera. Zaragoza, Acribia, 1968. p. 403-16.

⁷ MARQUES MENDES, M. H. *Evolução das bases voláteis totais e da trimetilamina em pescado e o seu uso como indicador de qualidade*. São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. 1974. 63p. (Tese-Mestrado)

⁸ MAIA E. L. *Composição, conservação e utilização do curimatá Prochilus scrofa, Steindachener, 1881*. Campinas, 1980, 131p. (Tese-Mestrado-Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Federal de Campinas.

eviscerados no barco a temperatura de 1,2 °C por 28 dias demonstraram que a evolução química das bases voláteis não se constitui em um índice de frescor confiável nessa espécie.

Vários índices químicos de qualidade foram propostos para a avaliação da qualidade de pescado. A legislação brasileira considera deteriorado e, portanto, impróprio para o consumo, o pescado com teor de bases voláteis superior ou igual a 30 mg N/100 g, pH da carne externa superior ou igual a 6,8, e da carne interna superior ou igual a 6,5 e reação positiva de gás sulfídrico (BRASIL 1952). Estudos, entretanto, têm indicado que, apesar de rápidos, simples e de baixo custo, estes parâmetros não são bons índices de qualidade de peixes, pois não são capazes de identificar estágios iniciais de deterioração, indicando apenas se o produto encontra-se em estágios avançados de deterioração (NORT, 1988; YAMANAKA, 1990; BOTTA, 1995).

Britto et al. (2007) analisaram a evolução da deterioração em espécimes de jaraqui *Semaprochilodus* spp. no mercado central de abastecimento – CEASA/AM de Manaus, conservados entre camadas de gelo em caixas de poliestireno expandido, através de avaliação sensorial; determinação de pH e BVT; contagem total de bactérias aeróbias; isolamento e identificação das bactérias *Aeromonas* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. e *Pleisiomonas* sp. Observaram que o jaraqui se manteve em condições para o consumo, pela avaliação sensorial, por 18 e 21 dias; o pH e as BVT não foram bons indicadores de qualidade; as contagens totais de bactérias aeróbias não apresentaram diferença significativa e as bactérias não apresentaram comportamento deteriorador para o aminoácido sulfurado cisteína pela ausência da produção de H₂S.

Com relação à qualidade de produtos pesqueiros, Hiluy, Fortuna e Araújo Fernandes (2003) evidenciaram um percentual de 20% de peixes considerados impróprios para consumo, colhidos pelo Departamento de Vigilância Sanitária da Secretaria de Saúde do Ceará, nas empresas pesqueiras de beneficiamento de pescado e no comércio varejista de Fortaleza e, estes autores utilizaram como prova condenatória, a positividade na reação de H₂S e provas bacteriológicas.

Segundo Tavares et al., (1988) a presença significativa de gás sulfídrico nas amostras de pescado indica estágio avançado de deterioração. Percentual mais

elevado de amostras positivas para o gás sulfídrico foi detectado em pescadinha (100%), seguido de congro e merluza (88%), namorado e pescada (75%), castanha, corvina e linguado (50%). Assim, confirmam em seus estudos que 62% das amostras estavam em estágio avançado de deterioração e positiva para o gás sulfídrico, ressaltando, como outros autores, a avaliação de teores de gás sulfídrico para qualidade do produto.

Por ser difícil identificar a origem dos odores e sabores desagradáveis, devem-se realizar estudos comparando análise sensorial, análises físico-químicas e microbiológicas, além de conhecer o ponto de rejeição do alimento. Conhecendo estes aspectos deve-se identificar a bactéria deterioradora (GRAM; HUSS, 1996).

Para Gram e Dalgaard (2002), a bactéria é o organismo específico deteriorador e tem a habilidade qualitativa de produzir odores e a atividade deterioradora que é a habilidade quantitativa de produzir metabólitos. Os organismos específicos deterioradores têm sido utilizados para se prever o tempo de vida útil do alimento havendo interesse em desenvolver estudos para determinar métodos para identificá-los. Dentre esses métodos se utiliza a detecção de H₂S.

Sumner et al. (1984) realizou estudos sensoriais, químicos e microbiológicos incluindo a contagem total das bactérias e da *Alteromonas putrefaciens* produtoras de H₂S, em tainha (*Mugil cephalus* - Linnaeus, 1758) e a truta (*Salmo gairdnerii* - Richardson, 1836) provenientes de águas com temperaturas diferentes, coletados em anos diferentes e, posteriormente, estocados em gelo.

Estudos com a carpa *Ciprinus carpio carpio* (Linnaeus, 1758), na Índia, indicaram que houve produção de H₂S desde o tempo zero até os 14 dias de estocagem entre camadas de gelo sendo verificado que *Aeromonas* sp. foi um dos maiores deterioradores (ALI; KARUNASAGAR, 1992). Nesse estudo, para as bactérias *Aeromonas* sp. e *Pseudomonas* sp., o percentual foi de 48% e 34%, respectivamente e, a *Aeromonas* sp. apresentou comportamento deteriorador no tempo zero.

A decomposição bacteriana dos aminoácidos sulfurados da carne de pescado libera enxofre, o qual em meio ácido transforma-se em gás sulfídrico (H₂S). A reação de Éber é indicada para avaliar o estado de conservação do pescado fresco e de produtos relacionados em geral, como o pescado curado. Fundamenta-se na

combinação do gás sulfídrico com solução de acetato de chumbo, produzindo enegrecimento do papel de filtro previamente tratado com a referida solução-reagente. Esta prova não se aplica no caso de produtos condimentados e em conservas de pescado que foram processadas em alta temperatura e baixa pressão (ZENEBO; PASCUCT; TIGLEA, 2008).

3.6.3.3 Aminas Biogênicas

Bardócz (1995) informou que as aminas se classificam em biogênicas e naturais, quanto à via biosintética. As aminas biogênicas são formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas. Fazem parte deste grupo histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina. As aminas naturais putrescina, agmatina, espermina, espermidina são formadas *in situ* nas células à medida que são requeridas e a histamina está armazenada nos mastócitos e basófilos.

Com relação à estrutura química, as aminas podem ser classificadas em alifáticas (putrescina, cadaverina, espermidina, espermina e agmatina), aromáticas (tiramina e feniletilamina) e heterocíclicas (histamina e triptamina). Ainda, em relação à estrutura química, podem ser classificadas como imidazolaminas (histamina) (SILLA-SANTOS, 1996; SMITH, 1980; 1981). Quimicamente a histamina é uma molécula hidrofílica envolvendo um anel imidazólico e um grupamento amino conectado por dois grupamentos metileno (figura 3); a putrescina é uma molécula orgânica com a fórmula $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ (1,4-diaminobutano ou butanodiamina) e a cadaverina (1,5-diaminopentano, ou pentametilenediamina ou pentano-1,5-diamina) apresenta fórmula química $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$ (GOODMAN; GILMAN, 2003).

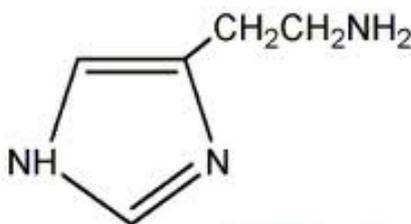


Figura 3 - Molécula de histamina.

Fonte: Lehninger, 2002.

A análise de aminas biogênicas nos possibilita avaliar o frescor da amostra, em função do processo de degradação enzimática do aminoácido histidina. As bactérias deterioradoras responsáveis pela formação das aminas biogênicas somente estão presentes em número elevado no músculo quando já podem ser detectados sinais de deterioração (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

As aminas biogênicas são produzidas quando há disponibilidade de aminoácidos livres, bem como a presença de determinadas bactérias para descarboxilar estes aminoácidos (HALÁSZ et al., 1994).

As reações de descarboxilação conduzidas por descarboxilases bacterianas são a principal via de formação de aminas nos alimentos (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005), como observado na figura 4.



Figura 4 - Formação de aminas por descarboxilação de aminoácido.

Fonte: Glória, 2005.

A denominação das aminas bioativas, em sua maioria, é em função dos aminoácidos precursores, como por exemplo, a histamina, tiramina e triptamina que se originam da histidina, tirosina e triptofano, respectivamente. Os nomes cadaverina e putrescina originam-se do fato destas aminas terem sido encontradas em produtos em decomposição ou putrefação (GLÓRIA, 2005).

As aminas bioativas são compostos não voláteis, normalmente presentes em baixas concentrações nos alimentos proteicos, mas que podem ser progressivamente produzidas e acumuladas durante o armazenamento. No entanto, existem aminas biogênicas que podem ser detectadas antes do processo de deterioração. Estas aminas são a putrescina (BAIXAS-NOGUERAS et al., 2002) e cadaverina (RUIZ-CAPILLAS; MORAL, 2001).

Das aminas biogênicas que ocorrem em carne e produtos cárneos, as mais importantes são cadaverina, putrescina, tiramina, histamina, espermidina, espermina, triptamina e beta- feniletilamina (ZEE; SIMARD; L'HEUREUX, 1983).

Uma vez que as aminas bioativas são formadas inicialmente como processo metabólico normal, por meio de enzimas autolíticas, poderão estar presentes no organismo *post mortem*. No entanto, a aplicação de métodos de conservação, como o congelamento a -15 °C (FDA, 2001), bem como a adoção de boas práticas de fabricação, desde a captura até o armazenamento, poderão retardar o aparecimento destas aminas, favorecendo deste modo um maior prazo comercial ao produto. No entanto, o que vai determinar a presença destas aminas em maior ou menor quantidade, bem como o tipo de amina formada, será a composição do alimento, o que, segundo alguns autores, se reflete na existência ou não de aminoácidos livres em concentrações elevadas e, a microbiota nele presente (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HALÁSZ et al., 1994).

A atividade bacteriana também é de fundamental importância para o processo de formação das aminas biogênicas. FDA (2001) e Shin-Hee et al. (2000) concordaram que as linhagens bacterianas que geralmente são associadas com o desenvolvimento da histamina estão comumente presentes no ambiente marítimo. Estas bactérias existem naturalmente nas brânquias, pele, intestino e na cavidade abdominal do peixe vivo de água salgada, sem causar dano aos mesmos. A *Morganella morganii* integra 0,1 a 1% de toda microbiota superficial do pescado.

Para Leitão (1980) um dos maiores riscos no que diz respeito ao consumo de pescado é a produção de aminas, que ocorre devido à ação de enzimas de origem bacteriana as quais têm a capacidade de descarboxilar certos aminoácidos, pela microbiota natural e contaminante do peixe e pelas condições de captura, manuseio e armazenamento.

Os microrganismos com atividade descarboxilante sobre os aminoácidos podem fazer parte da microbiota associada ao alimento, serem introduzidos para obtenção de produtos fermentados, ou ainda por contaminação antes, durante ou depois do processamento. A temperatura ótima para o desenvolvimento destes microrganismos é 10 °C, no entanto a 5 °C a sua proliferação é retardada e, temperaturas inferiores a 5 °C, não produzem descarboxilase (HUSS, 1997).

Um ponto importante em relação à enzima histidina descarboxilase, é que são mais ativas em temperaturas inferiores a 30 °C são inativadas a 40 °C e, na faixa de 0 a 10 °C, a atividade dependerá da microbiota presente (HALÁSZ et al., 1994).

Normalmente, as aminas biogênicas estão ausentes ou encontram-se em concentrações mínimas (< 10 ppm/ <1 mg/100g) em alimentos frescos; contudo em alimentos como peixes *in natura*, sardinha anchovada (POMBO et al., 2009) , queijos, carnes, queijos, ovos e alimentos fermentados (SHALABY, 1996), podem estar presentes em concentrações significativas (> 50 ppm), capazes de induzir uma intoxicação química, também conhecida historicamente por envenenamento escombrídeo, devido à sua associação com a ingestão de pescado (principalmente tunídeos e sardas).

A presença de aminas biogênicas e outros compostos nitrogenados nos alimentos pode favorecer a formação de quinolinas, quinoxalinas e seus derivados, os quais podem apresentar atividade mutagênica ou carcinogênica, principalmente em derivados de carne e peixes submetidos a processos térmicos de elaboração (ROIG, 2004). Além disso, pode ocorrer a formação dos compostos denominados de N-nitrosaminas, potencialmente carcinogênicos (BOVER-CID; ISQUIERDO; VIDAL-CAROU, 2000; KOMPRDA et al., 2004).

Ababouch et al. (1996) consideraram a temperatura o fator exógeno de maior importância na formação de histamina. Isso é fundamentado pelos resultados de diversas pesquisas que envolvem o binômio tempo e temperatura de estocagem do pescado, e pela constatação de que a maioria das bactérias produtoras de histamina é mesófila e, aproximadamente, todas da família *Enterobacteriaceae*.

A histamina é formada como consequência do abuso do binômio tempo x temperatura (FDA, 2001). A manipulação do pescado fora das condições ideais de refrigeração é um dos fatores que favorecem o aparecimento desta amina, pois permite o crescimento de algumas bactérias produtoras da enzima histidina descarboxilase (FDA, 2001; XAVIER; RIGHI; BERNARDI, 2007).

Em relação às espécies de microrganismos presentes, as bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae* estão entre as maiores produtoras de histamina (GINGERICH et al., 1999), com destaque à espécie *Morganella morganii* e aos gêneros *Shigella* e *Proteus* (PROCÓPIO, 2000). A *M. morganii* também se enquadra no grupo das psicrotolerantes, que levam a produção de histamina mesmo em baixas temperaturas, a qual segundo estudo realizado por Emborg e Dalgaard

(2006), foi apontada como a provável produtora de histamina no atum defumado a frio com 4,4% de água quando armazenado por 24 horas a 5 °C.

As aminas presentes nos alimentos são rapidamente metabolizadas no organismo por conjugação, ou mediante reações de oxidação por enzimas aminoxidases (SMITH, 1981). Sendo assim, as aminas geralmente não apresentam risco à saúde humana. Entretanto, quando ingeridas em elevadas concentrações ou quando o sistema de catabolismo das aminas é inibido, podem causar efeitos tóxicos (HALÁSZ et al., 1994).

As aminas podem ser empregadas como índice ou critério de qualidade (DONHAUSER; WAGNER; GEIGER, 1993), refletindo a má qualidade das matérias-primas utilizadas e/ou das condições higiênicas prevalentes durante a produção, processamento e armazenamento de certos produtos (TAYLOR, 1986; VECIANA-NOGUÉS; MARINÉ-FONT; VIDAL-CAROU, 1997). Podem também ser usadas como um indicador do alimento deteriorado, uma vez que a deterioração microbiana pode ser acompanhada pelo aumento da produção de descarboxilases (HALÁSZ et al., 1994). Uma vantagem do uso das aminas como critério de qualidade reside no fato de serem termo resistentes, permanecendo no alimento mesmo após tratamento térmico (LIMA; GLÓRIA, 1999).

Em relação à saúde pública, a importância da determinação do perfil e do teor de aminas em alimentos também está ligada ao fato destas substâncias serem importantes indicadoras de processos toxicológicos e fermentativos (KIM et al., 1997).

A histamina tem sido apontada como a principal responsável por sintomas de intoxicação de origem alimentar, entretanto outras aminas também são apontadas como possíveis causas de intoxicação como tiramina, triptamina, putrescina e cadaverina (LANGE; THOMAS; WITTMAN, 2002).

