



Universidade Federal do Maranhão

Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**QUALIDADE DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)
ARMAZENADO EM GELO: MÉTODOS SENSORIAIS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

MÁRCIO LUÍS PONTES BERNARDO DA SILVA

CHAPADINHA

2014

MÁRCIO LUÍS PONTES BERNARDO DA SILVA

**QUALIDADE DO TAMBACUI (*Colossoma macropomum*)
ARMAZENADO EM GELO: MÉTODOS SENSORIAIS,
FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal da Universidade
Federal do Maranhão como
requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Jane Mello Lopes
Co-orientadora: Dra. Fabíola Helena S. Fogaça

Chapadinha

2014

Silva, Márcio Luís Pontes Bernardo da

Qualidade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) armazenado em gelo: métodos sensoriais, físico-químicos e microbiológicos / Márcio Luís Pontes Bernardo da Silva – Chapadinha, 2014.

60f.

Orientador: Prof^o. Dr^a. Jane Mello Lopes

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Maranhão, 2014.

1. Protocolo 2. Qualidade do pescado 3. Vida de prateleira. I. Título

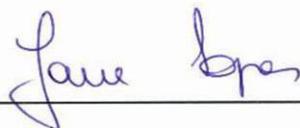
CDU 639.3

MÁRCIO LUÍS PONTES BERNARDO DA SILVA

**QUALIDADE DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) ARMAZENADO EM
GELO: MÉTODOS SENSORIAIS, FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

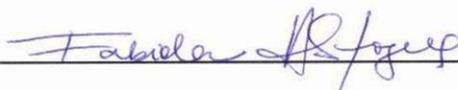
Aprovada em: 26/03/2014

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Jane Mello Lopes (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão



Dra. Fabíola Helena dos Santos Fogaça (Co-orientadora)

EMBRAPA Meio Norte-PI



Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Universidade Federal do Maranhão



Prof. Dr. Rodrigo Maciel Calvet

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

***Aos meus pais, aos meus irmãos, a
minha esposa, aos meus filhos, aos meus
amigos, aos meus professores, que
assumiram o compromisso de trilhar
comigo essa jornada.***

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, por mais uma oportunidade de crescimento moral, intelectual, profissional e espiritual e, por tornar tudo possível;

Aos meus queridos pais, Luismar e Fátima, por me aceitarem nesse plano como seu filho, engradecendo-me com amor, educação e respeito;

À minha esposa Patrícia e, aos meus filhos, Luiza, Junior e Marcela por me ensinarem tantas lições em minha vida;

Aos meus queridos irmãos Marcelus, Márcia e Mércia, por compartilharem comigo a experiência de ser uma família;

A minha orientadora, Profa. Dra. Jane Mello Lopes, que aceitou essa difícil missão de me orientar e, pacientemente, dedicar-se a corrigir meus erros no trabalho;

À minha co-orientadora, Dra. Fabíola Helena dos Santos Fogaça, pela receptividade, amizade, paciência e ensinamentos transmitidos;

Aos professores Dr. Rodrigo Maciel Calvet Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela disponibilidade em participar da banca examinadora;

Aos funcionários da EMBRAPA/Parnaíba, Espedito Barbosa dos Santos (Delegado) e Francisco dos Santos Carvalho (Nenem), pela colaboração nas análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais;

A Dra. Alitiene Moura Lemos Pereira e a Thais Danyelle Araujo pelo auxílio nas análises microbiológicas;

Aos graduandos de Engenharia de Pesca da UFPI, Eduardo, Robson, Sidely, Antônio Marcos, pelo auxílio nas análises sensoriais;

Aos colegas da AGED/MA/Chapadinha, que me receberam de braços abertos durante o período do Mestrado;

À Universidade Federal do Maranhão, pela oportunidade de formação profissional;

À EMBRAPA MEIO NORTE, pela recepção, profissionalismo e disponibilidade de suas instalações para realização deste trabalho;

Ao DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) Piripiri/PI – Estação de Piscicultura Ademar Braga e ao chefe da Piscicultura Sr. Erivelto Teixeira César, pelo fornecimento dos tambaquis para desenvolvimento deste trabalho;

A FAPEMA, pelo financiamento de parte deste projeto de pesquisa;

A todos aqueles que apoiaram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
1	INTRODUÇÃO..... 01
2	REVISÃO DE LITERATURA..... 03
2.1	Atributos de qualidade do pescado..... 03
2.2	Aspectos da degradação do pescado..... 04
2.3	Aspectos sensoriais: o Método de Índice de Qualidade (MIQ)..... 08
3	OBJETIVOS..... 11
3.1	Objetivo geral..... 11
3.2	Objetivos específicos..... 11
4	MATERIAL E MÉTODOS..... 12
4.1	Aquisição de matérias primas, armazenamento e amostragem..... 12
4.2	Desenvolvimento e aplicação do Método de Índice de Qualidade (MIQ)..... 13
4.3	Análises microbiológicas..... 14
4.4	Análises físico-químicas..... 15
4.5	Análises estatísticas..... 15
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 16
6	CONCLUSÕES..... 29
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 30
	APÊNDICES..... 40

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - percentual

± - mais ou menos

μL - microlitro

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 Psicotróficas

cm - centímetro

cm² - centímetro quadrado

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*

EPA – Eicosapentaenoic Acid

FA - formaldeído

FAO - Food and Agriculture Organization

FDA - Food and Drug Administration

g - grama

H - Hidrogênio

HI - histamina

Hx - hipoxantina

ICMSF - International Commission on Microbiological Specifications for Foods

IQ - Índice de Qualidade
K - potássio
Kcal - quilocaloria
Kg - quilograma
Km - quilômetro
Km² - quilômetros quadrados
mg - miligrama
QIM - Método de Índice de Qualidade
mL - mililitro
MMA - Monometilamina
N - normal
NH₃ - Amônia
nº - número
N-TMA - Nitrogênio da Trimetilamina
°C - grau Celsius
OTMA - Óxido de Trimetilamina
P - peso
PCA - Plate Count Agar
pH - Potencial Hidrogeniônico
ppm - parte por milhão
Prob. - probabilidade
PTN - proteína
RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
R² - Coeficiente de determinação
SIF - Sistema de Inspeção Fiscal ou Serviço de Inspeção Federal
spp. - várias espécies
t - tonelada
TMA - Trimetilamina
U - umidade
UFC - Unidade Formadora de Colônia
V - volume

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Escores médios do Índice de Qualidade (IQ) do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....18
- Figura 2** - Escores médios dos atributos de qualidade do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....20
- Figura 3** - Níveis de BVT (mg/100g) e pH do músculo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....21
- Figura 4** - Representação gráfica das médias das CBHAM e CBHAP (log UFC.g-1) em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....22
- Figura 5** - Escores médios dos atributos de qualidade relacionados à textura do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....23
- Figura 6** - Níveis de BVT (mg/100g) do músculo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) armazenado em gelo.....24
- Figura 7** - Níveis de pH do músculo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....26
- Figura 8** - Representação gráfica das médias das contagens das bactérias Pseudomonas, Enterobactérias, Produtoras de H₂S, Mesófilas, Psicotróficas e Psicrófilas (log UFC.g-1), em relação ao período de armazenamento (dias), em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Causas da deterioração do pescado (adaptado de Huss, 1997).....07
- Tabela 2** - Valores médios de peso (g), comprimento (cm) e composição centesimal do tambaqui armazenado em gelo.....13
- Tabela 3** - Protocolo de avaliação do Índice de Qualidade (IQ) desenvolvido para o Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.....17
- Tabela 4** - Modelos de equação linear dos escores dos atributos de qualidade (y) em função do tempo de armazenamento (dias) em gelo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), em dias (x), com seus respectivos coeficientes de determinação (R²) e níveis de probabilidade (p).....20

RESUMO

Este estudo teve como objetivo desenvolver um protocolo baseado no Método de Índice de Qualidade (MIQ) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo e determinar sua vida de prateleira. Foram utilizados 96 exemplares capturados com rede de despesca e abatidos por hipotermia em água com gelo, acondicionados em caixas isotérmicas mantidas em gelo na proporção de 1:1(Kg peixe/gelo), a uma temperatura controlada de 0 ± 1 °C durante 24 dias. Os peixes foram avaliados nos tempos 01, 03, 05, 08, 10, 12, 15, 17, 19, 22, 24 dias de armazenamento em gelo. Realizadas análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. O protocolo desenvolvido apresentou 04 atributos de qualidade, cuja soma totalizou 30 pontos. O pH mostrou pequena variação média de 6,52 a 6,71, do início ao final do experimento. O teor médio de BVT variou de 15,23 mg N.100g⁻¹ a 23,17 mg N.100g⁻¹ não atingindo o valor considerado impróprio para o consumo. As bactérias Mesófilas, Psicrófilas e Psicotróficas mantiveram-se com seus valores médios abaixo de log 10⁶. As bactérias Pseudomonas e Enterobactérias apresentaram seus valores médios entre os experimentos próximos abaixo do limite máximo preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que é log 10⁷ e valores reduzidos de crescimento foram demonstrados por bactérias produtoras de H₂S durante todo o experimento. Para determinação da vida de prateleira o método mostrou-se eficiente para avaliar a perda de qualidade sensorial relacionada com o tempo de armazenamento, indicando um prazo de validade de 22 dias. As análises microbiológicas, com a contagem bacteriana de organismos deterioradores específicos, reforçam os resultados sensoriais, sugerindo que o tempo de vida de prateleira para o tambaqui inteiro armazenado em gelo é de 22 dias.

Palavras-chave: protocolo, MIQ, qualidade do pescado, vida de prateleira.

ABSTRACT

This study aimed to develop a scheme based on the Quality Index Method (QIM) to tambaqui (*Colossoma macropomum*) raw stored in ice that determines its shelf life. It was studied 96 specimens of tambaqui captured with fishing net and slaughtered (killed) by hypothermia in ice and water, it was packed in ice boxes and kept on ice in a 1:1 (Kg fish/ice) ratio at a controlled temperature of 0 ± 1 ° C for 24 days. Fishes were evaluated at time 01, 03, 05, 08, 10, 12, 15, 17, 19, 22, 24 day of ice storage. After sensory, physical-chemistry and microbiological analyses the developed scheme presented 04 quality attributes with a total of 30 points. The pH showed little variation from 6.52 to 6.71, from the beginning to end of the experiment. The average content of BVT changed from 15.23 mg N.100g⁻¹ to 23.17 mg N.100g⁻¹ and it did not reach the amount considered unsafe for consumption. Mesophilic, and Psicotropic bacteria remained with their values below log 10⁶. The experiments with Pseudomonas and Enterobacterias showed their values below the limit recommended by the World Health Organization (WHO) that is log 10⁷, and it was demonstrated by producer bacteria H₂S a growth of values reduced throughout the experiment. Then the method proved to be efficient to assess the loss of sensory quality related to the length of time in storage and it indicated an expiration date of 22 days which determine the shelf life of tambaqui. Microbiological analyzes with specific bacterial counts of deteriorating organisms strengthen the sensory results and it suggests the tambaqui (*Colossoma macropomum*) raw stored in ice is fit for consumption until the 22nd day.

Keywords: Scheme, QIM, Fish Quality, Shelf Life.

1 INTRODUÇÃO

O pescado é um alimento extremamente importante na dieta humana, como fonte de nutrientes (proteína, lipídeos, vitaminas e antioxidantes), com grande variedade de produtos e subprodutos para o consumo humano em que o peixe é o componente principal.

A produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 142 milhões de toneladas em 2008, e 146 milhões de toneladas em 2009, proporcionando um crescimento de 2,81%. O Brasil, com a produção de pescado, contribuiu com 0,81% do total produzido no mundo e, a partir de 2009, passou a ocupar o 18º lugar no ranking dos maiores produtores de pescado (BRASIL, 2010). Segundo a FAO (2009), da proteína animal consumida, o pescado contribui com 15,3% e, em países pobres e com déficit de alimentos, o percentual eleva-se para 18,5%. A média de consumo per capita de pescado no mundo é de 17,2 kg/hab./ano (FAO, 2010), enquanto, no Brasil, fica em torno de 9,75 kg/hab./ano (BRASIL, 2010).

Neste contexto, o crescimento da indústria pesqueira tem demandado a necessidade de estabelecimento de protocolos para indicar a qualidade do pescado, porém alguns métodos são muito demorados e apresentam custos elevados, além de destruir as amostras utilizadas (NUNES et al, 2007). No pescado, em particular, a percepção da frescura pelo consumidor é fator determinante para aceitação e sua comercialização, sendo, na maioria das vezes, o fator limitante (FONTES et al, 2007; TEIXEIRA, 2009).

O pescado exibe um conjunto de características que o diferencia e o torna um produto muito perecível (ALMEIDA et al, 2005). Ele apresenta em sua constituição um elevado percentual de água, teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis, baixo teor de tecido conjuntivo e o pH próximo à neutralidade, que proporciona uma rápida deterioração do produto e perdas econômicas para o setor produtivo (ANDRADE, 2006).

A necessidade em obter métodos de análise mais rápidos e objetivos que pudessem estimar o tempo de prateleira do pescado e que proporcionassem

resultados de fácil entendimento, tanto dos consumidores quanto para as indústrias, levou os pesquisadores a desenvolver o Método de Índice de Qualidade – MIQ. Esse método tornou-se uma ferramenta para avaliação da frescura do pescado, pois se baseia na avaliação sensorial dos diversos atributos de qualidade por meio da atribuição de um escore para cada atributo que varia de zero a dois ou três (ficando o zero como a melhor e o dois ou três como a pior pontuação) (BARBOSA e VAZ PIRES, 2004).

Neste método, segundo Nunes et al (2007), o pescado mais fresco recebe o escore zero e, à medida em que ocorre a deterioração, o escore aumenta. O que diferencia o MIQ dos outros métodos está na sua praticidade, como também no fato do grau de frescura do pescado não ser mensurado com base em uma média ou rejeição do produto por um atributo apenas, mas por um sistema de classificação de pontos de demérito, cuja soma dos pontos constitui o índice de qualidade. Esse grau de frescura está intimamente ligado ao termo “qualidade” do produto oferecido, e como esse termo é muito subjetivo, é compreendido de forma diferente por cada indivíduo.

Alguns sinais específicos ou características próprias de uma espécie, como odor ou aparência das brânquias, por exemplo, podem levar a rejeição do produto por parte do consumidor, mesmo apresentando boas condições para o consumo. Um conjunto de características que podem ser facilmente observadas ou avaliadas pelo consumidor, como textura flácida da carne ou coloração anormal para a espécie, pode indicar o tempo em que o pescado está exposto ou impróprio para o consumo (BARBOSA e VAZ PIRES, 2004; TEIXEIRA, 2009).

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um teleósteo de água doce pertencente à ordem Characiformes, família Serrasalminidae (GÉRY, 1977), sua dieta natural inclui zooplâncton, frutos e sementes, sendo considerado um onívoro com tendência a frugívoro (BALDISSEROTO e GOMES, 2010). É uma espécie Nativa da região amazônica, ocorrendo na Bolívia, Brasil, Colômbia e Venezuela. Apresenta desempenho eficiente em criação intensiva e atinge alto valor de mercado, sendo a espécie dulcícola mais cultivada na Região Norte do Brasil (VAL et al., 2000). Cerca de 30.000 toneladas de tambaqui são consumidas anualmente na cidade de Manaus, o maior centro urbano consumidor da espécie (LIMA e GOMES, 2005). No

Brasil, a produção de tambaqui atingiu 54.313,1 t no ano de 2010, sendo a espécie nativa com maior produção nacional e, juntamente com tambacu e pacu, representaram 24,6% da aquicultura continental (BRASIL, 2010).

Objetivou-se desenvolver e aplicar um protocolo baseado no Método de Índice de Qualidade (MIQ) para avaliar a qualidade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo e determinar seu tempo de prateleira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atributos de qualidade do pescado

A carne do pescado, comercializado de diferentes formas, é o principal produto final da atividade pesqueira e da piscicultura. Porém, a carne do peixe é um alimento extremamente perecível, exigindo especial atenção desde a captura, no que diz respeito às condições sanitárias de armazenamento e conservação do produto (GONZAGA JUNIOR, 2010; GONÇALVES, 2011; MARINHO, 2011).

O termo qualidade possui um conceito multidimensional, no qual um produto pode ser avaliado pelo consumidor através de um conjunto de várias características, a maior parte delas sensoriais (DAROLT et al., 2003). No caso específico do pescado, o termo qualidade está diretamente relacionado ao grau de frescura, ou seja, às características perceptíveis sensorialmente avaliadas pelo consumidor no momento da compra: odor, aspecto geral, coloração dos olhos e das brânquias (BORGES, 2013).

Segundo Rodrigues (2008), o termo qualidade refere-se à aparência estética e ao frescor ou ao grau de deterioração que o pescado sofreu. Também pode estar relacionado com aspectos de segurança, como ausência de bactérias patogênicas, parasitas ou resíduos de compostos químicos.

Más condições de manipulação, armazenamento e transporte do pescado fresco podem acelerar a perda de qualidade e causar até mesmo a deterioração. É sabido que a qualidade e a quantidade são fatores básicos na relação com o mercado consumidor, logo, fatores como temperatura de armazenamento, qualidade

do gelo utilizado e higiene na manipulação devem ser essencialmente observados na conservação do pescado (SANTOS, 2006; GONZAGA JUNIOR, 2010; MARINHO, 2011).

A deterioração do pescado e as principais alterações bioquímicas, físicas, químicas e microbiológicas que ocorrem após o abate, dependem de vários fatores, dentre eles, o método de abate, a contaminação microbiana, a concentração de enzimas endógenas, a espécie, o estado de nutrição, a idade (maturidade sexual), além da manipulação durante o manejo e captura do pescado (RODRIGUES, 2008; GONZAGA JUNIOR, 2010). A temperatura de armazenamento também é um fator importante a ser considerado, sendo imprescindível a redução da temperatura no interior do músculo com objetivo de retardar o processo de deterioração do pescado (HUSS, 1997).

O pescado fresco possui odor parecido com o cheiro de algas marinhas e, logo em seguida, passa por uma fase de perda de odor e sabor (insípidos); posteriormente, o início da deterioração pode ser indicado pelos seguintes sinais como detecção de odores e sabores desagradáveis, produção de gás, coloração anormal e alterações na textura. Organismos específicos da deterioração produzem metabólitos responsáveis pelo desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis como ranço (FARIAS, 2006; GONÇALVES, 2011).

Os peixes são mais susceptíveis à rápida degradação por possuírem grande quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas livres, como aminoácidos e o óxido de trimetilamina, relacionados à estrutura coloidal da sua proteína muscular. Também exibem um rápido desenvolvimento do rigor mortis, devido à constituição frouxa do tecido conectivo, à insaturação dos lipídios e teor de umidade acima de 70% (RODRIGUES, 2008; MARINHO, 2011).

2.2 Aspectos da degradação do pescado

O peixe fresco é um produto altamente perecível, que perde qualidade proporcionalmente ao tempo de estocagem, através de fenômenos microbiológicos, físicos e químicos. Possui, mesmo sob refrigeração, um prazo de validade relativamente curto, com variações dependendo do tipo do peixe e das condições de conservação, cujo estágio final é a sua completa deterioração (DAMASCENO, 2009; BARBOSA e VAZ PIRES, 2004).

Segundo Fogaça e Sant'ana (2009), o processo de deterioração do pescado se instala logo após a morte e avança com o tempo de armazenamento e exposição, sendo que a velocidade de decomposição depende de fatores exógenos (manipulação, manejo de abate e conservação) e endógenos (características físico-químicas do peixe) (OETTERER, 1998).