A histamina é uma amina não volátil que pode ser produzida no pescado a partir do aminoácido histidina por ação de enzimas descarboxilases de origem bacteriana. O perigo da histamina em pescado é intensificado pela sua característica de não volatilidade. A histamina pode conferir toxidade ao produto mesmo antes de ser considerado deteriorado ou sensorialmente inaceitável. A intoxicação histamínica é particularmente difícil de ser controlada uma vez que resiste ao tratamento térmico

(CARMO et al., 2010) e pode estar presente apesar do produto estar comercialmente estéril (LEITÃO; BALDINI; SALES, 1983).

No alimento, a histamina acumula-se como resultado da descarboxilação bacteriana da histidina livre presente no tecido muscular por ação de enzimas descarboxilases. Como resultado da ação enzimática, tem-se a produção de amina e CO₂ (PRINCE, 1997).

Em animais, a formação da putrescina ocorre via descarboxilação da ornitina. Células bacterianas possuem uma via alternativa, a descarboxilação da arginina formando agmatina. Em vegetais, a síntese pode ocorrer tanto via agmatina quanto via ornitina (BARDÓCZ, 1995).

Para Taylor (1986), as aminas putrescina e cadaverina podem potencializar o efeito tóxico da histamina, por inibir as enzimas diaminoxidase (DAO), aumentando o seu transporte através da parede gastrintestinal e, segundo Glória (2005), a presença destas substâncias potencializadoras pode explicar porque, em alguns casos, peixes deteriorados e queijos maturados são mais tóxicos que a mesma quantidade de histamina quando ingerida sozinha.

A produção de histamina está geralmente mais relacionada a processos de decomposição em alta temperatura do que da decomposição em longo prazo, que ocorre em temperaturas um pouco menores (FDA, 2001), o que foi confirmado por ECONOMOU (2007).

Confirmando a influência da temperatura de armazenamento, Shin-Hee et al. (2000), observaram que a 25 °C a *Morganella morganii* produziu os mais altos níveis de histamina no atum, assim, torna-se imprescindível a utilização de métodos de conservação que retardem a elevação da temperatura, bem como o aparecimento de bactérias deterioradoras ou, no caso de já haver a presença destas, a utilização de métodos que desativem o processo de formação das enzimas ou inativem as enzimas já presentes.

Segundo a FDA (2001), dos Estados Unidos, o resfriamento e o congelamento são desejáveis para prevenir o desenvolvimento da histamina em baixa temperatura em longo prazo e também para aumentar significativamente a validade comercial. Acrescentou ainda, que a formação de histamina para peixes susceptíveis apresenta limite de 5 mg de histamina/100 g de produto no porto e 10

mg/100 g de produto em conserva. Níveis de 20 mg de histamina/100 g da amostra indicam manuseio inadequado em algum estágio de processamento, e níveis de 50 mg/100 g são de maior risco a saúde do consumidor de pescado. Na Comunidade Europeia, o atum e outros peixes pertencentes às famílias Scombridae e Scomberesocidae apresentam o limite de 10 mg de histamina/100 g de produto. No MERCOSUL, o limite de 10 mg de histamina/100 g foi adotado em músculo nas espécies pertencentes às famílias Scombridae, Scomberesocidae, Clupeidae, Coripineidae e Pomatocidae (SOARES; VALE; JUNQUEIRA, 1998).

A legislação brasileira preconiza um limite no produto final não superior a 100 mg.kg⁻¹, levando em consideração a média das amostras analisadas. Nenhuma unidade do conteúdo amostrado poderá apresentar resultado superior a 200 mg.kg⁻¹, acima deste valor o produto não é indicado para consumo. A concentração crítica é de 500 mg.kg⁻¹ do produto (BRASIL, 2001).

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (QIM): DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO SENSORIAL PARA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*)

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PIRAMUTABA (*Brachyplatystoma vaillantii*) INTEIRA ESTOCADA EM GELO

MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE (QIM): DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO SENSORIAL PARA PIRAMUTABA (*BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII*)

Leony Soares Marinho^(I), Fernando Elias R. da Silva^(I), Micheli da Silva Ferreira^(I),
Carissa M. Goltara Bichara^(II), Wilkens Ferreira Santos^(III), Lílian de Nazaré Dias^(III),
Mônica Queiroz de Freitas^(IV)

RESUMO

O Método de Índice de Qualidade (QIM) é um acurado método de análise sensorial para avaliar o frescor de pescado. Este método baseia-se na avaliação dos atributos que melhor traduzem as alterações que ocorrem no pescado e apresenta grande utilidade para as indústrias de processamento e setores de comercialização e inspeção de pescado. Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protocolo sensorial para a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) baseado no QIM e prever seu prazo de validade comercial. O protocolo de Índice de Qualidade (IQ) pontuou atributos de aspecto geral, de olhos e de brânquias, cujo somatório variou de zero (máximo frescor) a 20. A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (CBHAM) não atingiu o limite máximo permitido pela legislação durante os 18 dias de estocagem a 0 ± 1 °C, enquanto a contagem de psicrotólicas (CBHAP) ultrapassou o limite aceitável no 14º dia. O protocolo elaborado especificamente para a piramutaba inteira poderá ser empregado nos diversos segmentos de produção e comercialização, reduzindo eventuais perdas econômicas e auxiliando na proteção da saúde do consumidor.

Palavras chave: QIM, análise sensorial, peixe, piramutaba.

I: Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói - RJ

II: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA – Belém-PA

III: Médico Veterinário Autônomo – Belém - PA

IV: Universidade Federal Fluminense - UFF - Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Veterinária – Rua Vital Brasil Filho, nº 64, CEP: 24230-340, Niterói, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

QUALITY INDEX METHOD (QIM): DEVELOPMENT OF A SENSORIAL SCHEME FOR CATFISH PIRAMUTABA (*BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII*)

ABSTRACT

The Quality Index Method (QIM) is an accurate method of sensory analysis to evaluate the freshness of fish. This method is based on the evaluation of the attributes that best reflect the changes that occur in fish and has great utility for the processing industries and sectors of marketing and inspection of fish. Thus, this study aimed to develop a protocol for sensory piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) based on the Quality Index Method (QIM) and predict its shelf life business. The protocol Quality Index (QI) attributes scores for general

appearance, eyes and gills, which the sum ranged from zero (maximum freshness) to 20. The count of mesophilic aerobic heterotrophic bacteria (CBHAM) did not reach the maximum allowed by law during the 18 days of storage at $0 \pm 1^\circ\text{C}$, while the count of psychrotrophic (CBHAP) exceeded the acceptable limit at 14 days. The protocol specifically designed for the entire piramutaba may be employed in various sectors of production and marketing, reducing economic losses and helping to protect consumer health.

Keywords: QIM, sensory analysis, fish, piramutaba

I: Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói - RJ

II: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA – Belém-PA

III: Médico Veterinário Autônomo – Belém - PA

IV: Universidade Federal Fluminense - UFF - Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Veterinária – Rua Vital Brasil Filho, nº 64, CEP: 24230-340, Niterói, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é um bagre de água doce da família Pimelodidae (BARTHEM, 2003) capturada tanto pela pesca artesanal, que ocorre em todo o sistema Estuário-Amazonas-Solimões, quanto pela industrial, praticada somente nos rios principais do estuário (AQUINO, 2006). É considerado o peixe de água doce mais pescado do país, particularmente no estado do Pará, que em 2009 liderou a produção de pescado no Brasil, com cerca de 200 mil toneladas. É a espécie de maior importância comercial na região Amazônica, principalmente para o mercado de exportação devido ao seu sabor agradável e bom rendimento industrial. Na região Norte, a pesca da piramutaba é a segunda em importância econômica, perdendo somente para a pesca de camarões (BARTHEM, GOULDING, 1997). Apesar disso, segundo a Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura (SEPAQ), metade do que o Pará produz baseia-se em estimativas referentes à pesca de subsistência, o que dificulta a contabilização dos dados. Precisamente, o estado produz cerca de 100 mil toneladas resultantes da pesca industrial (INSTITUTO AQUAMAZON, 2010). A espécie em estudo apresenta, em 100g de carne, 88 Kcal, 18,8g de proteína, 0,9g de lipídios, 0,45g de cálcio e 0,18g de fósforo. De modo geral, a carne do peixe é um alimento extremamente perecível e requer adequadas condições sanitárias desde o momento de sua captura até a preparação, comercialização e consumo e, sua conservação apresenta muitos problemas, uma vez que a decomposição ocorre rapidamente, em decorrência dos

métodos de captura e dos consideráveis danos mecânicos. A presença de inúmeros microrganismos na água, bem como a microbiota natural do pescado, localizada principalmente nos intestinos, brânquias e muco superficial, aceleram o início da deterioração e, além disso, o pH próximo à neutralidade, a elevada atividade de água nos tecidos e altos teores de nutrientes tornam o pescado um dos produtos de origem animal mais susceptível ao processo deteriorativo (LEITÃO, 1984). O termo qualidade refere-se à aparência e frescor, ou ao grau de deterioração em que o pescado se encontra. Também pode estar relacionado com aspectos de inocuidade, como: ausência de bactérias patogênicas, parasitas ou compostos químicos. Na legislação brasileira, as características para o peixe fresco, considerado próprio para o consumo e para o pescado impróprio para o consumo respectivamente, constam nos artigos 442 e 445 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2007). Nesse contexto, a análise sensorial é uma ferramenta importante na avaliação da qualidade do pescado fresco, sendo amplamente utilizada pelos serviços de inspeção sanitária. Dentre os métodos disponíveis, destaca-se o Método de Índice de Qualidade (QIM) descritos por Huss, Jakobsen e Liston (1997), e Olafsdóttir et al. (1997).

O QIM se baseia em um sistema prático de qualificação, no qual o pescado é inspecionado e os deméritos correspondentes são registrados. Diversos atributos de qualidade do pescado cru são avaliados como aparência, textura, olhos, brânquias e abdome, e a modificação desses atributos varia de acordo com o tempo de estocagem. A cada atributo é dado um escore, que varia de zero a três ou de zero a dois (de acordo com seu grau de importância), sendo considerado zero como o melhor e três como o pior escore. No momento da captura, o peixe possui pontuação zero ou próxima de zero e, à medida que vai deteriorando, os atributos adquirem pontuações mais elevadas, acumulando pontos de demérito cujo valor máximo varia de acordo com o protocolo desenvolvido para a espécie estudada (HUSS, 1998; SVEINSDÓTTIR; MARTINSDÓTTIR; HYLDIG, 2002). O Índice de Qualidade (IQ), portanto, é resultado do total dos escores obtidos, representando não somente a avaliação da qualidade da espécie estudada, mas também da estimativa da validade comercial. É um método simples, barato, que não destrói a amostra e necessita de pouco treinamento quando comparado aos outros métodos

de análise sensorial (SVEINSDÓTTIR: HYLDIG; MARTINSDÓTTIR, 2003). O protocolo de IQ deve ser desenvolvido para cada espécie de peixe, pois os critérios de qualidade padronizados pela legislação vigente não se aplicam a todas as espécies devido à diversidade de características dos peixes. Vários estudos foram realizados utilizando um protocolo específico baseado no QIM para muitas espécies de pescado, como por exemplo: *Salmo salar* (SVEINSDÓTTIR; MARTINSDÓTTIR; HYLDIG, 2002), *Sardina pilchardus* (TRIQUI; BOUCHRITI, 2003), *Octopus vulgaris* (BARBOSA; VAZ-PIRES, 2004), *Litopenaeus vannamei* (OLIVEIRA, 2005), *Micropogonias furnieri* (TEIXEIRA et al., 2009), *Sardinella brasiliensis* e *Cetengraulis edentulus* (SILVA, 2010), entre outras.

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas representa o número total de bactérias capazes de formar Unidades Formadoras de Colônias (UFC) visíveis quando semeadas em condições de culturas apropriadas. Portanto, as contagens bacterianas não são uma medida da população total, mas apenas uma medida da fração da microbiota capaz de produzir UFC no meio de cultura, nas condições de incubação empregadas. Desta forma, é conhecido que a temperatura durante a incubação das placas influencia o número de colônias que se desenvolve a partir da mesma amostra (HUSS, 1997; MORTON, 2001). No presente trabalho, foi realizada a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (CBHAM) e psicotróficas (CBHAP), que são úteis para medir as condições de manuseio da matéria-prima (HUSS, 1997). Pelos padrões estabelecidos pela *International Commission on Microbiological Specifications for Foods – ICMSF* (1986), a enumeração de aeróbios totais permite uma contagem máxima de 10^7 UFC/g (7 log UFC.g⁻¹) para pescado refrigerado.

A aceitabilidade pelo consumidor e o rendimento industrial da piramutaba são fatores de grande importância comercial e a ausência de informações a respeito das características sensoriais e bacteriológicas envolvidas na determinação do grau de frescor desta espécie justifica a necessidade deste estudo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um protocolo de caracterização sensorial empregando-se o QIM específico para piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira e estocada em gelo a temperatura de 0 ± 1 °C, durante 0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias e prever seu prazo de validade comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 68 exemplares de piramutaba, medindo de 38 a 69 cm de comprimento e peso variando entre 496 a 2.965 g, capturados através da pesca com rede por barcos de uma unidade de beneficiamento de pescado do estado do Pará, nos meses de maio, junho, agosto de 2010 e janeiro de 2011. Do total de exemplares, a cada mês, cinco foram utilizados para a análise sensorial e dois para cada análise bacteriológica. As amostras foram mantidas em gelo a temperatura controlada de 0 ± 1 °C durante 18 dias (0, 4, 7, 10, 14, 18).

A análise sensorial foi realizada na indústria de pescado por uma equipe julgadora, utilizando um protocolo de IQ elaborado exclusivamente para a avaliação da piramutaba. A equipe avaliadora foi treinada e formada por cinco pessoas, utilizando exemplares de piramutaba inteiras, mantidas em gelo e identificadas para cada tempo de armazenamento (0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias). Durante os treinamentos, os avaliadores observavam as alterações no aspecto geral (superfície do corpo, nadadeiras, rigidez e firmeza da carne), olhos (córnea, pupila e forma) e brânquias (odor, cor e forma) das amostras e, de forma consensual, listavam os atributos pertinentes à espécie estudada. A partir destes, a equipe adequou o protocolo de avaliação do IQ da piramutaba, que possuía a pontuação total igual a 20, respeitando os parâmetros sugeridos pela União Europeia e normas de inspeção utilizadas pelo Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Serviço de Inspeção de Pescado e Derivados - SEPES/MAPA (BRASIL, 1981; BRASIL, 2007). Cada julgador analisou as amostras de piramutaba individualmente, e registrou no protocolo de IQ sua avaliação, atribuindo um escore de 0 a 2 para cada atributo.

Para as análises bacteriológicas foram realizadas contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (CBHAM) e psicrotróficas (CBHAP), através do cultivo em placas, segundo metodologia para análises microbiológicas recomendada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de acordo com a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003). Foram utilizadas 48 amostras de piramutaba, sendo 2 exemplares para cada dia de estocagem (0, 4, 7, 10, 14 e 18) em 4 meses.