O pescado sofre uma série de alterações bioquímicas logo após a captura, estando às primeiras relacionadas com a degradação da adenosina trifosfato (ATP) (SANTOS, 2011). Elisabetta et al (2001) constataram que os processos bioquímicos que influenciam na deterioração do pescado aceleram à medida que aumenta o tempo transcorrido entre a captura do pescado e sua manutenção em gelo.

A deterioração ocorre pela ação de enzimas presentes no próprio pescado e pela menor acidez da carne que favorece o desenvolvimento microbiano. Os organismos específicos da deterioração produzem metabólitos, sendo estes responsáveis pelo desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis. A vida útil do pescado é determinada pela intensidade da ação enzimática e pela quantidade de micro-organismos presentes na carne (HUSS, 1997; DAMASCENO, 2009).

A produção de compostos nitrogenados (a trimetilamina, a amônia e os ácidos voláteis) resulta da ação enzimática e bacteriana sobre o pescado. O teor dessas substâncias é medido pela determinação das Bases Voláteis Totais (N-BVT), que aumentam em função da deterioração do produto. O Brasil e outros países utilizam a quantidade de bases voláteis presentes no pescado como critério de frescor.

A ocorrência e o acúmulo dessas bases voláteis, de compostos sulfurosos, álcoois voláteis aromáticos (fenol, cresol) e de compostos heterocíclicos (indol e

escatol), são responsáveis pelo odor característico de peixe deteriorado. O principal responsável pela mudança nos valores de BVT durante a estocagem do pescado no gelo é a TMA. Essas bases se constituem numa mistura, onde predominam a amônia, a dimetilamina e a trimetilamina, todas contendo nitrogênio, desta forma o resultado é expresso em mg de nitrogênio por 100g de músculo (SCHERER et al, 2004; ALMEIDA, 2006; DAMASCENO, 2009).

Durante o processo de deterioração, o pescado passa por três fases, desde o momento da captura, até o estado de putrefação caracterizada pelo pré-rigor mortis, rigor mortis e pós-rigor mortis. Na fase pré-rigor, os músculos do pescado são flácidos, ocorre a glicólise anaeróbica, a qual se manifesta pela formação de ácido láctico e, conseqüentemente, diminuição do pH do músculo.

Mesmo sendo relativamente rápida essa redução no pH, quando comparada com a que ocorre no músculo de animais terrestres, parece ser importante para retardar as reações autolíticas e bacterianas que levam à decomposição do pescado. Isso ocorre porque o pescado possui menor quantidade de glicogênio em relação aos mamíferos, conseqüentemente, a quantidade de ácido láctico produzido também é menor. Além disso, ocorre a degradação do ATP por desfosforilação e desaminação, levando à fusão irreversível da actina e da miosina (sarcômeros contraídos), estabelecendo, assim, o rigor mortis. Em peixes não eviscerados, ocorre o rápido desenvolvimento de odores desagradáveis e o aparecimento de manchas devido à ação de enzimas digestivas (HUSS, 1995; DAMASCENO, 2009; MARINHO, 2011; SANTOS, 2011).

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 durante a glicólise. Logo, quanto mais prolongada for a rigidez, maior será o tempo de conservação do pescado. A alteração de origem microbiana do pescado tem início após o término do rigor mortis, quando se reduz a carga da superfície das proteínas musculares, causando a sua desnaturação parcial, e as fibras musculares perdem a capacidade de retenção de água (CRA).

Na fase do pós-rigor, os músculos amolecem, em conseqüência das proteólises nos miofilamentos e no estroma, tem-se o desdobramento da adenosina-trifosfato (ATP) e formação de amônia (além de outros compostos voláteis), com

notável aumento de bactérias e de suas enzimas, cujas atividades são predominantemente proteolíticas e lipolíticas (TEIXEIRA, 2009; RODRIGUES, 2008; DAMASCENO, 2009; MARINHO, 2011).

A matéria-prima da indústria pesqueira é extremamente frágil. Desse modo, manter um controle da qualidade na indústria pesqueira é extremamente importante em face da fragilidade e da velocidade de deterioração do pescado, dispondo de uma maior atenção e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento de técnica de detecção de micro-organismos deterioradores e patogênicos. A quantidade e o tipo de micro-organismos 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 (GONZAGA JUNIOR, 2010).

O rápido crescimento na população bacteriana ao longo do processo de deterioração é consequência da intensa multiplicação de *Aeromonas* e *Pseudomonas*, visto que esses gêneros se adaptam rapidamente às condições de refrigeração e se utilizam de maneira eficaz em extratos da carne de pescado (HUSS, 1995; GONZAGA JUNIOR, 2010; MARINHO, 2011). Os micro-organismos encontram-se em todas as superfícies externas (pele e brânquias) e no trato gastrointestinal do pescado vivo e recém-capturado. O músculo do pescado vivo é estéril (OGAWA e MAIA, 1999), porém, a flora bacteriana no pescado recém-capturado depende mais do meio ambiente de captura do que da espécie.

A maior parte das bactérias presentes no pescado não influenciará na sua deterioração, apenas as bactérias específicas da deterioração o fazem. Cada produto possui as suas próprias bactérias de deterioração (HUSS 1995). 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 (MARINHO, 2011).

Conforme os dias de armazenamento em gelo avançam, a população bacteriana se concentra na superfície da pele do pescado. A lenta penetração no tecido muscular ocorre principalmente em pontos onde estejam presentes ferimentos na pele, que facilitem o ingresso bacteriano (GONZAGA JUNIOR, 2010). Os principais sinais que indicam a deterioração do peixe são descritos por Huss (1997),

bem como os fenômenos que levam à deterioração, apresentados na tabela a seguir:

Tabela 01 - Causas da deterioração do pescado

Sinais de deterioração	Causas da deterioração do peixe			
	Microbiológicas	Químicas (oxidação)	Autolíticas	Físicas
Cheiros e sabores desagradáveis	+	+	+	-
Formação de muco	+	-	-	-
Coloração anormal	(+)	+	+	+
Alterações de textura	(+)	-	+	+

Fonte: adaptado de Huss (1997).

2.3 Aspectos sensoriais: o Método de Índice de Qualidade

O frescor do pescado pode ser analisado sensorialmente pela utilização do Método de Índice de Qualidade, desenvolvido originariamente pela Tasmanian Food Research Unit e específico para cada espécie. Hoje, após vários estudos, o método foi adaptado para muitas espécies de pescado e diversos protocolos baseados no MIQ foram elaborados em todo mundo: *Clupea harengus* - arenque (JÓNSDÓTTIR, 1992), *Engraulis encrasicolus* – enchova (BOTTA, 1995; NIELSEN, 1993), *Melanogrammus aeglefinus* – arinca (BOTTA, 1995; MARTINSDÓSTTIR et al., 2001), *Scombers combrus* – cavala do Atlântico (ANDRADE, NUNES, BATISTA, 1997), *Scophthalmus rhombus* – rodovalho (MARTINSDÓSTTIR et al., 2001), *Spaurus aurata* - dourada (HUIDOBRO et al., 2000), *Salmo salar* – salmão (SVEINSDOTTIR et al., 2002), *Merluccius merluccius* – merluza (BAIXAS-

NOGUERAS et al., 2003), *Sardina pilchardus* – sardinha européia (ANDRADE et al. 1997; BOTTA, 1995; NIELSEN et al. 1992; NIELSEN, 1993), *Octopus vulgaris* – polvo (BARBOSA & VAZ-PIRES, 2004), *Sepia officinalis* - Choco (VAZ-PIRES & SEIXAS, 2006), *Gadus morhua* – bacalhau (BONILLA et al. 2007).

No Brasil, diversas instituições de pesquisa desenvolveram protocolos para espécies de pescado consumidas no país, como é o caso do *Litopenaeus vannamei* – camarão marinho (OLIVEIRA, 2005), *Branchyplatystoma vaillant* - Piramutaba (MARINHO, 2011), *Cynoscion acoupa* - pescada amarela (SANTOS, 2011), *Rachycentron canadum* - bijupirá (FOGAÇA et al., 2011), *Collossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* - tambatinga (VIEIRA et al., 2012), *Rachycentron canadum* - bijupirá cultivado (FOGAÇA et al., 2012), *Micropogonias furnieri* – corvina (TEIXEIRA, 2005), *Oreochromis niloticus* – tilápia do Nilo (RODRIGUES, 2008) e *Piaractus mesopotamicus* - pacu (BORGES, 2013).

As diferentes espécies de pescado possuem diferentes formas e indicadores de deterioração (OLIVEIRA, 2005; NUNES et al, 2007). O MIQ utiliza um sistema prático de qualificação, no qual o pescado é inspecionado e os pontos deméritos correspondentes são registrados. Importantes institutos europeus de pesquisa pesqueira desenvolveram uma aliança estratégica, chamada “QIM-EUROFISH”, sendo de extrema importância para a globalização do método, principalmente com a publicação de um manual em diversas línguas com o esquema MIQ de várias espécies de pescado (DO AMARAL, 2013).

O Índice de Qualidade é baseado na soma de escores individuais dos atributos de qualidade que compõem um protocolo, cujos valores aumentam durante o período de estocagem (RODRIGUES, 2008). As amostras destinadas à avaliação são inspecionadas e, por meio de uma escala, diversos atributos de qualidade do pescado são avaliados, recebendo um escore que varia de zero a dois ou de zero a três, sendo o zero a melhor classificação e o três a pior. Para cada atributo, um conjunto de 2 a 4 descritores é selecionado com o propósito de apresentar da melhor forma possível as alterações ocorridas (NUNES et al, 2007).