Foram retiradas, assepticamente, duas porções de 25g de cada amostra, nos diferentes tempos de estocagem, e acondicionadas em sacos de polietileno estéreis, aos quais foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada tamponada a 0,1%, correspondendo à diluição de 10^{-1} para a fase de homogeneização. A partir dessa diluição, foram feitas as diluições sucessivas até 10^{-4} , pipetando-se 1 mL de cada diluição para tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina peptonada tamponada a 0,1%. A CBHAM foi realizada utilizando a técnica de plaqueamento seletivo em profundidade (“pour plate”), onde 1 mL de cada diluição foi transferido para placas de Petri estéreis, adicionando-se 15-20 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA-HIMEDIA). Após a solidificação do meio, as placas foram incubadas invertidas a 36 ± 1 °C por 48 horas em estufa. A CBHAP foi realizada utilizando a técnica de plaqueamento em superfície (“spread plate”), a partir das mesmas diluições seriadas, seguida de incubação a 7 °C durante 7 dias. A contagem foi realizada com auxílio do contador de colônias (tipo Quebec), ao final de cada período de incubação, utilizando as placas com número entre 30 e 300 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e, a partir desta contagem, foi calculado o número de UFC presentes na amostra, levando-se em consideração a diluição empregada, com o resultado final expresso em \log de UFC.g^{-1} .

Os resultados obtidos pelo protocolo de IQ e das contagens bacterianas foram avaliados estatisticamente através da análise de regressão linear em função do tempo de estocagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à análise sensorial, o protocolo de IQ da piramutaba desenvolvido para avaliação do frescor a partir dos parâmetros propostos pode ser observado na figura 1.

No início da estocagem (dia 0 de análise), as amostras de piramutaba apresentavam a pele com brilho metálico, pigmentação viva, nadadeiras resistentes, carne firme; olhos convexos e transparentes, pupila preta e bem delineada; as brânquias íntegras, com coloração vermelho vivo e odor de algas.

QIM – MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO								
Nome Comercial _____		Nome Científico _____						
Julgador _____		Local _____			Data: ____ / ____ / ____			
Parâmetros		Características	Pt.	1	2	3	4	5
ASPECTO GERAL	Superfície do corpo	Pigmentação viva, cores vivas	0					
		Perda de brilho, cores mais opacas	1					
		Sem brilhos, cores desvanecidas	2					
	Nadadeiras	Resistentes aos movimentos provocados	0					
		Pouco resistentes aos movimentos provocados	1					
		Sem resistência aos movimentos provocados	2					
	Rigidez	Tenso (rigor)	0					
		Menos tenso (flexível)	1					
		Mole	2					
	Firmeza da carne	Firme, não deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	0					
		Menos firme, deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	1					
		Mole, deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	2					
OLHOS	Córnea	Límpida (transparente)	0					
		Ligeiramente opaca	1					
		Leitosa	2					
	Pupila	Bem delineada	0					
		Enevoada e delineada	1					
		Enevoada e sem delineamento	2					
	Forma	Protuberante (convexa)	0					
		Achatada (plana)	1					
		Côncava (afundada)	2					
BRÂNQUIAS	Odor	Algas	0					
		Neutro (algas menos intenso)	1					
		Ligeiramente rançoso	2					
	Cor	Vermelho vivo à púrpura	0					
		Menos viva, pálida nas bordas	1					
		Descoradas	2					
	Forma	Integra	0					
		Ligeiramente disforme	1					
		Disforme	2					
TOTAL	-	-	0-20					

Figura 1 - Protocolo de avaliação do Índice de Qualidade (IQ) desenvolvido para a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira e estocada em gelo.

Os intervalos dos escores obtidos pelos cinco julgadores em seis repetições por julgador, nos diferentes períodos de estocagem (0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias) estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 - Valores de Índice de Qualidade (IQ) da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira e estocada em gelo (0 ± 1 °C).

Tempo (dias)	Índice de Qualidade
0 – 4	0 – 4
7	5 - 7
10	8 -10
14	11 - 14
18	15 - 20

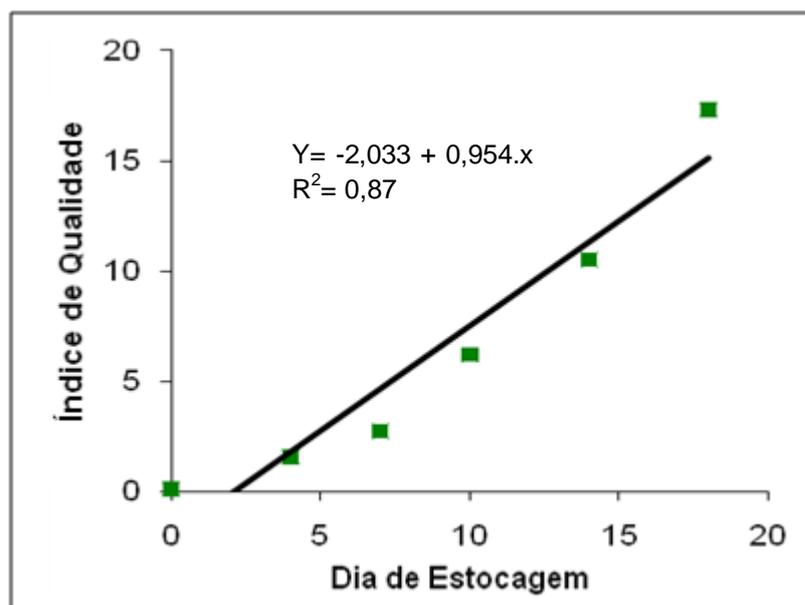


Figura 2 - Escores médios do Índice de Qualidade (IQ) da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira e estocada em gelo 0 ± 1 °C.

Pode ser observado, na figura 2, que valores de IQ, referentes aos atributos de qualidade, aumentam com o tempo de estocagem em gelo. Sveinsdóttir; Martinsdóttir e Hyldig (2002), em estudo para desenvolvimento de QIM para salmão do Atlântico, verificaram que as pontuações dos julgadores se tornaram mais próximas entre si à medida que o tempo de estocagem aumentava, havendo no início do período uma variação maior, provavelmente porque as mudanças se tornam mais evidentes com o tempo de estocagem. Entretanto, apesar das pontuações do presente estudo seguirem uma mesma tendência de concordância

com o referido autor para o primeiro e o último dia de estocagem, quando no primeiro dia o peixe estava fresco e, no último dia estava bastante deteriorado, houve uma variação maior nos 10^o e 14^o dias de avaliação entre os julgadores, podendo ser considerado como o período intermediário entre o aceitável e o inaceitável.

Com relação ao aspecto geral (superfície do corpo, nadadeiras, rigidez e firmeza da carne) até o 10^o dia de estocagem não houve alteração que pudesse ser levada em consideração. As modificações mais severas foram observadas a partir do 14^o dia, com perda do brilho, nadadeiras pouco resistentes, corpo mais flexível e carne menos firme, deixando impressão duradora à pressão dos dedos. Da mesma maneira, no parâmetro olhos (córnea, pupila e forma), a córnea apresentou-se com ligeira opacidade, a pupila enevoadada, porém ainda bem delineada, e a forma achatada (plana) no 10^o dia, e alterações mais evidentes no 14^o dia de estocagem. Referente ao parâmetro brânquias (odor, cor e forma), somente o odor apresentou-se ligeiramente rançoso a partir do 10^o dia de estocagem. Como nos parâmetros citados anteriormente, a partir do 14^o dia as alterações foram mais severas: cor menos viva, pálida nos bordos; descorada e com odor de ranço. Entretanto, a forma apresentou-se alterada (disforme) somente no 18^o dia de estocagem.

De forma geral, as alterações mais significativas foram na superfície do corpo e rigidez da carne, na córnea e a forma dos olhos, e no odor e cor das brânquias, coincidindo com as observações de Musgrove et al. (2007) em estudo para avaliar a qualidade da sardinha (*Sardinops sagax*) no período pós-captura utilizando o QIM. Os atributos firmeza da carne e forma das brânquias foram os que apresentaram escore médio de crescimento com pontuação inferior a todos os outros atributos estudados. Teixeira et al. (2009) também encontraram menor pontuação nestes dois atributos quando estudou corvina eviscerada estocada a 0 °C por 14 dias.

O período de estocagem da piramutaba foi mais prolongado quando comparado com experimentos semelhantes em outras espécies de peixes, como o de Erkan e Özden (2008). Ou seja, enquanto a piramutaba, no presente estudo, suportou tempo maior de estocagem em boas condições sensoriais até o 10^o dia (IQ= 8 a 10), os autores supracitados encontraram escores altos (IQ= 20,10) já no 7^o dia de estocagem para sardinhas. Entretanto, esses autores utilizaram temperatura

de estocagem de 4 °C e observaram que no 4º dia, o peixe já foi classificado como pálido e carne amolecida. No presente estudo, a rejeição pode ter ocorrido mais tardiamente devido à temperatura de estocagem ter sido mais baixa (0 ± 1 °C), mantendo as características de qualidade por mais tempo. Silva (2010), também trabalhando com amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e boca-torta (*Centenraulis edentulus*), mantidas sob a mesma temperatura deste estudo, observou que as amostras de sardinha verdadeira apresentaram perda do brilho e alteração da coloração da brânquia (vermelho claro) no 9º dia de estocagem. No 14º dia, o autor observou a carne amolecida, ventre rompido, brânquia pálida com odor de maresia, quando houve sinais de rejeição pelos julgadores. Para a sardinha boca-torta, o autor verificou que as amostras foram rejeitadas pelos julgadores no 10º dia de estocagem. Com tais alterações, o IQ proposto como limite de aceitabilidade foi menor que 14, o que diferenciou do resultado do estudo em questão em que as amostras de piramutaba apresentavam boas condições para o consumo até o 10º dia de estocagem, com pontuação de IQ entre 8 e 10. Com temperaturas semelhantes de estocagem, Bonilla, Sveinsdóttir e Martinsdóttir (2007) desenvolveram um protocolo IQ para avaliar a qualidade do bacalhau (*Gadus morhua*) armazenado a 0 ± 1 °C por um período de 14 dias e encontraram uma pontuação máxima de 18, estimando 8 dias como tempo máximo de armazenamento em gelo para esta espécie. Sendo assim, a piramutaba pode ser considerada como um peixe que se mantém estável sensorialmente em gelo por um período de tempo maior que outras espécies descritas na literatura. As médias dos escores de 0 a 20 aumentaram de maneira gradativa com relação aos parâmetros avaliados, entretanto observou-se que até o 7º dia, as amostras mantinham um ótimo estado de frescor e as alterações observadas pelos julgadores eram praticamente inexistentes. No 10º dia, os peixes ainda se apresentavam em boas condições para o consumo, e a partir do 14º até o 18º dia os julgadores observaram as alterações sensoriais indesejáveis, atingindo níveis inadequados para o consumo, principalmente no 18º dia, culminando com a rejeição dessas amostras.

Nas análises bacteriológicas, cabe ressaltar que na legislação brasileira não consta limite para a CBHAM e CBHAP, mas por serem importantes para a avaliação da qualidade sanitária e o grau de deterioração das amostras, utilizou-se como

referência o limite de 10^7 UFC. g^{-1} ($7 \log$ UFC. g^{-1}) estabelecido pela ICMSF (1986). Na tabela 2 estão as equações de regressão das contagens bacterianas do músculo da piramutaba, e seus respectivos valores de coeficientes de determinação e níveis de probabilidade. Conforme a tabela, as CBHAM e CBHAP puderam ser explicadas em 83 e 77% nos modelos propostos, respectivamente, em função do tempo de estocagem. Ao observar valores e o nível de significância conclui-se que a evolução destes parâmetros ocorreu de forma linear.

Tabela 2 - Modelo de equação de regressão de Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM) e Psicotróficas (CBHAP), em \log UFC. g^{-1} no músculo de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) em função do dia de estocagem (X) a 0 ± 1 °C e respectivos valores de coeficiente de determinação (R^2) e níveis de probabilidade.

Variável	Equação	R^2	Prob. > F
CBHAM	$Y = 3,469 + 0,060 \cdot X$	0,83	0,0121
CBHAP	$Y = 4,039 + 0,218 \cdot X$	0,77	0,0001

Na figura 3 consta a evolução gradativa da CBHAM e CBHAP em função do tempo de estocagem da piramutaba. Pode-se observar que a CBHAP foi maior a partir do 4º dia de estocagem. A CBHAM variou de 3,78 a 4,65 \log UFC. g^{-1} , não atingindo o limite máximo utilizado nesse estudo, logo todas as amostras se mantiveram dentro da faixa permitida pela ICMSF (1986) até o 18º dia de estocagem. Porém, com relação à CBHAP, inicialmente observou-se o crescimento de 3,78 \log UFC. g^{-1} nas amostras, atingindo o limite 7 \log UFC. g^{-1} a partir do 14º dia de estocagem ($7.31 \log$ UFC. g^{-1}) coincidindo com os deméritos encontrados na análise sensorial também no 14º dia, e culminando com a rejeição das amostras de piramutaba. O maior crescimento observado pode ser explicado por Jay (2005) ao afirmar que em baixas temperaturas os microrganismos psicotróficos possuem boa atividade enzimática, além de serem móveis na membrana o que facilita o transporte

de nutrientes, favorecendo assim maior eficiência que os mesófilos na absorção de solutos.

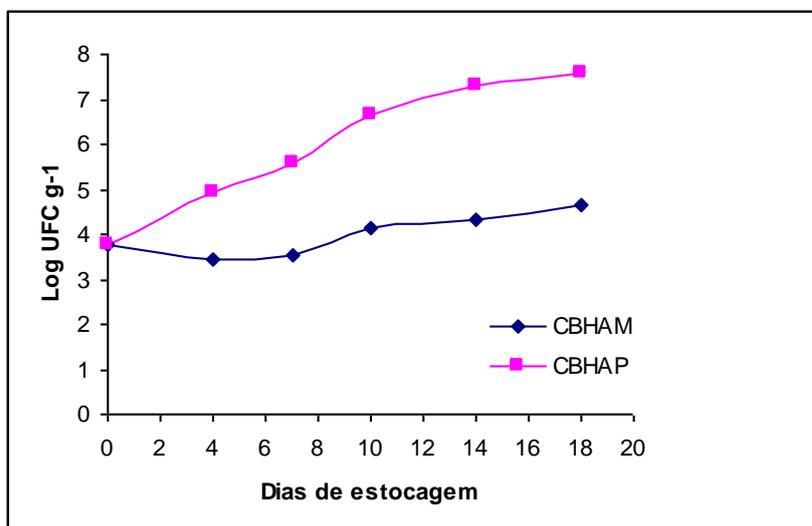


Figura 3: Representação gráfica das médias das CBHAM e CBHAP (log. UFC.g-1) em piramutaba inteira estocada em gelo durante 18 dias.

Com ênfase à contagem inicial de bactérias, Pullela et al. (1998) e Martins, Vaz e Minozzo (2002) encontraram CBHAM acima de 3 log UFC. g⁻¹ em tilápias recém capturadas, o que se assemelha com a contagem inicial de mesófilas do presente trabalho (3,78 log UFC.g⁻¹). Marrakchi et al. (1990) observaram após as primeiras horas de captura da *S. pilchardus* uma CBHAP semelhante (3,27 log UFC. g⁻¹), sendo o limite de 6-7 log UFC.g⁻¹ alcançado aos 9 dias de estocagem sob refrigeração (2 a 4 °C), temperatura esta maior que a do presente estudo e com período inferior de estocagem. Levando em consideração o tempo de estocagem, o presente estudo apresentou uma CBHAM de 4,65 log UFC.g⁻¹ até o 18º dia, estando abaixo do limite permitido pela ICMSF (1986). Todavia, Veciana-Nóguas, Mariné-Font e Vidal-Carou (1997); Silva, Ponte e Dapkevicius (1998); Andrade (2006) observaram em atuns uma variação na CBHAM de 5,6 log UFC⁻¹ aos 21 dias a 0 °C, 7 log UFC. g⁻¹ aos 12 dias a 4 °C e 11 log UFC. g⁻¹ aos 3 dias de estocagem a 4 °C, respectivamente. Entretanto, apesar da contagem alta no último estudo, o autor destaca que as amostras apresentavam ótimas características sensoriais, atribuindo

a elevada contagem à contaminação da pele deste peixe em função do ambiente em que vive.

No presente estudo, as amostras de piramutaba foram armazenadas inteiras durante os 18 dias de experimento. Apesar da presença das vísceras, até o 10º dia, as amostras permaneceram em boas condições para o consumo. Entretanto, quando se realiza a evisceração, existe uma tendência de se manter as características sensoriais e bacteriológicas adequadas ao consumo por um tempo mais prolongado em determinadas espécies de peixes sob refrigeração. Zúniga et al. (2005), estudando tilápias (*Oreochromis niloticus*) evisceradas e armazenadas a temperatura de 0 °C, observaram no primeiro dia de estocagem, níveis de 2,84 log UFC g⁻¹ para CBHAM e no 20º dia 7,11 log UFC. g⁻¹. Os autores consideraram que a tilápia pode ser consumida sem risco para a saúde do consumidor até o 17º dia de estocagem, confirmando a vantagem da evisceração. Este fato também pode ser observado, apesar de forma discreta, por Erkan e Özden (2008), que avaliaram sardinhas inteiras e evisceradas, estocadas a 4 °C, e observaram, no 9º dia de estocagem, uma CBHAM de 6 log UFC. g⁻¹ e 5,25 log UFC. g⁻¹ e uma CBHAP de 5,37 log UFC. g⁻¹ e 5,32 log UFC. g⁻¹, respectivamente. Silva (2010) trabalhando com amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasilienses*) e sardinha boca-torta (*Centengraulis edentulus*) mantidas sob refrigeração (0±2 °C) encontrou CBHAM atingindo o limite de 7,03 log UFC. g⁻¹ e 7,10 log UFC. g⁻¹ no 14º dia de estocagem e na CBHAP alcançando 7,66 log UFC. g⁻¹ e 7,16 log UFC. g⁻¹ no 8º dia, respectivamente.

Desta maneira, levando em consideração os resultados encontrados pelos autores consultados, somados aos resultados para CBHAM e CBHAP e análise sensorial, no presente estudo, as amostras de piramutaba foram classificadas em ótimo estado de frescor até o 7º dia, em boas condições até o 10º dia, porém a partir do 14º dia inadequadas para o consumo. Portanto, a presença dessas bactérias não indicou deterioração nas amostras, a não ser a partir do 14º dia de estocagem, pois conforme explicado por Huss (1999) cada produto pesqueiro possui suas próprias bactérias específicas de deterioração, sendo o número dessas bactérias e não o número total de microrganismos que estabelece relação com a duração do tempo de estocagem do produto. Além disso, baseado no resultado do maior crescimento de

CBHAP encontrado, uma provável adaptação dessas bactérias durante um tempo mais prolongado de armazenamento facilitou sua multiplicação sob temperatura de refrigeração.

CONCLUSÕES

O protocolo de IQ desenvolvido neste estudo foi adequado para avaliação da piramutaba fresca inteira estocada em gelo (0 ± 1 °C).

O prazo de validade comercial estabelecido neste estudo para a piramutaba foi de 10 dias, correspondendo a um IQ máximo de 10.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. F. *Avaliação do prazo de vida comercial do atum (Thunnus atlanticus) armazenado sob refrigeração*. Niterói, 2006. 97 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária - Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Departamento de Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2006.

AQUINO, K. F. Variabilidade genética da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Siluriformes: Pimelodidae) no Sistema Estuário-Amazonas-Solimões. *Biota Neotropical*, Campinas, v.6, n.1, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167606032006000100021&1ng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 novembro 2008.

BARBOSA, A.; VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, v.15, p. 161-168, 2004.

BARTHEM, R.B; GOULDING, M. 1997. *Os Bagres balizadores-Ecologia, Migração e Conservação de Peixes Amazônicos*. Tefé, AM: Sociedade Civil de Mamirauá; CNPq Brasília, 1997.140p.

BARTHEM, R.B. A Pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira. 2003. Disponível em: http://ns.rc.unesp.br/ib/ecologia/petrere/text_os_arquivos/barthem2003.pdf. Acesso em: 09/11/2008.

BONILLA, A. C.; SVEINDOTTIR, K. MARTINSDOTTIR, E. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, v.18, p. 352-358, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). *Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. I. Métodos físico-químicos*. Brasília-DF, 1981.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e água. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1.952, alterado pelos decretos nº 1.255 de 25 de julho de 1.962, nº 1.236 de 02 de setembro de 1.994, nº 1.812 de 08 de fevereiro de 1996, nº 2.244 de 04 de junho de 1.997. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – R.I.I.S.P.O.A. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2007.

ERKAN, N.; ÖZDEN, Ö. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 43, p. 154-159, 2008.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento técnico de pesca 348. Roma, 1998. 202 p.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 1999.

HUSS, H. H. *Garantia da qualidade dos produtos da pesca*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento técnico sobre as pescas 334. Roma, 1997, 176 p.

HUSS, H. H.; JAKOBSEN, M.; LISTON, J. *Quality assurance in the fish industry. Proceedings of the final meeting of the concerted action “evaluation of fish freshness” AIR3CT942283*. Nantes, 1997. International Institute of Refrigeration. p. 297-305.

INSTITUTO AQUAMAZON. Informativo Nº 08 – Janeiro/fevereiro 2010, Belém/PA. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganisms in foods 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. Second edition. ICMSF Blackwell Scientific Publications. 1986.

JAY, M.J. *Microbiologia de Alimentos*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

LEITÃO, M. F. F. Deterioração microbiológica do pescado e sua importância em Saúde Pública. *Revista Higiene Alimentar*. São Paulo, v. 3, n.3/4, p. 143-152, 1984.

MARRAKCHI, A. E.; BENNOUR, M.; BOUCHRITI, N.; HAMAMA, A.; TAGAFAIT, H. Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Journal of Food Protection*. Dês Moines, v. 53, n. 7, p. 600 – 605, 1990.

MARTINS, C. V. B.; VAZ, S. K. MINOZZO, M. G. Aspectos sanitários de pescados comercializados em “pesque-pagues” de Toledo (PR). *Revista Higiene Alimentar*, SP, v. 16, p. 51-56, 2002.

MORTON, R. D. Aerobic Plate Count. In: DOWENS, F. P.; ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4 ed. American Public Health Association (APHA). Washington – DC, 2001. 676 p. cap. 7, p. 63-67.

MUSGROVE, R.; CARRAGHER, J.; MATHEUS, C.; SLATTERY, S. Value – adding Australian sardine: factors affecting rates of deterioration in sardine (*Sardinops sagax*) quality during post – harvest handling. *Food control*, v.18, p. 1372-1382, 2007.

OLAFSDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLAGER, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, G.; NIELSEN, J.; NIELSEN, H. Methods to determine the freshness of fish in research and industry. *Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness”*. Nantes, 1997. International Institute of Refrigeration. p. 287-296. 396p.

OLIVEIRA, V. M. *Estudo da qualidade do camarão branco do pacífico (Litopenaeus vannamei)*. Niterói, 2005. 91 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de POA), Departamento de Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2005.

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.

SILVA, S. C. *Validade comercial de sardinhas inteiras refrigeradas, avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial*. Niterói, 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de POA) – Departamento de Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2010.

SILVA, C. C. G.; PONTE, D. J. B.; DAPKEVICIUS, M. L. N. E. Storage temperature effect on histamine formation in big eye tuna and skipjack. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 4, p. 644 – 647, 1998.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS (SAS). *SAS® User’s Guide*. Carry: SAS Institute Inc. 1985, 959 p.

SVEINSDÓTTIR, K.; HYLDIG, G.; MARTINSDÓTTIR, E. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and*

Preference, v.14, p. 237-245, 2003.

SVEINSDÓTTIR, K., MARTINSDÓTTIR, G. HYLDIG, B. et al. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, v.67, n.4, 2002.

TEIXEIRA, M. S.; BORGES, A.; FRANCO, R. M.; SÃO CLEMENTE, S. C.; FREITAS, M. Q. Método de Índice de qualidade (QIM): desenvolvimento de um protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). *R. Bras. Ci. Vet.*, v. 16, n. 2, p. 83-88, maio/ago. 2009.

TRIQUI, R.; BOUHRITI, N. Freshness assessments of Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*): comparison of overall sensory changes to instrumentally determined volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.. 51, p. 7540-7546, 2003.

VECIANA-NOGUÉS, M. T.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP- related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, v.45, p.2036-2041, 1997.

ZÚNIGA, N. O. C. et al. *Determinação do prazo comercial da tilápia (Oreochromis niloticus) eviscerada e estocada temperatura de 0 °C com base na contagem de bactérias aeróbias mesófilas e determinação de pH*. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 2005. CD-ROM.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PIRAMUTABA (*BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII*) INTEIRA ESTOCADA EM GELO

Leony Soares Marinho^{1*}, Emília Nunes¹, Micheli da Silva Ferreira¹, Maria Lucia Guerra Monteiro¹, Eliane Teixeira Mársico², Mônica Queiroz de Freitas²

RESUMO

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é um peixe de água doce de grande importância econômica para o estado do Pará. Durante a captura, manipulação, transporte e comercialização como peixe fresco, são formados diversos compostos decorrentes de eventos bioquímicos que resultam na deterioração do peixe e podem ser utilizados para avaliação físico-química do frescor do pescado por meio de procedimentos analíticos. Além disso, a qualidade do pescado fresco pode ser avaliada pelas características sensoriais. Devido à escassez de dados sobre a qualidade da piramutaba capturada no litoral do estado do Pará, o presente estudo teve como objetivo acompanhar as alterações físico-químicas da piramutaba inteira estocada em gelo (0 ± 1 °C) por 0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias e correlacionar tais alterações com as características sensoriais de aparência e odor durante este período, utilizando um protocolo de Índice de Qualidade (IQ) elaborado especificamente para a espécie de peixe estudada. A qualidade de 68 amostras de piramutaba foi avaliada com relação às características sensoriais, pH, Bases Voláteis Totais (BVT), trimetilamina (TMA), aminas biogênicas (histamina, putrescina e cadaverina), reação para amônia (NH_3) e gás sulfídrico (H_2S). De acordo com os resultados de BVT obtidos, sugere-se o valor de 20,00 mgN/100g como limite de aceitação para este parâmetro. A histamina foi detectada no 10º dia e, a histamina e a putrescina a partir do 14º dia de estocagem, não ultrapassando os limites da legislação brasileira. Todos os resultados das análises para NH_3 foram positivos e para H_2S negativos desde o 1º dia de estocagem. Considerando o protocolo QIM e os resultados das análises físico-químicas, o prazo de validade comercial estipulado para piramutaba quando mantida sob temperaturas de refrigeração (0 ± 1 °C) foi de 10 dias, sendo a avaliação sensorial eficiente na observação dos padrões de identidade e qualidade para peixe fresco, uma vez que manteve suas características sensoriais aceitáveis. A determinação de pH, as quantificações de BVT e TMA, as análises das aminas biogênicas, NH_3 e H_2S não foram conclusivas para avaliar o frescor da carne da piramutaba por se tratar de um peixe de água doce.

Palavras-chave: peixe, piramutaba, BVT, TMA, aminas biogênicas, NH_3 , H_2S , validade comercial, peixe, análise sensorial, QIM.

1: Programa de Pós-graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense (UFF). Niterói/RJ, Brasil. Faculdade de Veterinária – UFF. Departamento de Tecnologia dos Alimentos. Rua Dr. Vital Brazil Filho, 64 – Santa Rosa – Niterói/RJ. CEP:24230-340

2: Universidade Federal Fluminense - UFF - Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Veterinária – Rua Vital Brazil Filho, nº 64, CEP: 24230-340, Niterói, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

ABSTRACT

The piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) is a freshwater fish of great economic importance to the state of Pará during the capture, handling, transport and marketing as fresh fish, several compounds are formed due to biochemical events that result in the deterioration of fish and can be used for physicochemical evaluation of freshness of fish by means of analytical procedures. Moreover, the quality of fresh fish can be evaluated by sensory characteristics. Due to the paucity of data on the quality of piramutaba captured off the Para State's coast, this study aimed to track changes in physical-chemical of the whole piramutaba stored on ice (0 ± 1 °C) for 0, 4, 7, 10, 14 and 18 days and correlate these changes with the sensory qualities of appearance and odor during this period using a protocol Quality Index designed specifically for the studied fish species. The quality of 68 piramutaba samples was evaluated with respect to sensory characteristics, pH, total volatile bases (TVB), trimethylamine (TMA), biogenic amines (histamine, putrescine and cadaverine), reaction for ammonia (NH_3) and hydrogen sulfide (H_2S). According to the results obtained from BVT, we suggest the value of 20.00 mgN/100g as acceptance limits for this parameter. Histamine was detected at day 10, and histamine and putrescine from the 14th day of storage, not exceeding the limits of Brazilian legislation. All test results were positive for NH_3 and H_2S negative since the first day of storage. Considering the protocol MIQ and the results of the physicochemical tests, the expiry date stipulated for commercial piramutaba when kept under refrigeration temperatures (0 ± 1 °C) was 10 days, the sensory evaluation effectively observing the patterns of identity and quality for fresh fish, as they maintained acceptable sensory characteristics. The determination of pH, measurements of TVB and TMA, the analysis of biogenic amines, NH_3 and H_2S were not conclusive to evaluate the freshness of meat piramutaba because it is a freshwater fish.