Assim, o grau de frescura do pescado será mensurado pelo total de pontos alcançados em cada atributo. Quanto maior o escore do pescado, menos fresco este se encontra, enquanto o escore zero significa um pescado extremamente fresco. Na

utilização do MIQ avalia-se o aspecto que se encontra a pele (brilho e cor), firmeza da carne (recuperação do músculo e a rapidez que isso ocorre após pequena pressão realizada com o dedo indicador), muco (presença e cor), opérculos (sufusões hemorrágicas), olhos (transparência e cor das córneas e das pupilas e a forma dos olhos), guelras (cor, cheiro e muco), abdômen (cor, aspecto e firmeza) e ânus (aspecto) (TEIXEIRA, 2005).

Em seu estudo, RODRIGUES (2008) demonstrou que, embora as contagens bacteriológicas (contagem de mesófilos e psicotróficos) estivessem dentro de limites aceitáveis (ICMSF, 1986) até 18 dias de estocagem, e a estimativa de NMP (Número Mais Provável) de *Enterococcus* spp. apresentasse baixas contagens durante todo o período de estocagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), os julgadores passaram a rejeitar as amostras a partir do 15º dia. Ou seja, mesmo que o pescado estivesse aceitável microbiologicamente para o consumo, o consumidor não compraria o produto após o 15º dia.

Teixeira (2005), Oliveira (2005), Bonilla, Svendottir e Martindottir (2007), Marinho (2011), utilizando a mesma técnica em corvina (*Micropogonias furnieri*), camarão inteiro e descabeçado (*Litopenaeus vannamei*), bacalhau (*Gadus morhua*), piramutaba inteira (*Brachyplatystoma vaillantii*) observaram que estas espécies podem ficar estocadas em gelo por 14, 12, 14, 08 e 10 dias, respectivamente.

As características sensoriais dos peixes podem variar muito durante o período de armazenamento dependem da espécie do pescado e do método de armazenamento. Silva (2010) confirma a necessidade do desenvolvimento de protocolos específicos para cada espécie, visto que em seu estudo utilizou duas espécies de sardinha, a sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e a sardinha boca-torta (*Sardinella brasiliensis*), e comprovou que o tempo de prateleira difere entre as duas espécies, estimando-se em 10 dias para a sardinha verdadeira e 09 dias para a sardinha boca-torta.

Segundo RODRIGUES (2008), o pescado de águas tropicais conserva-se por mais tempo em gelo do que o pescado de águas temperadas, podendo ultrapassar um período de três semanas. Esta diferença estaria relacionada com a microbiota do pescado de água tropical, que, ao contrário do pescado de água temperada, leva de uma a duas semanas para se desenvolver em temperaturas abaixo de 10°C.

Através do MIQ pode-se fazer uma previsão de vida útil do pescado, obtendo uma correlação linear entre a qualidade sensorial expresso como o de pontuação de deméritos dos atributos avaliados e vida de armazenamento em gelo (BARBOSA, 2005).

SILVA (2010), SANTOS (2011) e MARINHO (2011) concluíram que os protocolos desenvolvidos baseados no MIQ são eficientes para avaliação da qualidade do pescado, pois apresentaram boa correlação com as análises microbiológicas e físico-químicas, provando que o MIQ pode ser utilizado para avaliar o grau de frescor do pescado.

Com base nos estudos observados (BARBOSA, 2005; OLIVEIRA, 2005; TEIXEIRA, 2005; RODRIGUES, 2008; SILVA, 2010; SANTOS, 2011; MARINHO, 2011; BORGES, 2013), pode-se comprovar a viabilidade da avaliação da qualidade do pescado utilizando o Método de Índice de Qualidade (MIQ), que prioriza a análise sensorial do pescado como ferramenta padronizada e de confiança para avaliar a frescura do pescado, contribuindo para o desenvolvimento da indústria pesqueira e a proteção do mercado consumidor.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protocolo de IQ, baseado no Método de Índice de Qualidade (MIQ), específico para tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo, por meio de análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar sensorialmente as características de aparência, odor e textura, baseado no MIQ, para o tambaqui cultivado, inteiro armazenado em gelo.
- Acompanhar e analisar os parâmetros físico-químicos (pH e bases voláteis totais) de tambaqui cultivado, inteiro armazenado em gelo.
- Analisar os parâmetros microbiológicos através de contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, psicotróficas e psicrófilas para o tambaqui cultivado, inteiro armazenado em gelo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aquisição de matérias primas, armazenamento e amostragem

Foram utilizados 96 exemplares de tambaqui, adquiridos na Estação de Piscicultura Ademar Braga do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), em Piripiri-Pi, capturados com rede de pesca em viveiros de cultivo, insensibilizados e abatidos por hipotermia, por imersão em água com gelo (1:1). Os peixes foram então acondicionados em caixas térmicas de isopor, entre camadas de gelo na proporção de 1:1, transportados até a EMBRAPA MEIO-NORTE, em Parnaíba- PI, onde foram realizadas as análises.

No Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos (LAPA) da EMBRAPA MEIO-NORTE, os peixes permaneceram armazenados em caixas térmicas entre camadas de gelo na proporção de 1:1 à temperatura controlada ($0,2 \pm 0,7$ ° C), em uma sala refrigerada ($17,60 \pm 5$ ° C), durante 24 dias e a reposição do gelo foi feita diariamente.

O projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira o treinamento da equipe de julgadores e o desenvolvimento do protocolo sensorial e, a segunda etapa a aplicação e validação do protocolo, que foi subdividida em três experimentos, denominados como “Experimento 1”, “Experimento 2” e “Experimento 3”. Em cada experimento lotes de vinte e quatro peixes foram escolhidos de forma aleatória, sendo dez para as análises sensoriais, doze para as análises físico-químicas e dois para as análises microbiológicas.

Os valores médios de peso (g), comprimento (cm) e teores de proteína (%), gordura (%) e umidade (%) corporais dos exemplares de tambaqui utilizados nos experimentos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios de peso (g), comprimento (cm) e teores de proteína (%), gordura (%) e umidade corporal (%) do tambaqui inteiro, armazenado em gelo.

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Peso *	562,45 ± 134,75	496,93 ± 78,70	503,14 ± 48,16
Comprimento total *	31,62 ± 2,26	30,5 ± 1,86	30,80 ± 0,82
Umidade (%) **	80,89 ± 0,47	79,31 ± 0,23	79,51 ± 0,31
Proteína bruta (%) **	21,60 ± 3,33	22,11 ± 2,43	22,33 ± 3,17
Lipídeo (%) **	0,81 ± 0,56	0,35 ± 0,18	0,25 ± 0,15

Legenda: Média ± DP. * n=20. ** n=9.

Fonte: Arquivos do presente estudo

4.2 Desenvolvimento e Aplicação do Método do Índice de Qualidade (MIQ)

O experimento foi dividido em duas etapas: treinamento dos julgadores com desenvolvimento do protocolo de avaliação sensorial e aplicação do protocolo do índice de qualidade para o tambaqui. A equipe de julgadores foi composta por dez (10) pessoas já treinadas em avaliação sensorial de outras espécies de peixes.

O treinamento para elaboração do protocolo piloto do índice de qualidade foi realizado em dez (10) sessões, de uma hora cada, utilizando-se exemplares de tambaquis inteiros estocados em gelo, durante 30 dias. As amostras foram retiradas das caixas térmicas 30 minutos antes das análises, dispostas em uma mesa de manipulação em uma sala com temperatura de 20°C.

Ao se utilizar o primeiro lote de tambaqui, os avaliadores puderam se familiarizar com as características específicas da espécie, bem como reconhecer e descrever tais elementos. Foram descritos atributos relacionados à coloração da pele e muco, coloração das brânquias e muco, formato dos olhos, flexibilidade da musculatura e odores diversos.

O protocolo foi elaborado através de anotações das mudanças que foram observadas diariamente assim como as principais características levantadas anteriormente específicas da espécie.

Após a análise individual de cada julgador e a análise coletiva da equipe, foram reunidos os atributos descritos, e a equipe então adequou ao protocolo de avaliação do IQ do tabaqui, cuja soma da pontuação é igual a 30. Após a primeira etapa do projeto (treinamento e desenvolvimento do protocolo), foram realizados mais três experimentos utilizando o protocolo desenvolvido.

Em cada experimento os peixes foram avaliados nos tempos 01, 03, 05, 08, 10, 12, 15, 17, 19, 22 e 24 dias de armazenamento em gelo.

4.3. Análises microbiológicas

Para a realização das análises microbiológicas, dois peixes foram amostrados aleatoriamente, para realização da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, psicotróficas e psicrófilas durante 01, 04, 08, 11, 15, 18, 22 dias de armazenamento em cada experimento. Deste modo foram utilizados os meios *Pseudomonas* Ágar (OXOID, UK) para detecção de *Pseudomonas*; Nutrient Ágar (OXOID, UK) para contagem de bactérias psicrófilas; Ágar MacConkey (OXOID, UK) para contagem de enterobactérias, o Plate Count Ágar (HIMEDIA) para contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicotróficas e o Iron Ágar para bactérias produtoras de H₂S (OXOID, UK). As placas contendo os meios *Pseudomonas* Ágar, Iron Ágar e Nutrient Ágar foram incubadas a 20°C por 24 a 48 horas, enquanto MacConkey Ágar e Plate Count Ágar incubadas a 35°C por 24 a 48 horas, placas de Plate Count Ágar também foram incubadas a 5°C por sete dias.

Para coleta das amostras foi realizada a técnica da zaragatoa (swab) através de esfregaço na superfície corporal dos peixes estocados em gelo. Cada swab foi amostrado em duplicata, coletando-se assim ambos os lados do peixe com uma área aproximada de 14 cm² (4,0 x 3,5 cm), posteriormente, foram transferidos para tubos de ensaio contendo 5,0 mL de solução salina a 0,85%. Os tubos foram homogeneizados, onde se procedeu a realização de diluições decimais seriadas de

10^{-1} a 10^{-5} . Após, foram transferidos 0,1 mL das diluições correspondentes para placas de Petri contendo o Nutrient Agar, Iron Agar, MacConkey e agar *Pseudomonas*, e 1,0 ml para placas que após verteu-se o Plate Count Agar. Após o período de incubação, calculou-se o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) presentes na amostra, levando-se em conta a diluição empregada, com o resultado final expresso em $\text{UFC}/\text{cm}^2 \log_{10}$. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas Animal - Bacteriologia e Histologia - da EMBRAPA MEIO-NORTE/Parnaíba-PI.