Keywords: piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, QIM, quality score, bacterial count, biogenic amines, commercial validity

1: Programa de Pós-graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense (UFF). Niterói/RJ, Brasil. Faculdade de Veterinária – UFF. Departamento de Tecnologia dos Alimentos. Rua Dr. Vital Brazil Filho, 64 – Santa Rosa – Niterói/RJ. CEP:24230-340

2: Universidade Federal Fluminense - UFF - Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Veterinária – Rua Vital Brazil Filho, nº 64, CEP: 24230-340, Niterói, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

A quem enviar correspondência: Leony Marinho – email: leony.marinho@uff.br

INTRODUÇÃO

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é uma espécie de bagre de água doce da família Pimelodidae, sendo encontrada, principalmente, na foz Amazônica, no baixo Amazonas e na baía de Marajó. É uma das mais importantes espécies

comerciais de bagres na Amazônia, principalmente para o mercado de exportação devido ao sabor agradável e bom rendimento industrial (AQUINO, 2006), com importância econômica para a região norte, especialmente, para o Estado do Pará, sendo o peixe de água doce mais capturado do Brasil (BARTHEM, 2003). Apesar do alto valor biológico do pescado, é de fundamental importância sua conservação desde o momento da captura até a comercialização, pois o pescado fresco é altamente susceptível ao processo de deterioração. Alguns fatores que contribuem para este fato incluem as condições de higiene, transporte e armazenamento, o pH próximo à neutralidade, o alto teor de nutrientes, a ação de enzimas autolíticas presente nos tecidos e a alta atividade metabólica da microbiota presente (SOARES; VALE; JUNQUEIRA, 1998; ABREU et al., 2008). Quanto mais baixa a temperatura em que é mantido o pescado, menor é a velocidade da instalação do *rigor mortis*, adiando as reações enzimáticas e bacterianas (BRESSAN; PEREZ, 2000). Os eventos bioquímicos se iniciam nesta fase culminando com a deterioração do peixe. Os compostos formados nestes eventos podem ser utilizados para avaliação físico-química do frescor do pescado através de várias análises, como determinação de Bases Voláteis Totais (BVT), Trimetilamina (TMA), Amônia (NH₃), aminas biogênicas (histamina, putrescina e cadaverina), pH e a prova do gás sulfídrico (H₂S). A legislação brasileira não estabelece padrões para todos esses parâmetros, e existem grandes variações entre as diversas espécies de pescado. Paralelamente à avaliação físico-química, a qualidade do pescado fresco pode ser avaliada pelas características sensoriais. A avaliação sensorial é considerada satisfatória na avaliação da qualidade de peixes e está intimamente ligada ao desenvolvimento do controle de qualidade dos alimentos, apresentando vantagens adicionais como rapidez, baixo custo, facilidade de sua execução, não ser destrutiva, não necessitar de equipamentos ou materiais sofisticados e estar relacionada aos critérios de aceitação adotados pelo consumidor (STONE; SIDEL, 1993; SOARES; VALE; JUNQUEIRA, 1998). A determinação das BVT é um dos métodos mais amplamente utilizados na avaliação da qualidade dos produtos pesqueiros e, neste conjunto incluem-se compostos produzidos por deterioração bacteriana, por enzimas autolíticas durante o armazenamento, por desaminação de aminoácidos e catabolismo de nucleotídeos (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HUSS, 1998). Para

Pereira e Tenuta-Filho (2005) é a técnica não sensorial mais usada na garantia de qualidade industrial. As BVT constituem-se no conjunto das bases nitrogenadas como a Trimetilamina (TMA), a Dimetilamina (DMA), a Monometilamina (MMA) e a amônia, presentes no músculo do pescado em proporções variáveis segundo a espécie e o estado de deterioração da amostra (BAIXAS-NOGUERAS et al., 2002; GIANNINI, 2003). Vale ressaltar que se trata de um procedimento analítico não pontuado oficialmente para peixes de água doce e, conseqüentemente, sem limites de tolerância descritos na legislação vigente.

Com relação à produção de aminas biogênicas, é fundamental acompanhar o processo pela possibilidade de avaliar o frescor, pela degradação enzimática de aminoácidos (LAPA-GUIMARÃES, 2005). São compostos não voláteis, normalmente presentes em baixas concentrações nos alimentos proteicos, que podem ser progressivamente produzidos e acumulados durante o armazenamento. São produzidas quando há disponibilidade de aminoácidos livres, bem como a presença de determinadas bactérias descarboxilases (HALÁSZ et al., 1994). A denominação das aminas biogênicas, em sua maioria, é em função dos aminoácidos precursores, como por exemplo, a histamina, cadaverina, putrescina, tiramina e triptamina que originam da histidina, lisina, arginina, tirosina e triptofano, respectivamente. No entanto, Ruiz-Capillas e Moral (2001) e Baixas-Nogueras et al. (2002) afirmaram que a putrescina e a cadaverina são detectadas antes do processo de deterioração. Uma vez que essas aminas são formadas inicialmente como processo metabólico normal, por meio de enzimas autolíticas, elas poderão estar presentes no organismo *post mortem*. No entanto, a aplicação de métodos de conservação, como o congelamento a -15 °C e refrigeração até 4 °C (FDA, 2001), bem como a adoção de boas práticas de fabricação, desde a captura até o armazenamento, poderão retardar o aparecimento destas aminas, evitando o crescimento de algumas bactérias produtoras da enzima histidina descarboxilase favorecendo deste modo um maior prazo de validade comercial ao produto (HUSS, 1995; FDA, 2001; XAVIER, RIGHI; BERNARDI, 2007).

A legislação brasileira não estabelece limites de tolerância para aminas biogênicas em peixes de água doce sendo este procedimento utilizado para acompanhar a degradação dos aminoácidos com conseqüente perda de qualidade,

tanto com relação ao estado de conservação, quanto com relação ao aspecto nutricional.

A amônia também pode ser determinada na avaliação da qualidade do pescado, sendo considerado um índice satisfatório da degradação de proteínas, sendo altamente recomendada para peixes de água doce, tendo em vista que as bases voláteis totais nessas espécies são constituídas principalmente por amônia (SANCHEZ; GOMES; SASE, 1990).

A determinação do pH é utilizada para verificar o processo de deterioração, pois compostos alcalinos se acumulam na musculatura do pescado, como amônia e TMA, aumentando o pH (RODRÍGUEZ et al., 2004). Nos peixes vivos, o pH está próximo da neutralidade. No período *post mortem*, ocorre a glicólise que resulta no acúmulo de ácido láctico com a concomitante diminuição de pH do músculo (HUSS, 1998).

Para avaliação de falhas na cadeia de frio com possibilidade de atuação de bactérias mesofílicas, o procedimento analítico recomendado é prova a de gás sulfídrico (H₂S), cuja positividade indicará estágio avançado de deterioração (BRITTO et al., 2007).

Devido à escassez de estudos relacionados à qualidade da piramutaba capturada no litoral do estado do Pará e à importância econômica que essa espécie representa para a região, o presente estudo objetivou verificar as alterações físico-químicas da piramutaba armazenada em gelo (0 ± 1 °C) por 0, 4, 7, 10, 14 e 18 dias, acompanhada por avaliação das características sensoriais de aparência e odor durante este período utilizando um protocolo de Índice de Qualidade elaborado especificamente para a espécie de peixe em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 68 exemplares de piramutaba inteira, medindo de 38 a 69 cm de comprimento e peso variando entre 496 a 2.965 g, capturados através da pesca com rede por barcos de uma unidade de beneficiamento de pescado do Estado do Pará, nos meses de maio, junho, agosto de 2010 e janeiro de 2011. As

amostras foram mantidas em gelo a temperatura controlada de 0 ± 1 °C e analisadas nos dias 0, 4, 7, 10, 14 e 18 de estocagem.

A análise sensorial foi realizada na indústria de pescado por uma equipe julgadora, utilizando um Protocolo de Índice de Qualidade (IQ) elaborado exclusivamente para a avaliação da piramutaba. Os avaliadores observavam as alterações no aspecto geral (superfície do corpo, nadadeiras, rigidez e firmeza da carne), olhos (córnea, pupila e forma) e brânquias (odor, cor e forma), e cada atributo recebeu uma pontuação de 0 a 2, podendo totalizar até 20 pontos.

Para as análises físico-químicas, foram utilizadas 48 amostras do total capturado. As análises realizadas foram: determinação de BVT, TMA, histamina, cadaverina, putrescina, pH, NH_3 e H_2S . Todas as análises foram realizadas em duplicata no Laboratório de Controle Físico-químico de Alimentos da UFF. A quantificação de BVT e TMA, e a determinação do pH, amônia e H_2S foram realizados de acordo com a metodologia descrita no Manual do Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA (BRASIL, 1981). Os teores das aminas biogênicas, histamina, putrescina e cadaverina, foram determinados conforme método cromatográfico descrito por Schutz, Chang e Bjeldanes (1976).

Os resultados obtidos pelas análises sensorial e de BVT, TMA e pH foram avaliados estatisticamente através da análise de regressão linear em função do tempo de estocagem, utilizando-se o *STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS* (SAS, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a captura do peixe, vários eventos bioquímicos ocorrem até o aparecimento dos primeiros sinais de deterioração, podendo ser classificados como metabólicos e microbianos.

Os resultados das análises físico-químicas estão dispostos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Valores médios dos teores de BVT, TMA e pH, e resultados analíticos referentes a produção de NH₃ e H₂S em músculo de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) oriundos de pesca comercial na cidade de Vigia de Nazaré-PA, em diferentes dias de estocagem a 0±1 °C.

Dias de estocagem	BVT	TMA	pH	NH ₃	H ₂ S
0	10,15	0.73	6,52	Positivo	Negativo
4	10,83	0.87	6.56	Positivo	Negativo
7	9,97	0.51	6.73	Positivo	Negativo
10	13,00	0.39	6.76	Positivo	Negativo
14	20,00	0.51	6.86	Positivo	Negativo
18	26,60	0.67	6.92	Positivo	Negativo

Os teores médios de BVT em todo o período de estocagem variaram de 10,15 a 26,60 mgN/100g no 18º dia de estocagem (Tabela 1). A partir do 14º dia as amostras submetidas à análise sensorial da piramutaba começaram a ser rejeitadas, e neste dia o valor para a produção de bases voláteis foi de 20,00 mgN/100g.

Considerando a ausência do OTMA nesta espécie e a falta de um limite de tolerância para peixes de água doce, pode-se inferir que este valor estabeleça um limite analítico para este parâmetro. Este fato pode ser explicado por Taha (1988) que não considerou os critérios estabelecidos pela legislação citada, adequados para todos os tipos de peixes devido ao fato de algumas espécies apresentarem níveis de BVT acima do padrão permitido, mesmo demonstrando estarem em condições microbiológicas e sensoriais favoráveis ao consumo. Assim como, os outros tipos de peixes, mesmo contendo níveis de BVT compatíveis com a legislação, oferecem condições desfavoráveis ao consumo. Contudo, a avaliação química do pescado através da determinação de BVT, utilizada há aproximadamente um século, é considerado um método padrão para a realização da inspeção de peixes (TIMM; JORGENSEN, 2002). Deste então, passou a ser amplamente empregada na avaliação da qualidade dos peixes tornando-se o método não

sensorial mais utilizado na avaliação da qualidade do pescado fresco e congelado (HUSS, 1995; PEREIRA; TENUTA-FILHO, 2005).

Ogawa e Maia (1999) classificaram a qualidade dos peixes conforme os resultados de BVT como excelente estado de frescor (BVT = 5 a 10 mgN-BVT/100g), peixes com frescor razoável (BVT= 15 a 25 mgN-BVT/100g), peixes no início da putrefação (BVT = 30 a 40 mgN-BVT/100g) e peixes bastante deteriorados (acima de 50 mgN-BVT/100g). Entretanto estes autores apresentam esta classificação para peixes marinhos e, neste estudo, ainda que haja necessidade de estudos mais aprofundados, como se trata de peixes de água doce, sugere-se o mesmo valor para peixe em bom estado de conservação; frescor razoável de 10 a 19,00 mgN/100g e perda de qualidade a partir de 20,00 mgN/100g. Apesar da análise de BVT ser de fácil realização, Contreras-Guzmán, (1994) e Huss (1998) acreditaram que os resultados obtidos por tal procedimento só apresentaram aumentos consistentes quando o pescado estava próximo da rejeição, de modo que não seria adequado para prognosticar a validade comercial a partir de dados intermediários, porém, teriam utilidade como indicador do período máximo de comercialização.

Com relação aos valores médios de TMA, pode-se observar na tabela 1, que os valores foram baixos e inconsistentes. Entretanto, como o procedimento analítico envolve etapas onde somente a TMA é analisada, pois o formaldeído incorporado ao extrato fixa as demais bases, pode-se inferir que esta espécie possua traços de OTMA, como acontece com tilápias, que são peixes dulcícolas, gerando, na degradação desta molécula, quantidades ínfimas de TMA. Embora Fraser e Sumar (1998) tenham considerado que a determinação de TMA em peixes seja utilizada universalmente como um indicador de deterioração microbiana, Huss (1995) afirmou que a TMA não é um bom indicador de qualidade em pescado, pois não indica o estágio inicial da deterioração. Vários autores questionam a utilização deste parâmetro analítico para peixes de água doce (BERAQUET; LINDO 1985; CONTRERAS- GUZMÁN, 1994), corroborando com as considerações deste estudo.

Com relação à presença de amônia nas amostras de piramutaba evidenciadas qualitativamente, neste estudo, pode ser explicado pelo fato desta substância ser originada tanto a partir da desaminação de aminoácidos livres, como

a partir da degradação de nucleotídeos no pescado recém-capturado (PEREIRA; TENUTA-FILHO, 2005; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). A desaminação é realizada principalmente pela glutamato desidrogenase, uma enzima mitocondrial. Posteriormente, a amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplo de aminoácidos, juntamente com a trimetilamina, formada a partir do óxido de trimetilamina, passa a se fazer presente (OGAWA; MAIA, 1999).

A análise da amônia, a base volátil mais representativa no processo degradativo, tem sido proposta como um índice químico de determinação para avaliação da qualidade dos produtos pesqueiros (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), por ser um índice químico indicador de deterioração (BAIXAS-NOGUERAS et al., 2002), já que é o metabólito de menor peso molecular resultante do desdobramento das proteínas (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). A partir do *rigor mortis*, a amônia gerada pela ação microbiana, somada à existente anteriormente, justifica um aumento significativo nos níveis de BVT após a 1ª semana de estocagem. Por esse motivo, Contreras-Guzmán (1994) relatou maior confiança na análise de BVT comparada à amônia. Este aumento das BVT foi evidenciado neste estudo e reforça os resultados obtidos na prova de Nessler para amônia.

Com relação às aminas biogênicas, conforme observado na Tabela 2, não foi detectada a presença destas aminas até o 7º dia de estocagem.

Tabela 2 - Resultados referentes a produção de histamina, putrescina e cadaverina em exemplares de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) em diferentes dias de estocagem a 0 ± 1 °C.

Dias de estocagem	Histamina (mg/100g)	Putrescina (mg/100g)	Cadaverina (mg/100g)
0	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND
10	<1	ND	ND
14	~2	<1	ND
18	ND	~1	ND

ND: Não detectado

Durante o período de estocagem, o início da produção de histamina foi observado a partir do 10º dia, com valor menor que 1mg/100g. No 14º dia, foram detectadas a histamina (semelhante a 2mg/100g) e traços de putrescina (< 1mg/100g). Aminas biogênicas, como a histamina, a putrescina e a cadaverina, assim como a amônia, também são produtos de degradação das proteínas do pescado com baixo peso molecular. Entretanto, a legislação em vigor não faz referência a limites de tolerância para nenhuma das aminas biogênicas em peixes dulcícolas, sendo este procedimento utilizado para acompanhar o processo de degradação de aminoácidos por descarboxilação e, indiretamente, ação de enterobactérias e, conseqüentemente, qualidade. Neste estudo, os baixos teores de aminas se justificam pelo fato das amostras terem sido conservadas adequadamente (0 ± 1 °C), o que é desfavorável para a produção de histamina e outras aminas. Isso é explicado por Frazier e Westhoff (1993) quando relataram que o uso de baixa temperatura no pescado minimiza ou paralisa as atividades bacterianas no peixe, além de retardar reações químicas e a ação de enzimas de origem bacteriana que possuem a capacidade de descarboxilar certos aminoácidos. Huss (1995) descreveu que a única forma segura de se evitar a formação de histamina nos peixes é através da correta utilização da cadeia de frio logo após a captura, especificamente a temperaturas inferiores a 4 °C até que este seja processado.

Embora alguns alimentos sejam naturalmente ricos em aminoácidos livres, o seu teor aumenta no período *post mortem*, devido à elevada quantidade de enzimas proteolíticas presentes no trato intestinal do peixe, combinada com o rápido processo autolítico (FLICK, GRANATA, 2005; SAAID et al., 2009). Ademais, o teor de aminoácidos em pescado, como a arginina, a histidina e o triptofano, que originam a espermina e espermidina, histamina e triptamina respectivamente, varia entre as espécies (OETTERER, 2006). Tais afirmações podem explicar a presença de histamina e putrescina neste estudo, mesmo em pequenas quantidades.

Além disso, Contreras-Guzmán (1994) comentaram que algumas espécies de pescado apresentam baixas concentrações de histidina livre, incluindo nesse contexto, as trutas de água doce, camarões marinhos, peixes fermentados ou defumados e bagres, grupo do qual a piramutaba faz parte.

A ausência de cadaverina em todas as amostras de piramutaba utilizadas para este estudo pode ser explicada pelo fato das enzimas do pescado atuarem em maior proporção descarboxilando os aminoácidos, pois a cadaverina é oriunda da descarboxilação da lisina. Da mesma forma, os teores de histamina, baixos neste estudo também podem ser explicados pelo fato de, embora a histamina possa ser originada a partir da descarboxilação do aminoácido histidina por ação da enzima bacteriana (SOARES; VALE; JUNQUEIRA, 1998), também é formada a partir da aminação de aldeídos, decomposição de fosfolipídios e decomposição térmica de aminoácidos (SILVA, PONTE; DAPKEVICIUS, 1998).

Na Tabela 3, estão apresentadas as equações de regressão dos valores de pH e de BVT das amostras estudadas. De acordo com a tabela, os valores de pH podem ser explicados em 95% no modelo proposto e os de BVT em 82%, em função do tempo de estocagem. Tais resultados e o nível de significância demonstram uma evolução linear de tais parâmetros.

Tabela 3 - Modelo de equação de regressão de pH e BVT em músculo de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) em função do dia de estocagem (X) a 0 ± 1 °C e respectivos valores de coeficiente de determinação (R^2) e níveis de probabilidade.

Variável	Equação	R^2	Prob. > F
pH	$Y = 6,511 + 0,024 \cdot X$	0,95	0,0007
BVT	$Y = 6,860 + 0,932 \cdot X$	0,82	0,0130
TMA	-	0,17	0,4221

Como observado na Tabela 3, os valores de TMA encontrados neste estudo não permitiram ajustar a equação de regressão em função da baixa variação deste parâmetro durante o período de estocagem. Isto significa que a análise de TMA não foi representativa para avaliar o frescor da piramutaba, fato já comentado anteriormente.

Os valores médios de pH das amostras de pirarmutaba deste estudo, dispostos na Tabela 1, se iniciaram a partir de 6,52 no 1º dia e chegou a 6,92 no 18º dia de estocagem, ultrapassando o limite preconizado pelo RIISPOA (BRASIL, 2007), que considera o pescado fresco quando o pH da carne interna é inferior a 6,5. Apesar desses resultados, as amostras apresentaram-se em boas condições sensoriais para o consumo até o 10º dia. Segundo Ogawa e Maia (1999), a determinação do pH não é um índice seguro para avaliar o estado de frescor ou do início de deterioração; seu uso é geralmente restrito por variar de amostra para amostra e por ocorrerem flutuações durante o período de estocagem do pescado. No entanto, Love (1992) considerou o pH do músculo do pescado de grande importância tecnológica por ser o principal fator relacionado com textura do músculo após cocção. Guimarães, Sales e Monteiro (1988) verificaram que o pH em tilápias evisceradas no dia zero de estocagem foi de 6,9, caiu para 6,0 no primeiro dia e subiu gradativamente, até alcançar 7,9 no 20º dia de estocagem. Sales (1988) e Siqueira (2001), em estudos desenvolvidos em tilápia, observaram que desde o primeiro dia de estocagem os valores médios de pH encontravam-se fora dos limites, respectivamente, 6,7 e 6,6. Entretanto, Zúniga et al. (2005) encontraram o valor de pH superior ao permitido pela legislação somente no 21º dia de armazenamento (6,9).

Diversos autores relatam que um dos motivos para o pescado ser mais suscetível ao processo de deterioração é a diminuição do pH devido, além do crescimento bacteriano, à ação de enzimas autolíticas (GEROMEL; FORSTER, 1982; VIEIRA et al., 2004; SÁNCHEZ-CASCADO, 2005).

Com relação aos diferentes resultados de pH obtidos, Huss (1998) descreveu que diversos fatores podem influenciar na glicólise *post mortem* e, conseqüentemente no pH, como a espécie, o estado nutricional, a quantidade e grau de esgotamento de pescado no momento da morte.

O pH final da carne do pescado após sua morte está relacionado com a quantidade de glicogênio disponível. A diminuição do pH é consequência da conversão do glicogênio em ácido láctico (FRAZIER; WESTHOFF, 1993), levando em consideração que quando o peixe está vivo o pH muscular está próximo da neutralidade (HUSS, 1998). Segundo Ascar (1985) a análise de pH é realizada para

determinar a quantidade de ácidos que se encontra em um determinado alimento, visto que é um fator importante para a conservação do alimento por limitar o crescimento de microrganismos. Por esse motivo, as bactérias estimulam a produção de aminas como mecanismo de proteção (SILLA-SANTOS, 1996).

Os resultados da análise de H₂S foram negativos em todas as amostras em todos os tempos de estocagem. Isso pode ser explicado pela possível ausência de bactérias do gênero *Pseudomonas*, o que poderia ser confirmado por análises bacteriológicas não realizadas neste estudo. Segundo Nickelson, McCarthy e Finne (2001), grande parte da deterioração dos peixes ocorre pela ação das bactérias desse gênero, que metabolizam várias substâncias no tecido muscular do peixe originando produtos relacionados à formação de odores e sabores desagradáveis, tais como H₂S e TMA. Tal fato pode ser confirmado pela rejeição das amostras pelos julgadores somente a partir do 14º dia de estocagem, quando houve alteração no odor das brânquias (rançoso). A legislação brasileira considera como deteriorado e, portanto, impróprio para consumo, o pescado com reação positiva para H₂S (BRASIL, 1981). Tavares et al. (1988) verificaram que 62% das amostras estavam em estágio avançado de deterioração por meio da reação positiva para o gás sulfídrico em pescadinha (100%), congro e merluza (88%), namorado e pescada (75%), castanha, corvina e linguado (50%). Ali e Karunasagar (1992) estudaram carpa *Ciprinus carpio carpio*, na Índia, e observaram produção de H₂S desde o tempo zero até os 14 dias de estocagem, atribuindo o fato à presença de *Aeromonas* sp. Nesse estudo o percentual para as bactérias *Aeromonas* sp. e *Pseudomonas* sp. foi de 48% e 34%, respectivamente e, a bactéria *Aeromonas* sp. apresentou comportamento deteriorador no tempo zero. Hiluy et al. (2003) utilizaram a prova para H₂S como condenatória de peixes analisados em empresas pesqueiras de beneficiamento e no comércio varejista de Fortaleza, Brasil. Como neste estudo todo o período de estocagem foi mantido sob controle, pode-se afirmar que não houve falhas da cadeia de frio que pudessem propiciar a produção de H₂S pela atuação de bactérias mesofílicas.

CONCLUSÕES

Considerando o protocolo QIM e os resultados evidenciados nos parâmetros físico-químicos, o prazo de validade comercial estipulado para piramutaba quando mantida sob temperaturas de refrigeração (0 ± 1 °C) foi de 10 dias, sendo a avaliação sensorial eficiente na observação dos padrões de identidade e qualidade para peixe fresco.

O valor de 20,00 mgN/100g para Bases Voláteis Totais foi estabelecido como limite de aceitação em piramutaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. G.; FREITAS, M. Q.; JESUS, E. F. O; SÃO CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; BORGES, A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado. *Revista Ciência Rural*, v.38, n.2. Santa Maria, março/abril. 2008.

ALI, A.; KARUNASAGAR, I. Bacteriological changes during iced storage of the tropical fresh water carp *Labeo rohita*. *Fisheries Research*, v.13, n. 2, p.189-197, 1992.

AQUINO, K. F. Variabilidade genética da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Siluriformes:Pimelodidae) no Sistema Estuário-Amazonas-Solimões. *Biota Neotropical*, Campinas, v.6, n.1, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167606032006000100021&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 novembro 2008.

ASCAR, J. M. *Alimentos: Aspectos bromatológicos e legais*. São Leopoldo (RS): UNISINOS, 1985.

BAIXAS-NOGUERAS, S.; BOVER-CID, S.; VECIANA-NOGUÉS, M. T.; VIDALCAROU, M. C. Chemical and sensory changes in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) under refrigeration (6-8 °C) and stored ice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 50, p. 6504-6510, 2002.

BARTHEM, R.B. A Pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira. 2003. Disponível em: http://ns.rc.unesp.br/ib/ecologia/petrere/text_os_arquivos/barthem2003.pdf. Acesso em: 09/11/2008.

BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. *Boletim do ITAL*, v. 22, p. 169-192, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). *Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. I. Métodos físico-químicos*. Brasília-DF, 1981.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1.952, alterado pelos decretos nº 1.255 de 25 de julho de 1.962, nº 1.236 de 02 de setembro de 1.994, nº 1.812 de 08 de fevereiro de 1996, nº 2.244 de 04 de junho de 1.997. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – R.I.I.S.P.O.A. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2007.

BRESSAN, M.C.; PEREZ, J.R.O. *Tecnologia de Carnes e Pescados*. Lavras, 2000. 225 f: Especialização (Curso de Pós- Graduação “Lato Sensu” Especialização a Distância. Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado). FAEPE, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2000.

BRITTO, E. N.; LESSI, E.; CARDOSO, A. L.; FALCÃO, P. T.; SANTOS, J. G. Deterioração bacteriológica do jaraqui *Semaprochilodus* spp capturado no Estado do Amazonas e conservado em gelo. *Acta Amazônica*, v. 37, n. 3, p. 457-464, 2007.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. *Bioquímica de pescado e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 409.

FLICK, G. J.; GRANATA, L. A. Biogenic Amines in Foods. In: DABROWSKI, W. M.; SIKORSKI, Z. E. (Eds.). *Toxins in Food. Chemical and Functional Properties of Food Components Series*. CRC Press., 2005, p. 121-154.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). 2001. Scombrototoxin (histamine) formation. Ch. 7. In *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*. 3rd ed., p. 83-102. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>. Acesso em 03 de novembro de 2009.

FRASER, O. P.; SUMAR, S. Compositional changes and spoilage in fish (Parte II) microbiological induced deterioration. *Nutrition and Food Service*, n. 6, p. 325-329, nov-dez, 1998.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. *Microbiología de los alimentos*. 4 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 681 p.

GEROMEL, E. J.; FORSTER, R. J. *Princípios fundamentais em tecnologia de pescados*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. 1982. 127 p.

GIANNINI, D. H. Determinación de nitrógeno básico volátil (NBV) em pescado: Consideraciones Generales. *Alimentaria*, Madrid, v. 40, n. 343, p. 49 – 54, 2003.

GUIMARÃES O. J. SALES, R. O. MONTEIRO, J. C. S. Análise química, microbiológica e organoléptica da tilápia do Nilo (*Sarotherodon nilotic*), conservada em gelo. *Revista Ciência Agronômica*. v. 19, n. 1, p. 147-151, 1988.

HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, v. 5, p. 42-49, 1994.

HILUY, D. J.; FORTUNA, M. I.; ARAÚJO FERNANDES, A. R. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da comercialização do pescado em Fortaleza – CE. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, v. 1, p. 259, 2003.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento Técnico de Pesca 348. Roma, 1998. 202 p.

HUSS, H. H. *Quality and quality changes in fresh fish*: FAO: Fisheries Technical, Paper n. 348. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 193 p.

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

LOVE, R. M. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: HALL, G. M. *Fish processing technology* – Glasgow: Bleckie Academic e Professional, 1992. p. 1-31.

NICKELSON, R. ; McCARTHY, S.; FINNE, G. Fish, crustaceans and precooked seafoods. DOWNES, F. P>; ITO, K. *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. 4 ed. Washington. APHA, 2001. 676 p.c. 48, p. 497-505.

OETTERER. M. Proteínas do pescado - processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D´ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Barueri: Manole, 2006, p. 99-134.

OGAWA, N.B.P.; MAIA, E.L. *Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Livraria Varela, 1999. 430 p.

PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 720-725, 2005.

RODRÍGUEZ, O.; LOSADA, V.; AUBOURG, S. P.; BARROS-VELÁZQUEZ, J. Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity. *Food Research International*, v.37, p.749-757, 2004.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, v.34, n.5, p.441-447, 2001.

SAAID, M.; SAAD, B.; HASHIM, N.H.; ALI A, S.M.; SALEH, M.I. Determination of biogenic amines in selected Malaysian food. *Food Chemistry*. v. 113, p. 1356-1362, 2009.

SALES, R.O. Avaliação do estado de frescor do pescado capturado em água doce e mantido sob refrigeração, no açude de Orós, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v. 19, n. 2, p. 109-115, 1988.

SÁNCHEZ-CASCADO, S. P. *Estúdio de alternativas para la evolución de La frescura y La calidad Del boquerón (Engraulis encrasis holus) y sus derivados*. Barcelona, 2005. 287 f. Tese (Programa de Doctorado Nutrición, Tecnología e Higiene de los Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universitat de Barcelona, Barcelona, 2005.

SANCHEZ, L.; GOMES, M. I. F. V.; SASE, L. E. Armazenamento da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1940) resfriadas. I. Evolução da Composição Química e Alguns Indicadores de Frescor. *Alim. Nutr.*, São Paulo, v.2, p. 73-82, 1990.

SCHUTZ, D. E.; CHANG, G. W.; BJELDANES, L. F. Rapid thin layer chromatographic method for the detection of histamine in fish products. *Journal of the AOAC*. v. 59, n. 6, p. 1224 – 1225, 1976.

SILLA-SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 29, p. 213-231, 1996.

SILVA, C. C. G.; PONTE, D. J. B.; DAPKEVICIUS, M. L. N. E. Storage temperature effect on histamine formation in big eye tuna and skipjack. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 4, p. 644 – 647, 1998.

SIQUEIRA, A. A. C. Z. *Efeito da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (Oreochromis niloticus)*. Piracicaba, 2001. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SOARES, V. F. M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G. et al. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 18, n.4, p.462 – 470, 1998.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS (SAS). *SAS® User's Guide*. Cary: SAS Institute Inc. 1985, 959 p.

STONE, H.; SIDEL J. L. *Sensory evaluation practices*. Academic Press, Inc. New York. 1993. p.338.

TAHA, P. Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG – Penha Pescados S.A. In: SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE PESCADO. 1988, Santos. *Anais...* Santos: Leopoldianum e Loyola, 1988, p. 210-216.

TAVARES, M. et al. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado. In: SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE PESCADO. 1988, Santos. *Anais...* Santos: Leopoldianum e Loyola, 1988, p. 117-134.

TIMM, M.; JORGENSEN, B. M. Simultaneous determination of ammonia, dimethylamine, trimethylamine and trimethylamine-oxide in fish extracts by capillary electrophoresis with indirect UV-detection. *Food Chemistry*, Denmark, v. 76, n. 4, p. 509-518, 2002.

VIEIRA, R.H.F. et al. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado*. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 380 p.

XAVIER, F. G.; RIGHI, D.; BERNARDI, M. M. Histamina, serotonina e seus antagonistas. In: SPINOSA, H. S.; GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 2007, p. 215-224.