4.4 Análises físico-químicas

Para as análises físico-químicas, foram utilizados doze (12) peixes em cada experimento, sendo três para determinação do pH, que foi medido por leitura direta com auxílio do peagâmetro digital (TESTO, modelo 205, Campinas, Brasil), nos tempos 01, 04, 08, 12, 15, 19, 22 dias; três (03) peixes para as análises de bases voláteis totais realizadas segundo a AOAC (2005) nos tempos 01, 04, 08, 12, 15, 19, 22 dias; três (03) peixes para determinação de percentual de proteína, lipídeos e umidade (AOAC, 2005). As análises foram realizadas no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos (LAPA) da EMBRAPA MEIO-NORTE/Parnaíba-PI.

4.5 Análises estatísticas

Os resultados foram avaliados estatisticamente através da análise de regressão em modelo linear em função do tempo de estocagem, utilizando o programa computacional ASSISTAT versão 7.5 beta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Empregando-se o Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação do frescor do tambaqui (*Colossoma macropomum*), a equipe de dez julgadores descreveu quatro atributos de qualidade divididos em 12 parâmetros de avaliação. De acordo com as características da espécie, os parâmetros receberam uma pontuação que variou de 0 a 2 ou de 0 a 3, sendo até 2 pontos de demérito para “escamas”, “aspecto superficial” e “odor” do peixe; 2 pontos para “cor”, “odor”, “forma” e “muco” das branquias; 3 para “trânsparência”, “pupila” e “forma” do olho”; 2 para “elasticidade dorsal” e 3 para “elasticidades ventral”.

No início do armazenamento do tambaqui (tempo 01), os peixes se apresentavam aspecto geral de cores brilhantes, sendo dourado na região dorsal e preta na parte ventral; odor suave, característico de peixe fresco; escamas firmes e bem aderidas; globo ocular transparente e brilhante; pupilas pretas, arredondadas e bem definidas, com os olhos protuberantes e ocupando toda cavidade ocular. As guelras se apresentavam uniformes, de coloração vermelho vivo, brilhantes e com odor de algas. A textura da carne se apresentava rígida na região ventral e com boa elasticidade na região dorsal.

A soma dos escores dos 12 parâmetros do IQ proposto para o tambaqui totalizou 30 pontos de demérito (Tabela 3), valor bem próximo ao protocolo proposto por Borges et al (2013) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com 16 parâmetros e 32 pontos de demérito, e também ao protocolo proposto por Sant’Ana et al. (2011) para o goraz (*Pagellus bogaraveo*) com 14 parâmetros e 30 pontos de demérito.

Tabela 3 - Protocolo de avaliação do Índice de Qualidade (IQ) para tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

Atributos de qualidade		Descritores	Escore
Aparência Geral	Aspecto superficial	Cores brilhantes, dourada na região dorsal e preta na região ventral	0
		Ligeiramente descolorido/ cores opacas	1
		Perda acentuada de coloração	2
	Odor	Coloração esverdeada nas partes brancas	3
		Cheiro de peixe fresco/ odor suave	0
		Adocicado /acre	1
	Escamas	Rançoso /amônia	2
		Firmes / bem aderidas	0
		Pouco aderidas / soltando escamas	1
	Globo ocular	Solta com facilidade	2
Transparente / brilhante		0	
Ligeiramente opaco		1	
Olhos	Pupila	Esbranquiçado	2
		Opaco / avermelhado	3
		Preta / arredondada/ bem definida	0
	Forma	Ligeiramente opaca / arredondada/ bem definida	1
		Perda do delineamento / enevoadada	2
		Opaca / disforme	3
	Cor	Protuberante / ocupando toda cavidade ocular	0
		Ligeiramente convexa	1
		Côncava / ocupando parcialmente a cavidade ocular	2
	Guelras	Odor	Côncava / fora da cavidade ocular
Vermelho vivo / brilhante			0
Vermelho escuro / partes desbotadas			1
Forma		Marrom / descoloradas	2
		Algas	0
		Acre/ metálico / adocicado	1
Textura	Elasticidade ventral	Ligeiramente rançoso	2
		Rançoso	3
		Uniforme	0
	Elasticidade dorsal	Pouco disforme	1
		Disforme / desfiada	2
		Ausente / avermelhado	0
Escore total	Muco	Amarelado	1
		Com Sangue/ coloração marrom/ espesso	2
		Rígida	0
	Elasticidade ventral	Boa elasticidade	1
		Ligeiramente firme	2
		Perda da elasticidade / macia	3
Elasticidade dorsal	Boa elasticidade	0	
	Ligeiramente firme	1	
	Perda da elasticidade / macia	2	
Escore total			0-30

Fonte: Arquivos do presente estudo

Os escores médios obtidos pela equipe de avaliadores nos diferentes tempos de armazenamento do tambaqui em gelo e a curva de regressão linear podem ser observados na Figura 1.

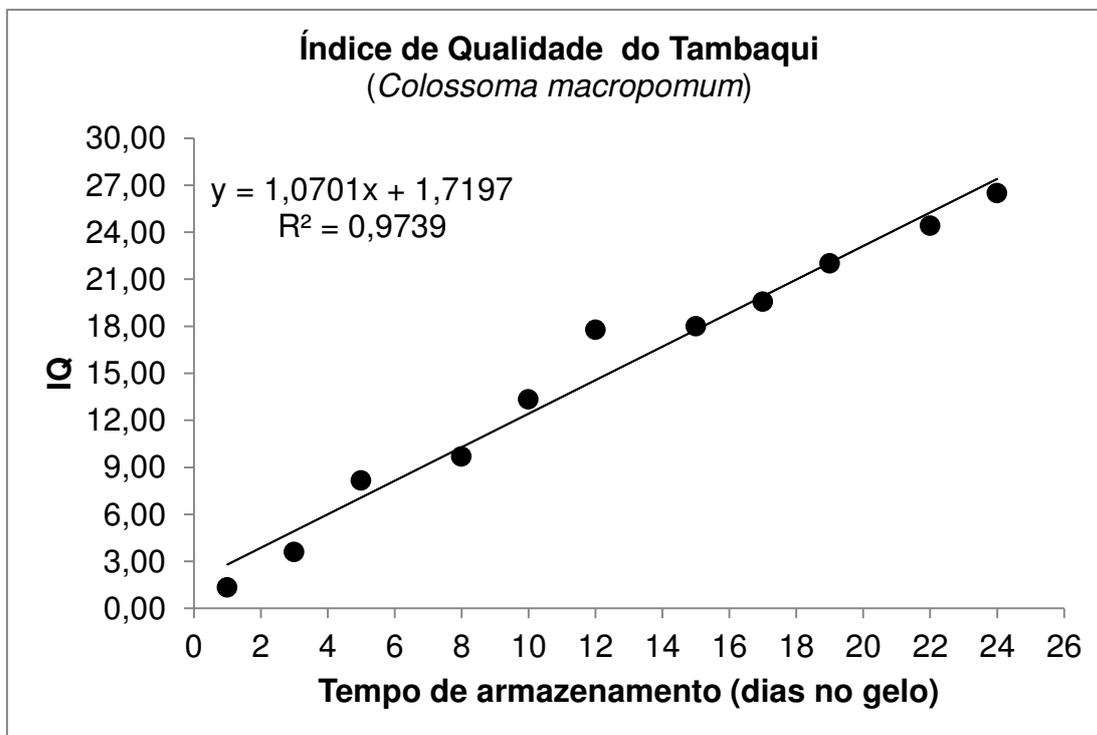


Figura 1 - Escores médios do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro e armazenado em gelo.

Pode-se notar que os escores médios dos tempos 08, 15, 17, 19, 22 e 24 tocam a reta, enquanto que o escore médio mais distante da reta é do tempo 12. Os demais escores médios do IQ mostram-se muito próximos à reta, onde se observa também correlação linear significativa ($R^2 = 0,9739$) entre as médias dos escores dos avaliadores e o tempo de armazenamento do tambaqui em gelo (Figura 1).

Os escores médios de todos os parâmetros de qualidade avaliados aumentaram com o tempo de armazenamento em gelo. O atributo “odor” do peixe foi o que recebeu menor escore médio, recebendo uma pontuação de demérito de 0,03 no tempo 01 e 1,05 no tempo 22, quando os julgadores já classificavam o peixe

como impróprio para o consumo. Também se pode observar correlação linear significativa entre os escores médios de cada atributo analisado isoladamente, mesmo naqueles que apresentaram menores valores de R^2 , como o “muco” das brânquias ($R^2 = 0,8794$) e “forma” dos olhos ($R^2 = 0,8968$), (Tabela 4).

Tabela 4 - Modelos de equação linear dos escores dos atributos de qualidade (y) em função do tempo de armazenamento em gelo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro, em dias (x), com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade (p).