ZÚNIGA, N. O. C. et al. *Determinação do prazo comercial da tilápia (Oreochromis niloticus) eviscerada e estocada temperatura de 0 °C com base na contagem de bactérias aeróbias mesófilas e determinação de pH*. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 2005. CD-ROM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado no protocolo de Índice de Qualidade (IQ) e nos resultados evidenciados com relação as análises bacteriológicas e os parâmetros físico-químicos no presente estudo, considera-se:

- Que o protocolo IQ elaborado foi adequado para avaliação da piramutaba inteira estocada em gelo (0 ± 1 °C).
- Que o prazo de validade comercial estipulado para a piramutaba inteira quando mantida sob temperatura de refrigeração (0 ± 1 °C) foi de 10 dias, correspondendo a um IQ máximo de 10.
- A sugestão do valor de 20 mg – N/100g como limite de aceitação para Bases Voláteis Totais em peixes de água doce, bem como ajustar a classificação para o estado de qualidade desses peixes, conforme os resultados de BVT e baseada na classificação de Ogawa e Maia (1999), ou seja para peixes em bom estado de conservação (5 - 10 mg N/100g); peixes com frescor razoável (10 - 19 mg N/100g); e peixes com perda de qualidade (a partir de 20 mg N/100g).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABABOUC, L. H. et al. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food microbiology*, v. 13, p. 123-132, 1996.

ABREU, M. G.; FREITAS, M. Q.; JESUS, E. F. O; SÃO CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; BORGES, A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado. *Revista Ciência Rural*, v. 38, n 2, Santa Maria, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução Nº12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rde.htm. Acesso em: 28 de setembro de 2010.

AGNESE, P. A.; OLIVEIRA, M. V.; SILVA, O. P .P; OLIVEIRA, A.G. Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Enumeração de Coliformes Fecais e Totais, em Peixe Fresco Comercializado no Município de Seropédica RJ. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 13, n. 88, p. 67 – 70, 2001.

ALBINATI, E. B. Aquicultura: Cadeia Produtiva e a Inserção do Médico Veterinário e do Zootecnista. *Revista – Conselho Federal de Medicina Veterinária – CFMV*. Brasília. Ano 13, n. 40, p. 9 -13, 2007.

ALI, A.; KARUNASAGAR, I. Bacteriological changes during iced storage of the tropical fresh water carp *Labeo rohita*. *Fisheries Research*, v.13, n. 2, p. 189-197, 1992.

AMANAJÁS, P. P. *Determinação dos compostos básicos totais do pescado e o seu potencial para avaliação do frescor*. 1985. 110 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.

ANDRADE, P. F. *Avaliação do prazo de vida comercial do atum (Thunnus atlanticus) armazenado sob refrigeração*. Niterói, 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária – Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

AQUINO, K. F. Variabilidade genética da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Siluriformes:Pimelodidae) no Sistema Estuário-Amazonas-Solimões. *Biota Neotropical*, Campinas, v.6, n.1, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167606032006000100021&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 novembro 2008.

ARRUDA, G. A. *Manual de Boas Práticas*. vol. II – Unidade de alimentação e Nutrição. São Paulo, SP; Ed. Ponto Crítico, 2002.

ASCAR, J. M. *Alimentos: Aspectos bromatológicos e legais*. São Leopoldo (RS): UNISINOS, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Normas ABNT – Definições das etapas básicas dos fluxos de operações em estabelecimentos produtores /fornecedores de alimentos*. NBR 12806/93. 1993. 8p.

BAIXAS-NOGUERAS, S.; BOVER-CID, S.; VECIANA-NOGUÉS, M. T.; VIDAL-CAROU, M. C. Chemical and sensory changes in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) under refrigeration (6-8 °C) and stored ice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 50, p. 6504-6510, 2002.

BARBOSA, A.; VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, v.15, p. 161-168, 2004.

BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends in food Science and Technology*, v. 6, p. 341-346, 1995.

BARROS, C.G. Perda da Qualidade do Pescado, Deterioração e Putrefação. *Revista – Conselho Federal de Medicina Veterinária – CFMV*. Brasília, v. 2, n.30, p. 59 –66, 2003.

BARTHEM, R.B. A Pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira. Disponível: http://ns.rc.unesp.br/ib/ecologia/petrere/text_os_arquivos/Barthem2003.pdf. Acesso em 09/11/2008.

BARTHEM, R. B; FABRÉ, N. N. *O manejo da pesca dos grandes Bagres Migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas*. PROVARZEA/IBAMA, Manaus-AM, 2005.

BARTHEM, R. B; GOULDING, M. *Os Bagres balizadores-Ecologia, Migração e Conservação de Peixes Amazônicos*. Tefé, AM: Sociedade Civil de Mamirauá; CNPq Brasília, 1997.140p.

BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. *Boletim do ITAL*, v. 22, p. 169-192, 1985.

BONILLA, A. C.; SVEINSDÓTTIR, K. MARTINSDÓTTIR, E. Development of quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, v.18, p. 352-358, 2007.

BOTTA, J. R. Chemical methods of evaluating freshness quality. *Evaluation of seafood freshness quality*. New York: VCH, 1995, p.9-33.

BOTTA, J. R. Freshness quality of seafoods: a review. In: SHAHIDI, F.; BOTTA, J. R. *Seafoods: chemistry, processing technology and quality*. London: Blackie, 1994. p. 140-167.

BOVER-CID, S.; IZQUIERDO-PULIDO, M.; VIDAL-CAROU, M.C. Mixed starter cultures to control biogenic amine production in dry fermented sausages. *J. Food Protec.*, v.63, p.1556-1562, 2000.

BRASIL. Decreto no. 30691 de 29/03/52. *Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal*. Brasília: SIPA, DICAR, Ministério da Agricultura, 1952.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). *Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. I. Métodos físico-químicos*. Brasília-DF, 1981.

_____. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria nº 185 de 13/05/1997. *Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

_____. Leis e Decretos, etc. Resolução RDC n.12 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília – DF, n.7-E, seção 1, p.45-53, 10 de janeiro de 2001.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. *Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Set. 2003.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MMA nº 6, de 07/07/2004. Estabelece o período de defeso para a pesca de arrasto de Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), limita a frota pesqueira que opera na captura de Piramutaba (ordem Siluriforme) na Foz dos Rios Amazonas e Pará e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 2 paginas.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1.952, alterado pelos decretos nº 1.255 de 25 de julho de 1.962, nº 1.236 de 02 de setembro de 1.994, nº 1.812 de 08 de fevereiro de 1996, nº 2.244 de 04 de junho de 1.997. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e

Sanitária de Produtos de Origem Animal – R.I.I.S.P.O.A. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2007.

BRESSAN, M.C.; PEREZ, J.R.O. *Tecnologia de Carnes e Pescados*. Lavras, 2000. 225 f: Especialização (Curso de Pós- Graduação “Lato Sensu” Especialização a Distância. Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado). FAEPE, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2000.

BRITTO, E. N.; LESSI, E.; CARDOSO, A. L.; FALCÃO, P. T.; SANTOS, J. G. Deterioração bacteriológica do jaraqui *Semaprochilodus* spp capturado no Estado do Amazonas e conservado em gelo. *Acta Amazônica*, v. 37, n. 3, p. 457-464, 2007.

BURGESS, W. M. Atlas of freshwater and marine catfishes. *A preliminary survey of the Siluriformes*. Neptune City, EUA: T.F.H. Publications, 1989. 784 p.

CARMO, F. B. T.; MÁRSICO, E. T.; SÃO CLEMENTE, S. C.; CARMO, R. P.; FREITAS, M. Q. Histamina em conservas de sardinha. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 174-180, 2010.

CHAMPAGNE, C. P.; LAING, R. R.; ROY, D.; MAFU, A. A.; GRIFFITHS, M. W. Psychrotrophs in dairy products: their effects and their control. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 34, p. 1-30, 1994.

CHAVES, J. B. P. *Análise sensorial. Histórico e desenvolvimento*. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1993.

COMISSÃO NACIONAL INDEPENDENTE SOBRE OS OCEANOS (CNIO). *O Brasil e o Mar no Século XXI: Relatório aos tomadores de Decisão do País*. Rio de Janeiro, 1998. Comissão Nacional Independente Sobre os Oceanos. 408p.

CONNEL, J. J. *Control de la calidad del pescado*. Zaragoza: Acribia, 1988.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

COUSIN, M. A.; JAY, J. M.; VASAVADA, P. C. Psychrotrophic Microorganisms. In: DOWENS, F. P.; ITO, K. APHA. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4. ed. American Public Health Association (APHA). Washington – DC, 2001. 676 p. c. 13, p. 159-165.

DONHAUSER, S.; WAGNER, D.; GEIGER, E. Biogenic amines: significance, occurrence and assessment. *Brawelt International*, v. 11, p. 100-107, 1993.

ECONOMOU V. Changes in histamine and microbiological analyses in fresh and frozen tuna muscle during temperature abuse. *Food Addit Contam. Ioannina*, v. 24, n. 8, p. 820, 2007.

EMBORG, J.; DALGAARD, P. Formation of histamine and biogenic amines in cold-smoked tuna: an investigation of psychrotolerant bacteria from samples implicated in cases of histamine fish poisoning. *J Food Prot.*, Denmark, v. 69, n. 4, p. 897-906, 2006.

ERKAN, N.; ÖZDEN, Ö. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 43, p. 1549-1559, 2008.

FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S.; SANTOS, G.M.. *Peixes comerciais no médio Amazonas Região de Santarém-PA*. Edições IBAMA, Brasília, 1998. 311 p.

FINCO, M. V. A.; ABDALLAH, P. R. Análise da atividade Pesqueira no município de Rio Grande e sua inserção no modelo de educação ambiental. *Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 2000.

FLICK, G. J.; GRANATA, L. A. Biogenic Amines in Foods. In: DABROWSKI, W. M.; SIKORSKI, Z. E. (Eds.). *Toxins in Food. Chemical and Functional Properties of Food Components Series*. CRC Press., 2005, p. 121-154.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros: Documento Técnico de Pesca 334. Roma, 1997. 174p. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 9 de novembro de 2008.

_____. *El Estado Mundial de La Pesca e La Acuicultura 2008*. Roma: FAO, 2009.

_____. *The State of World Fisheries and Agriculture*. Roma, 2000. Disponível em: <http://usiinfo.state.gov/journals>. Acesso em: 9 de novembro de 2008.

_____. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. 2005.

_____. World fisheries production, by capture and aquaculture, by country (2007). Disponível em: <http://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-Oa.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2009.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. 2001. *Scombrototoxin (histamine) formation*. Ch. 7. In *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*. 3rd ed., p. 83-102. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>. Acesso em 03 de novembro de 2009.

FRANCO, B. D. G. M. *Tabela de composição química dos alimentos*. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999, 44 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF M. *Microbiologia dos alimentos*. Ed. Atheneu, 1999. 182 p.

FRASER, O. P.; SUMAR, S. Compositional changes and spoilage in fish (Parte II) microbiological induced deterioration. *Nutrition and Food Service*, n. 6, p. 325-329, 1998.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. *Microbiología de los alimentos*. 4 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 681 p.

FRÉDOU, F. L.; MOURÃO, K.; BARBOSA, C.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S.; THOMPSON, R. *Caracterização das pescarias industriais da costa norte do Brasil*. 2009. 77 f. Dissertação de Mestrado.

GEOBRASIL. *O estado dos recursos pesqueiros: pesca extrativa e aqüicultura*. Relatório Oficial do Brasil sobre Recursos Pesqueiros no Rio + 10. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 9 de novembro de 2008.

GERMANO, M. I. S. *Treinamento de Manipuladores de Alimentos: fator de segurança alimentar e promoção da saúde*. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. *Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos*. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

GEROMEL, E. J.; FORSTER, R. J. *Princípios fundamentais em tecnologia de pescados*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. 1982. 127p.

GIANNINI, D. H. Determinación de nitrógeno básico volátil (NBV) em pescado: Consideraciones Generales. *Alimentaria*, Madrid, v. 40, n. 343, p. 49 – 54, 2003.

GINGERICH, T. M. et al. Biogenic amine survey and organoleptic changes in fresh, stored, and temperature-abused bluefish (*Pomatomus saltatrix*). *Journal of Food Protection*, v. 62, n. 9, p. 1033-1037, 1999.

GLÓRIA, M. B. A. Biocline amines. In: H. Hui; L.L. Nolet. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Ed. Marcel Dekker, v. 4, p. 1-38, 2005.

GRAHAM, J.; JOHNSTON, W. A.; NICHOLSON, F. J. El hielo en las pesquerías. FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Documento Técnico Pesca 331. Roma, 1993. 95p. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 28 de agosto de 2010.

GRAM, L., DALGAARD, P. Fish spoilage bacteria-problems and solutions. *Current Opinion in Bacteriology*, v. 13, p. 262-266, 2002.

GRAM, L.; HUSS, H. H. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, v. 33, n.1, p. 121-137, 1996.

GRAM, L.; OUNDO, J. O.; BON, J. Storage of Nile perch (*Lates niloticus*) in relation to temperature and initial bacterial load. *Tropical Science*, v. 29, p. 221-236, 1989.

GUIMARÃES O. J. SALES, R. O. MONTEIRO, J. C. S. Análise química, microbiológica e organoléptica da tilápia do Nilo (*Sarotherodon nilotic*), conservada em gelo. *Revista Ciência Agronômica*. V. 19, n. 1, p. 147-151, 1988.

HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, v. 5, p. 42-49, 1994.

HAYES, P. R. *Microbiologia e Higiene de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia, 1993. 369 p.

HILUY, D. J.; FORTUNA, M. I.; ARAÚJO FERNANDES, A. R. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da comercialização do pescado em Fortaleza – CE. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, v. 1, p. 259, 2003.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento técnico de pesca 348. Roma, 1998. 202 p.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 1999.

HUSS, H. H. *Garantía da qualidade dos produtos da pesca*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento técnico sobre as pescas 334. Roma, 1997, 176 p.

HUSS, H. H. *Quality and quality changes in fresh fish: FAO fisheries technical paper 348*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 193 p.

HUSS, H. H.; JAKOBSEN, M.; LISTON, J. *Quality assurance in the fish industry. Proceedings of the final meeting of the concerted action "evaluation of fish freshness"* AIR3CT942283. Nantes, 1997. International Institute of Refrigeration. p. 297-305.

INSTITUTO AQUAMAZON. Informativo Nº 08 - Janeiro/Fevereiro 2010, Belém/PA.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Estatística da pesca 2002. Brasil: grandes regiões e unidades da Federação. Tamandaré, 2004. 129 p. Disponível em: 9 de novembro de 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Estatística da pesca 2007. Brasil grandes regiões e unidades da Federação. Brasília, 2007. 113 p.

_____. *Síntese da situação da pesca extrativa marinha no Brasil*. Brasília, 2003. 53 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 9 de novembro de 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. University of Toronto Press, Toronto. 1974.

_____. *Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. 2 Ed. Blackwell Scientific Publications, 1986.

JAY, M.J. *Microbiologia de Alimentos*. 6 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

JESUS, R. S. et al. Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.21, p.144-148, 2001.

KABA, N. The determination of technology, storage of surimi production from anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 6, p. 29-35, 2006.

KIM, S.; BEM-GIGIREY, B.; VELÁZQUEZ, J. B.; PRICE, R.; AN, H. Histamine and biogenic amine production by *Morganella morgani* isolated from temperature abused albacore. *Journal of Food Protection*, v. 63, n. 2, p. 244-251, 1997.

KOMPRDA, T.; SMĚLÁ, D.; PECHOVÁ, P.; KALHOTKA, L.; ŠTENCL, J.; KLEJDUS, B. Effect of starter culture, spice mix and storage time and temperature on biogenic amine content of dry fermented sausages. *Meat Science*, Amsterdam, v. 67, n. 4, p. 607-616, 2004.