Atributos de qualidade		Modelo de equação	R^2	p>F
Aparência geral	Aspecto Superficial	$y = 0,092x - 0,0519$	$R^2 = 0,9719$	0,0001
	Muco	$y = 0,0611x - 0,0862$	$R^2 = 0,9138$	0,0001
	Odor	$y = 0,0499x - 0,0817$	$R^2 = 0,9546$	0,0001
	Transparência	$y = 0,126x + 0,4088$	$R^2 = 0,917$	0,0001
Olhos	Pupila	$y = 0,1165x + 0,502$	$R^2 = 0,9152$	0,0001
	Forma	$y = 0,1002x + 0,6006$	$R^2 = 0,8968$	0,0001
	Cor	$y = 0,0853x + 0,2667$	$R^2 = 0,8265$	0,0001
Brânquias	Odor	$y = 0,099x + 0,0849$	$R^2 = 0,9402$	0,0001
	Forma	$y = 0,0903x - 0,0195$	$R^2 = 0,9539$	0,0001
Textura	Muco	$y = 0,0881x + 0,1696$	$R^2 = 0,8794$	0,0001
	Elasticidade ventral	$y = 0,1201x - 0,1457$	$R^2 = 0,9799$	0,0001
	Elasticidade dorsal	$y = 0,0649x - 0,0643$	$R^2 = 0,9095$	0,0001

Almeida (2010) observou em seu estudo que as primeiras alterações que se manifestaram em tabaquis armazenados em gelo foram o aparecimento de maior quantidade de muco na região das brânquias e por ligeiras deformações na textura, provocadas pelo atrito com o gelo no momento do acondicionamento. Kodaira (1992) relata que uma das primeiras alterações encontradas em tabaquis armazenados em gelo foi uma ligeira opacidade nos olhos, entre 06 a 09 dias de armazenamento.

Conforme se observa nas Figuras 2 e 3, os atributos referentes aos olhos e as brânquias foram os que apresentaram maior velocidade de perda de frescor no IQ, sendo que já no tempo 05 o escore médio de pontuação de demérito para as brânquias já havia ultrapassado um ponto. Para os atributos “transparência”, “pupila” e “forma do olho” os escores foram de 1,08, 1,38 e 1,33 pontos, respectivamente. No tempo 12, o escore médio de pontuação de demérito já havia ultrapassado dois pontos para os mesmos atributos, 2,34, 2,12 e 2,05, respectivamente.

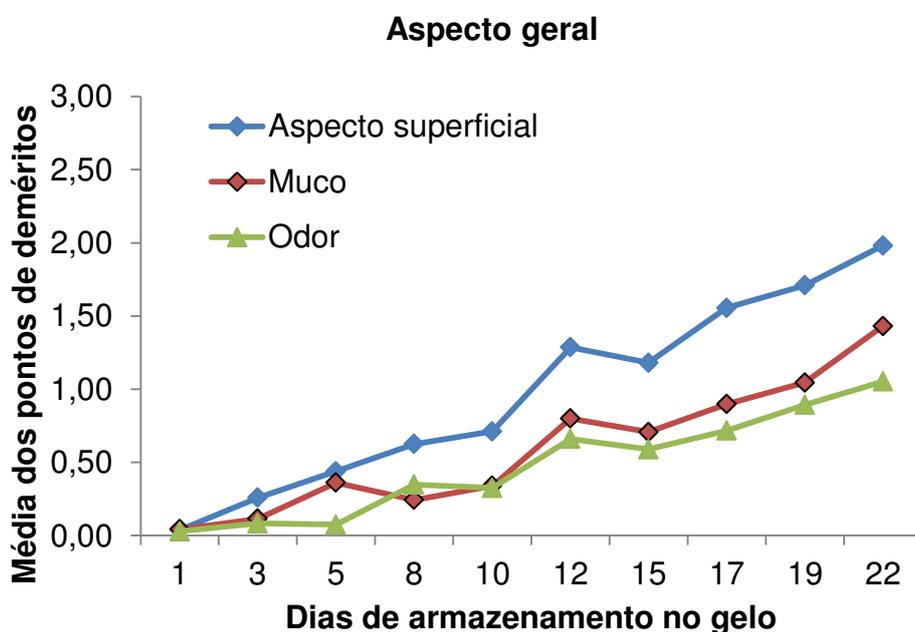


Figura 2 - Escores médios dos atributos de qualidade relacionados ao aspecto geral do Índice de Qualidade (IQ) do tabaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

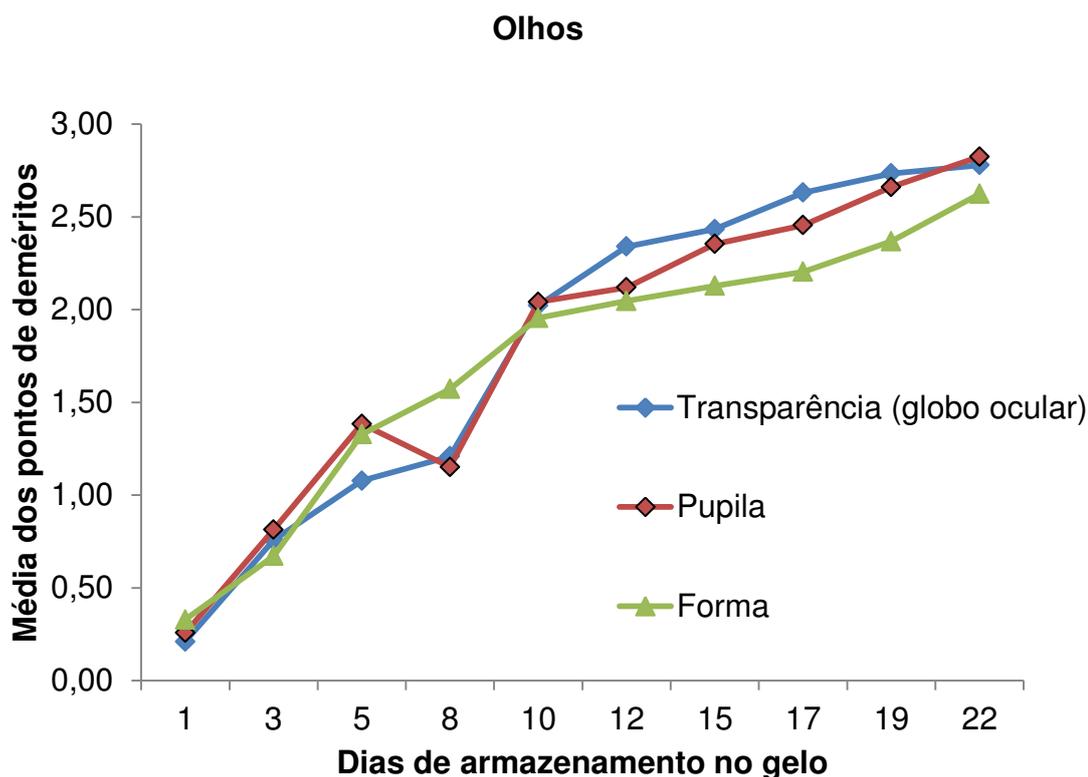


Figura 3 - Escores médios dos atributos de qualidade relacionados aos olhos do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

Em relação ao estudo desenvolvido por Marinho (2011) com a piramutaba (*Branchyplatystoma vaillant*), no parâmetro olhos (córnea, pupila e forma), o pesquisador relata que a córnea apresentou-se com ligeira opacidade, a pupila enevoada, porém ainda bem delineada, e a forma achatada (plana) no 10º dia, e alterações mais evidentes no 14º dia de armazenamento.

Comportamentos semelhantes na evolução dos atributos dos olhos podem ser observados nos trabalhos desenvolvidos para salmão do atlântico (*Salmo salar*) por Sveinsdottiret al. (2002) e corvina (*Micropogonias furnieri*). Segundo Teixeira (2005), o globo ocular e a pupila começam a se tornar turvos a partir do 7º dia de armazenamento, tornando-se mais evidente entre o 7º e o 10º dia de estocagem.

No tempo 05, as brânquias já apresentavam alterações em sua coloração e odor percebíveis, passando da coloração vermelho vivo para vermelho escuro e de odor suave de algas para adocicado/acre. No tempo 10, recebeu pontuação de demérito significativa para “cor” (1,48), “odor” (0,99), “forma” (1,07) e “muco” (1,21). No tempo 19, as brânquias já apresentavam coloração marrom, bastante deformada, com muco sanguinolento marrom e espesso (Figura 4).

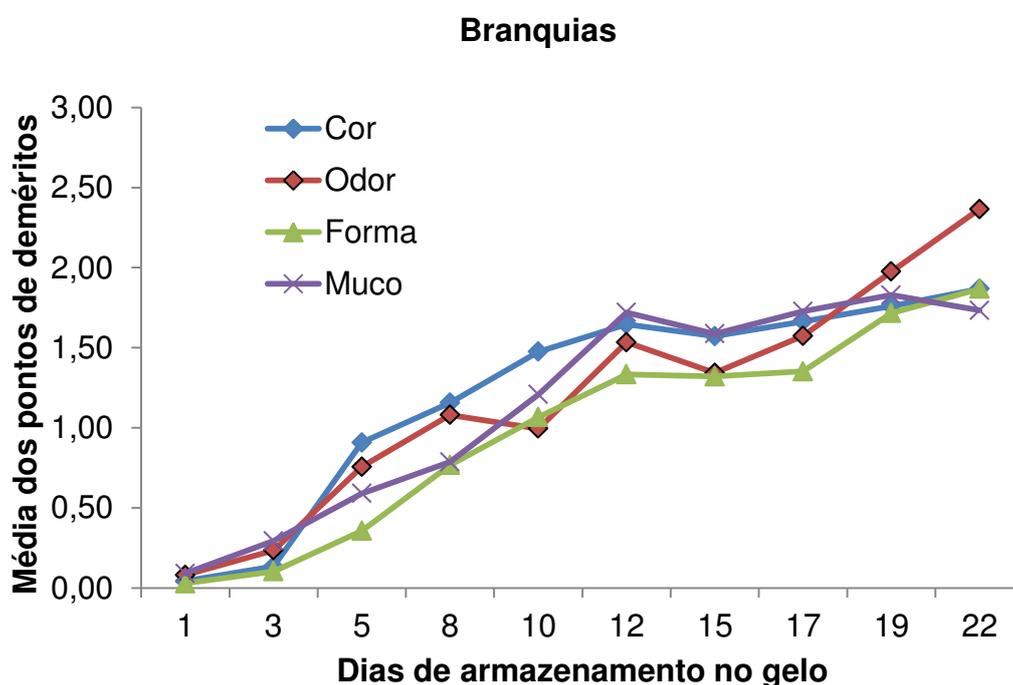


Figura 4 - Escores médios dos atributos de qualidade relacionados às brânquias do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

SANTOS (2011) observou, em seu estudo desenvolvido sobre a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), que em relação ao parâmetro “brânquia” as alterações nos atributos cor, odor e muco se iniciaram desde o 2º dia de armazenamento em gelo. Em seu estudo sobre a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), Marinho (2011) descreve que no parâmetro brânquias (odor, cor e forma), o odor apresentou-se ligeiramente rançoso a partir do 10º dia de estocagem e a partir do 14º 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 18º dia de estocagem.

Minata (2011), em seu experimento com tilápias (*Oreochromis spp*), relata muco sanguinolento nas brânquias evidenciado a partir do 11º dia e coloração de vermelho amarronzado do 11º ao 16º dia, e vermelho pálido no 18º dia. Silva (2010) avaliando amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e boca-torta (*Centengraulis edentulus*) observou que as amostras de sardinha verdadeira apresentaram perda do brilho e alteração da coloração da brânquia (vermelho claro) no 9º dia de estocagem e, as amostras de sardinha boca-torta apresentaram a brânquia pálida e odor ferroso intenso no 10º dia de estocagem.

Conforme apresentado na Figura 4 as amostras de tambaqui apresentaram perda parcial de coloração das brânquias já no tempo 12, com perda acentuada de coloração no tempo 22. Neste mesmo momento as brânquias apresentavam odor “rançoso”, olhos opacos e avermelhados, bem como perda de elasticidade muscular (Figura 5), que levou a equipe de julgadores a rejeitar as amostras para consumo, com uma pontuação de 24 pontos de demérito.

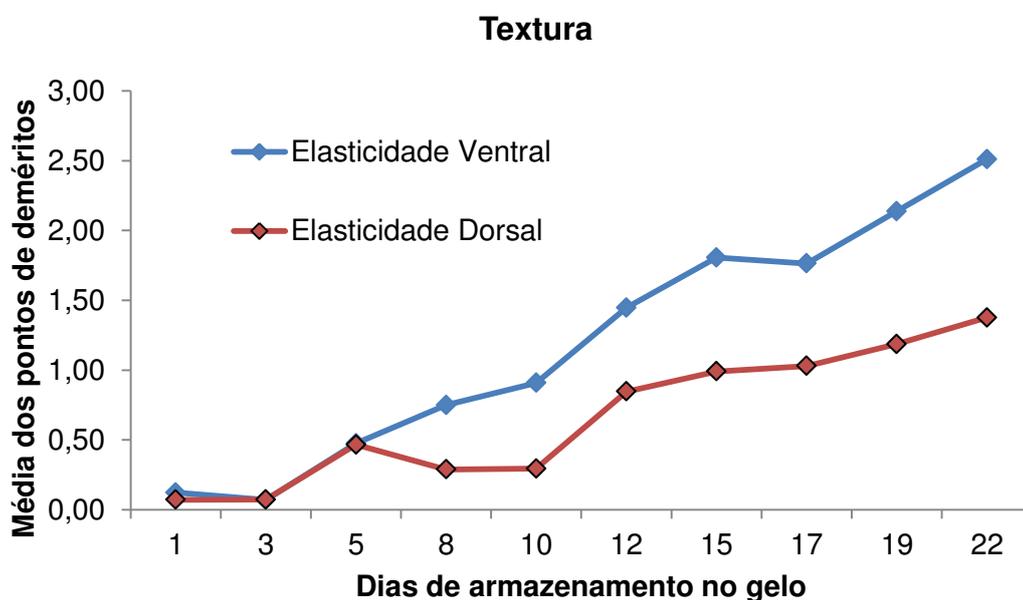


Figura 5 - Escores médios dos atributos de qualidade relacionados à textura do Índice de Qualidade (IQ) do tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

Semelhante aos dados encontrados, Bello e Rivas (1992) apontam em seus estudos sobre avaliação e aproveitamento do tambaqui, que ocorreu ligeira descoloração da pele entre 15 e 18 dias, sendo considerado impróprio para o consumo humano depois de 24 dias. 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 pontos de demérito, estimando em 08 dias o tempo máximo de armazenamento em gelo para esta espécie. Marinho (2011) relata em seu estudo com a piramutaba (*Branchyplatystoma vaillant*), que 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, com a rejeição dessas amostras no 18º dia.

O teor médio de BVT inicial das amostras de tambaqui foi de 15,23 mg N.100 g⁻¹ ocorrendo aumento gradativo até atingir 23,17 mg N.100 g⁻¹ no tempo 22 (Figura 6), momento este onde a a equipe de avaliadores reprovaram as amostras submetidas as análises sensoriais.

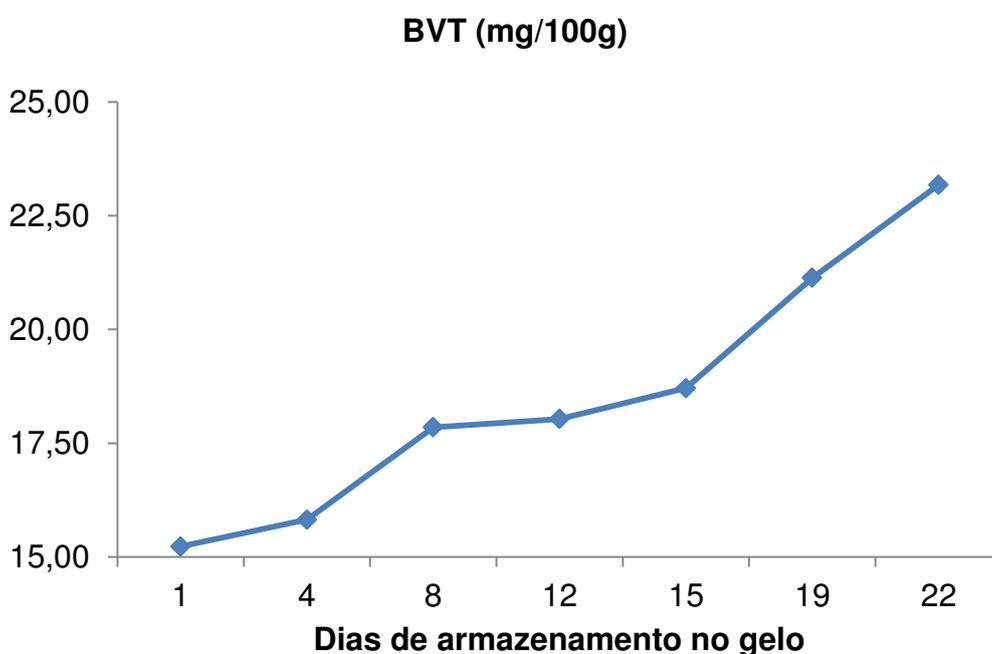


Figura 6 - Níveis de BVT (mg/100g) do músculo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) armazenado em gelo.

A evolução da percepção do “odor” nos peixes pode ser relacionada com o aumento gradativo dos índices de BVT nas amostras. O índice alcançado está abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira, 30 mg N.100 g⁻¹ (BRASIL, 1997). Os níveis de BVT são amplamente utilizados para avaliar a qualidade do pescado fresco e congelado, sendo utilizado a mais de um século (HUSS, 1995).

Ogawa e Maia (1999) classificaram a qualidade dos peixes em diferentes graus de frescor a partir da análise do teor de NBVT, sendo considerado excelente estado de frescor para peixes com o teor entre 5 a 10mg/100g de carne, frescor razoável para peixes com o teor entre 15 a 25 mg/100g de carne, peixes em início de putrefação com o teor entre 30 a 40 mg/100g e em estado avançado de deterioração, o teor deve ser acima de 50 mg/100g.

Com base nesse critério de classificação, as amostras avaliadas, mesmo sendo rejeitadas sensorialmente pelos avaliadores no tempo 22, ainda estariam em estado razoável de qualidade para a comercialização, o que demonstra que nem sempre algumas análises podem ser utilizadas para todas as espécies de pescado. Bello (1992) observou em seu estudo com tambaquis que, mesmo quando os peixes não estavam aptos para o consumo humano, o valor das BVT considerado impróprio para o consumo não foi atingido.

A elevação do pH, observada na Figura 7 (6,52 no início do experimento a 6,71 ao final do experimento), pode ser explicada pelas reações bioquímicas post mortem no músculo do peixe. Depois do abate, ocorre uma diminuição do pH em consequência da interrupção do suprimento de oxigênio ao tecido muscular, o glicogênio muscular passa a ser transformado anaerobicamente a ácido láctico mediante glicólise, em vez de ser oxidado a gás carbônico (CO₂) e H₂O, dando lugar a uma redução do pH de 7,0 a 6,8.

Em condições estressantes durante a despesca, as reservas de glicogênio podem diminuir, causando maior redução do pH que pode variar de aproximadamente 7,0 a 6,0-6,5 para logo subir a 6,6-6,7 (MEDEIROS, 2002).

Quanto maior o pH, maior será o desenvolvimento e ação microbiana (OGAWA; MAIA, 1999).