LANGE, J.; THOMAS, K.; WITTMAN, C. Comparison of a capillary electrophoresis method with high-performance liquid chromatography for the determination of biogenic amines in various food samples. *Journal of Chromatography B.*, v. 779, p. 229-239, 2002.

LAPA-GUIMÃRES, J. Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e uréia como índices químicos de qualidade e frescor do pescado. Campinas, 2005. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

LEDERLE, J. *Enciclopédia moderna de higiene*. São Paulo: Manole Dois, 1991.

LEHNINGER, A. L. *Princípios de bioquímica*. 3 ed. São Paulo. 2002. 735 p.

LEITÃO, M. F. F. Deterioração microbiológica do pescado e sua importância em Saúde Pública. *Revista Higiene Alimentar*, v. 3, n.3/4, p. 143-152, 1984.

LEITÃO, M. F. F. Histamina em pescado e outros alimentos de origem animal. *Boletim Instituto Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 121-133, 1980.

LEITÃO, M. F. F.; BALDINI, V. L.; SALES, A. M. Histamina em pescado e alimentos industrializados. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 13, p. 123-130, 1983.

LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em alimentos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 33, p. 70-79, 1999.

LOVE, R. M. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: HALL, G. M. *Fish processing technology* – Glasgow: Bleckie Academic e Professional, 1992. p. 1-31.

LUDORFF, W.; MEYER, V. *El pescado y los productos de la pesca*. 2.ed. Zaragoza: Editora Acribia, 1978. 342 p.

MARRAKCHI, A. E.; BENNOUR, M.; BOUHRITI, N.; HAMAMA, A.; TAGAFIT, H. Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Journal of Food Protection*. Des Moines, v. 53, n. 7, p. 600-605, 1990.

MÁRSICO, E. T. ; SILVA, C. ; BARREIRA, V. B. ; MANTILLA, S. P. S. ; MORAES, I. A. Parâmetros físico-químicos de qualidade de peixe salgado e seco. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* (Impresso), v. 68, p. 406-410, 2009.

MARTINS, C. V. B.; VAZ, S. K.; MINNOZO, M. G. Aspectos sanitários de pescados comercializados em “pesque-pagues” de Toledo (PR). *Revista Higiene Alimentar*, v.16, p.51-56, 2002.

MEIRA, D. R.; MARTINS, D. A.; OLIVEIRA, F. S.; MEIRA, J. T. Características físico-químicas do pescado fresco. Analisado no Serviço de Orientação à alimentação pública (SOAP) – UNESP – Botucatu. *Revista Higiene Alimentar*, São Paul, v. 13, n. 61. p. 70-73, 1999.

MONTEIRO, M. L. G. *Validade comercial de filés de tilápia do nilo (Oreochromis niloticus) resfriados tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada* Niterói, 2010. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2010.

MORGA, A. *Avaliação do índice de frescor da Pescada Foguete, Macrodon ancylodon, conservada em gelo*. 1975. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1975.

MORTON, R. D. Aerobic Plate Count. In: DOWENS, F. P.; ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4 ed. American Public Health Association (APHA). Washington – DC, 2001. 676 p. c. 7, p. 63-67.

MUNDUNKUN, M.K.; ANTONY, P.D.; NAIR; N.R. A review on autolysis. in fish. *Fisheries Research*, v.4, p. 259-269, 1986.

MUSGROVE, R.; CARRAGHER, J.; MATHEUS, C.; SLATTERY, S. Value – adding Australian sardine: factors affecting rates of deterioration in sardine (*Sardinops*

sagax) quality during post – harvest handling. *Food control*, v.18, p. 1372-1382, 2007.

NELSON, J. S. *Fishers of the world*. 3 ed: John Wiley & Sons, Inc. USA, 1994. 600p.
NICKELSON, R.; McCARTHY, S.; FINNE, G. Fish, crustaceans and precooked seafoods. DOWNES, F. P>; ITO, K. *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. 4 ed. Washington. APHA, 2001. 676 p. c. 48, p. 497-505.

NORT, E. Importância do controle físico na qualidade do pescado. In: *Controle de Qualidade do Pescado*. Santos: Leopoldianum, 1988, p. 135-144.

NUNES, A. M. N. Qualidade dos pescados. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.8, n.32, p.5-9, 1994.

OETTERER, M. Proteínas do pescado - processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D'ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Barueri: Manole, 2006, p. 99-134.

OGAWA, N. B. P.; MAIA, E. L. *Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Livraria Varela, 1999. v.1, 430 p.

OLAFSDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLAGER, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, G.; NIELSEN, J.; NIELSEN, H. Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action "Evaluation of Fish Freshness". Nantes, 1997. *International Institute of Refrigeration*. p. 287-296. 396 p.

OLIVEIRA, V. M. Estudo da qualidade do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Niterói, 2005. 91 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de POA), Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

ORDÓÑEZ, J. A. *Tecnologia de Alimentos*. São Paulo: 2005, Ed Artmed, v. 2, c. 12, 280 p.

PEDROSA-MENABRITO, A.; REGENSTEIN, J. M. Shelf-life extension of fresh fish – a review part II – preservation of fish. *J. F. Quality*, v. 13, p. 209-223, 1990.

PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F.F. *Enciclopédia agrícola brasileira*: CD-ROOM, Volumen 2. Ed. USP, 1998.

PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 720-725, 2005.

PEREIRA, F. R. B. M. Análise sensorial da piramutaba (*Brachyplastystoma vaillantii* – Valenciennes, 1840) como crédito de aceitação em entreposto de pescado. 2009.

Monografia (Bacharel em Medicina Veterinária). Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Belém/PA. 2009.

PETREIRE, M. J.; BATISTA, V. S.; FREITAS, C. E. C.; ALMEIDA, O. T.; SURGIK, A. C. S. *O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento à indústria da pesca / Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea*. Manaus: Ibama / Pró Várzea, 2007.

POMBO, C. R.; MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; GUIMARÃES, C. F. M.; CRUZ, A. M. P.; PARDI, H. S. Salted and fermented fish processes evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 44, p. 2100-2105, 2009.

PRINCE, R. J. Compendium of fish and fishery product. Processing methods, hazards and controls. *National seafood HACCP alliance for training and education*. FDA, 1997. Disponível em: <http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/compend.html>.

PROCÓPIO, R. C. O. *Ocorrência de bactérias formadoras de histamina em tunídeos utilizados para enlatamento*. Niterói, 2000. 91 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Veterinária. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2000.

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

RODRIGUES, K. L.; GOMES, J. P.; CONCEIÇÃO, R. C. S.; BRAD, C. S.; CARVALHO, J. B.; ALEIXO, J. A. G. Condições higiênico-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em Pelotas - RS. *Revista Ciência e Tecnologia Alimentar*. v. 23, n. 3, p. 447-452, 2003.

RODRÍGUEZ, O.; LOSADA, V.; AUBOURG, S. P.; BARROS-VELÁZQUEZ, J. Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity. *Food Research International*, v. 37, p. 749-757, 2004.

ROIG, A. X. Amines and food safety: the issues for Work Package I. In: MORGAN, D. M. L.; HIRVI, T.; DANDRIFOSSE, G.; DELOYER, P.; WHITE, A. (Eds.). Health implications of dietary amines: review of current status. Belgium: [s.n.], 2004. Disponível em: http://bookshop.europa.eu/eubookshop/FileCache/PUBPDF/KINA20928ENC/KINA20928ENC_002.pdf. Acesso em: 15 outubro de 2010.

RUIVO, U.E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado. *Controle de qualidade de pescado*. São Paulo: Edições Loyola, p. 69-80, 1988.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, v. 34, n. 5, p. 441-447, 2001.

SA Aid, M.; SAAD, B.; HASHIM, N.H.; ALI A, S.M.; SALEH, M.I. Determination of biogenic amines in selected Malaysian food. *Food Chemistry*. n. 113, p. 1356-1362, 2009.

SALES, R.O. Avaliação do estado de frescor do pescado capturado em água doce e mantido sob refrigeração, no açude de Orós, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v. 19, n. 2, p. 109-115, 1988.

SANCHEZ, L.; GOMES, M. I. F. V.; SASE, L. E. Armazenamento da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1940) resfriadas. I. Evolução da Composição Química e Alguns Indicadores de Frescor. *Alim. Nutr.*, São Paulo, 2: 73-82, 1990.

SÁNCHEZ-CASCADO, S. P. Estudio de alternativas para la evolución de la frescura y la calidad del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y sus derivados. Barcelona, 2005. 287 f. Tese (Programa de Doctorado Nutrición, Tecnología e Higiene de los Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universitat de Barcelona, Barcelona, 2005.

SANTOS, C. A. M. L. A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO, 2. 2006. São Vicente / São Paulo. *Anais eletrônicos*. São Paulo, 2006. Disponível em: http://ftp.sp.gov.br/ftppesca/qualidade_pescado.pdf. Acesso: 15 de novembro de 2009.

SCHUTZ, D. E.; CHANG, G. W.; BJELDANES, L. F. Rapid thin layer chromatographic method for the detection of histamine in fish products. *Journal of the AOAC*. v. 59, n. 6, p. 1224 – 1225, 1976.

SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA (SEAP). *Os mercados mundial e nacional do pescado*. Brasília, 2004. Seção dados sobre o pescado. Disponível em: <http://seapesca.agricultura.gov.br>. Acesso em: 9 de novembro de 2008.

SHALABY, A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, v. 29, p. 675-690, 1996.

SHIN-HEE, K., et al. Histamine and Biogenic Amine Production by *Morganella morganii* Isolated from Temperature-Abused Albacore. *Journal of Food Protection*. Oregon, v. 63, n. 2, p. 244-251, 2000.

SIKORSKI, Z. E. *Tecnología de los productos Del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Zaragoza: Acribia, 1990.

SILLA-SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 29, p. 213-231, 1996.

SILVA, C. C. G.; PONTE, D. J. B.; DAPKEVICIUS, M. L. N. E. Storage temperature effect on histamine formation in big eye tuna and skipjack. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 4, p. 644-647, 1998.

SILVA, S. C. *Validade comercial de sardinhas inteiras refrigeradas, avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial*. Niterói, 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária - Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2010.

SIQUEIRA, A. A. C. Z. *Efeito da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (Oreochromis niloticus)*. Piracicaba, 2001. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SMITH, T.A. Amines in food. *Food Chemistry*, v. 6, p. 169-200, 1980.

SMITH, T.A. Amines in food. *Food Chemistry*, v. 8, p. 134-186, 1981.

SOARES, V. F. M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G. et al. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 18, n. 4, p. 462 - 470, 1998.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS (SAS). *SAS® User's Guide*. Cary: SAS Institute Inc. 1985, 959 p.

STONE, H.; SIDEL J. L. *Sensory evaluation practices*. Academic Press, Inc. New York. 1993. p. 338.

SUMNER, J.L.; GORCZYCA, E.; COHEN, D.; BRADY, D. Do Fish from tropical waters spoil less rapidly in ice than fish from temperature waters. *Food Technology*, v. 36, n. 7, p. 328-334, 1984.

SVEINSDÓTTIR, K.; HYLDIG, G.; MARTINSDÓTTIR, E. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, v.14, p. 237-245, 2003.

SVEINSDÓTTIR, K., MARTINSDÓTTIR, G. HYLDIG, B. et al. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, v. 67, n. 4, 2002.

TAHA, P. Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG – Penha Pescados S.A. In: SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE PESCADO. 1988, Santos. *Anais...* Santos: Leopoldianum e Loyola, 1988, p. 210-216.

TAVARES, M.; AUED, S.; BACETTI, L.B; ZAMBONI, C.Q. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado. In: *Controle de qualidade de pescado*.

Kai, M.; Ruivo, U.E. [Trabalhos apresentados em seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado] Editora Leopoldianum. 1988. 303p.

TAYLOR, S.L. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *Critical Reviews in Toxicology*, v. 17, p. 91-128, 1986.

TEIXEIRA, M. S.; BORGES, A.; FRANCO, R. M.; SÃO CLEMENTE, S. C.; FREITAS, M. Q. Método de Índice de qualidade (QIM): desenvolvimento de um protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). *R. bras. Ci. Vet.*, v. 16, n. 2, p. 83-88, maio/ago. 2009.

TIMM, M.; JORGENSEN, B. M. Simultaneous determination of ammonia, dimethylamine, trimethylamine and trimethylamine-oxide in fish extracts by capillary electrophoresis with indirect UV - detection. *Food Chemistry, Denmark*, v. 76, n. 4, p. 509-518, 2002.

TRIQUI, R.; BOUHRITI, N. Freshness assessments of Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*): comparison of overall sensory changes to instrumentally determined volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, p. 7540-7546, 2003.

VECIANA-NOGUÉS, M. T.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP- related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, v. 45, p. 2036-2041, 1997.

VIEIRA, R.H.F. et al. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado*. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 380 p.

XAVIER, F. G.; RIGHI, D.; BERNARDI, M. M. Histamina, serotonina e seus antagonistas. In: SPINOSA, H. S.; GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 2007, p. 215-224.

YAMANAKA, H. Polyamines as potential indexes for freshness of fish and squid. *Food Rev. Int.*, New York, v. 6, n. 4, p. 591-602, 1990.

ZEE, J. A.; SIMARD, R. E.; L'HEUREUX, L. Evaluation of analytical methods for determination of biogenic amines in fresh and processed meat. *Journal of Food Protection*, v. 46, n. 12, p. 1044-1049, 1983.

ZENEON, O.; PASCUCT, N.S.; TIGLEA, P. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ZÚNIGA, N. O. C. et al. *Determinação do prazo comercial da tilápia (*Oreochromis niloticus*) eviscerada e estocada temperatura de 0 °C com base na contagem de bactérias aeróbias mesófilas e determinação de pH*. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 2005. CD-ROM.

7 ANEXO

7.1 PROTOCOLO DE ÍNDICE DE QUALIDADE PARA PIRAMUTABA
(*Brachyplatystoma vaillantii*).

QIM – MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Nome Comercial _____ Nome Científico _____
 Julgador _____ Local _____ Data: __/__/__

Parâmetros		Características	Pt.	Pontos/Deméritos				
				1	2	3	4	5
ASPECTO GERAL	Superfície do corpo	Pigmentação viva, cores vivas	0					
		Perda de brilho, cores mais opacas	1					
		Sem brilhos, cores desvanecidas	2					
	Nadadeiras	Resistentes aos movimentos provocados	0					
		Pouco resistentes aos movimentos provocados	1					
		Sem resistência aos movimentos provocados	2					
	Rigidez	Tenso (rigor)	0					
		Menos tenso (flexível)	1					
		Mole	2					
	Firmeza da carne	Firme, não deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	0					
		Menos firme, deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	1					
		Mole, deixa impressão duradoura à pressão dos dedos	2					
OLHOS	Córnea	Límpida (transparente)	0					
		Ligeiramente opaca	1					
		Leitosa	2					
	Pupila	Bem delineada	0					
		Enevoada e delineada	1					
		Enevoada e sem delineamento	2					
	Forma	Protuberante (convexa)	0					
		Achatada (plana)	1					
		Côncava (afundada)	2					
BRÂNKIAS	Odor	Algas	0					
		Neutro (algas menos intenso)	1					
		Ligeiramente rançoso	2					
	Cor	Vermelho vivo à púrpura	0					
		Menos viva, pálida nas bordas	1					
		Descoradas	2					
	Forma	Íntegra	0					
		Ligeiramente disforme	1					
		Disforme	2					
TOTAL	-	-	0-20					