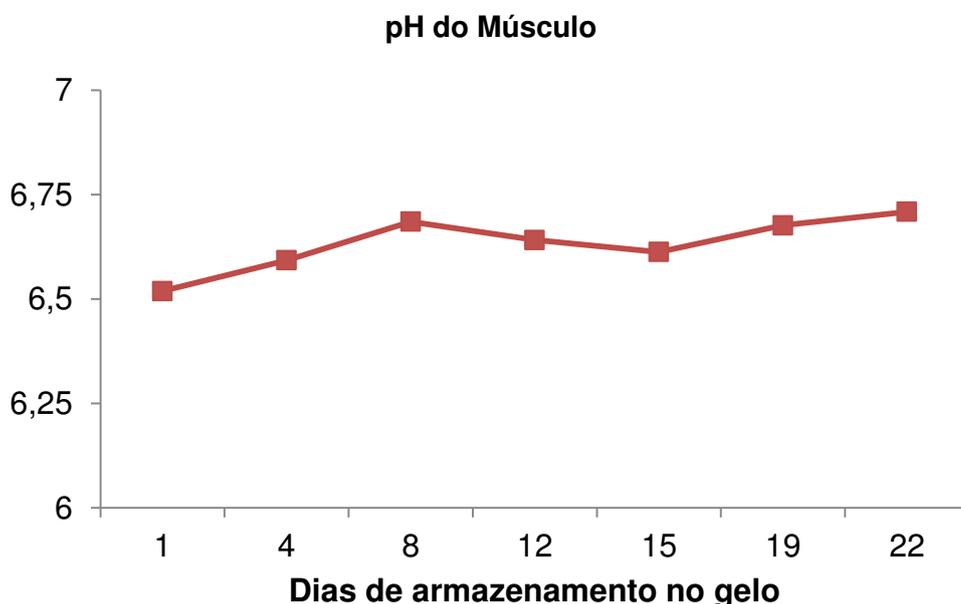


Figura 7 - Níveis de pH do músculo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) armazenado em gelo.

Cartonilho (2011) destaca que o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2001) estabelece os seguintes limites máximos de pH para que um peixe possa ser considerado como pescado fresco: pH inferior a 6,8 na carne externa e a 6,5 na carne interna. Bello (1992) em seu estudo com tambaqui destaca que os valores de pH nas amostras armazenadas a 0°C mostrou ligeiras flutuações e manteve-se na faixa de 6,40-6,97.

Oehlenschläger & Söresen (1997) afirmam que o pH do pescado fresco varia de 6,6 a 6,8, e à medida que o peixe se deteriora, os valores de pH aumentam e podem atingir 7,2. Esses autores consideram que o pH de um peixe fresco deve ser menor que 7. Minata (2011), em sua pesquisa com tilápia (*Oreochromis niloticus*), observou que até o 7º dia, o pH foi menor que 6,25, variando de 6,31 a 6,35 na segunda semana e, após este período houve um aumento gradativo do pH atingindo o valor médio de 6,5 no 18º dia da avaliação.

Ogawa e Maia (1999) consideram que o valor de pH pode não ser um índice seguro para avaliar frescor ou início de deterioração. O estudo de Rodrigues (2012) destaca que o RIISPOA preconiza um limite único de pH para variadas espécies, mesmo que algumas espécies apresentem valores elevados de pH logo após o *rigor mortis*.

Os micro-organismos são muito importantes nas alterações do pescado fresco, pois muitos dos compostos voláteis produzidos durante a deterioração provêm do metabolismo das bactérias, inclusive os compostos sulfurosos voláteis, componentes típicos da deterioração do pescado, levando ao aparecimento de odores característicos, facilmente detectados sensorialmente (MEDEIROS, 2002).

Nesse estudo as contagens de *Pseudomonas* e *Enterobactérias* apresentaram um crescimento crescente (Figura 8), com seus valores médios entre os experimentos próximos ao limite máximo preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que é $\log 10^7$ em 22 dias de estocagem em gelo, entretanto, o valor máximo não foi atingido. As bactérias Mesófilas, Psicrófilas e Psicotróficas mantiveram-se com seus valores médios abaixo de $\log 10^6$ durante o período estudado, como pode ser observado na Figura 8. Reduzidos valores de crescimento foram demonstrados por bactérias produtoras de H_2S durante todo o experimento.

Avaliando a qualidade do atum (*Thunnus atlanticus*) com pele, armazenado em gelo, Andrade (2006) obteve para Contagem de bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM) e Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas (CBHAP) respectivamente os valores de 8 log UFC a 16 log UFC e 9 log UFC a 16 log UFC em 15 dias de armazenamento. A pesquisadora justifica a elevada contaminação da pele do peixe provavelmente devido ao nível de contaminação do ambiente marinho. São muitos dispares os resultados encontrados por Teixeira (2009), em sua pesquisa de avaliação da qualidade e desenvolvimento de protocolo MIQ para corvina (*Micropogonias furnieri*), nas contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas da pele apresentaram, no dia zero, valores iguais de $1,0 \times 10^2$ UFC/g. No 14º dia de armazenamento, as análises apresentaram valores de $5,6 \times 10^7$ para

as bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e $2,2 \times 10^6$ UFC/g para as bactérias heterotróficas aeróbias psicrotólicas.

De acordo com HUSS (1997), pode-se considerar que as amostras de tambaqui foram armazenadas em condições sanitárias satisfatórias, pois não ultrapassaram os limites aceitáveis até o 22º dia de armazenamento. Portanto pode-se sugerir que o tambaqui (*Colossoma Macropomum*) inteiro e armazenado em gelo possui vida de prateleira de 22 dias.

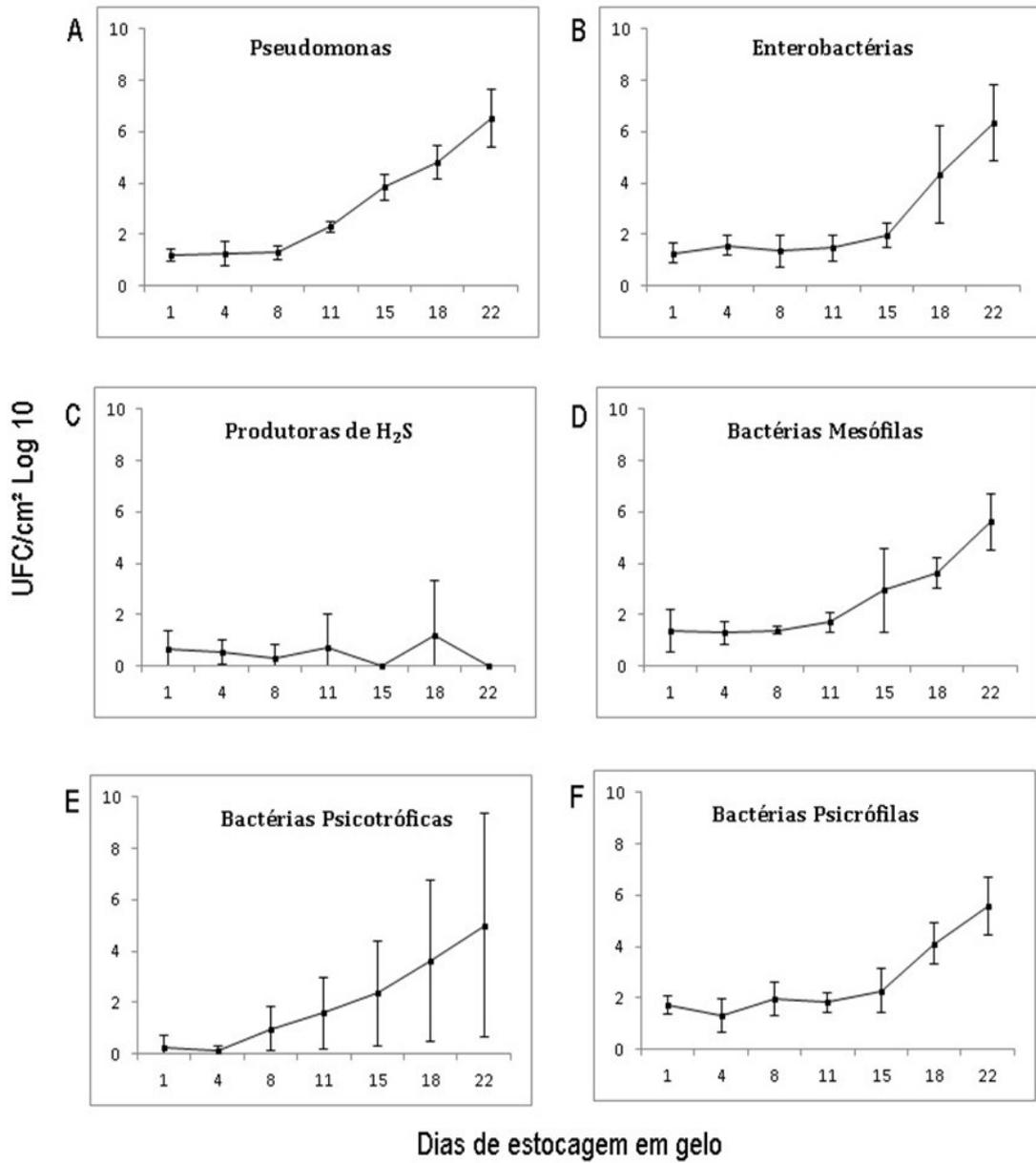


Figura 8 - Representação gráfica das médias das contagens das bactérias *Pseudomonas*, *Enterobactérias*, *Produtoras de H₂S*, *Mesófilas*, *Psicotróficas* e *Psicrófilas* (log UFC.g-1), em relação ao período de armazenamento (dias), em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) inteiro armazenado em gelo.

6 CONCLUSÕES

O protocolo IQ desenvolvido para o tabaqui mostrou-se eficiente e fidedigno às alterações sensoriais, químicas e microbiológicas do tabaqui inteiro armazenado em gelo.

Nas condições experimentais do presente trabalho, as análises de BNV-T e pH podem não ser consideradas bons índices de avaliação do frescor do tabaqui armazenado em gelo.

Sugere-se que o tempo de vida de prateleira para o tabaqui inteiro armazenado em gelo seja de vinte (22) dias, de acordo com os resultados das análises sensoriais e resultados das análises bacteriológicas realizadas nesse experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. G. et al., A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado. Revista Ciência Rural, v.38, n.2. p.498-503 Santa Maria, março/abril. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n2/a32v38n2.pdf>> Acesso em: 07/08/2012.

ALBUQUERQUE, W. F.; ZAPATA, J. F. F; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, v.35, número especial, p.264-271, 2004. Disponível em: <www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=18rca35-e.pdf > Acesso em: 07/08/2012.

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G, M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. Almeida et al. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.4, p.1288-1293, jul-ago, 2006

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G, M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Determinação do índice de rigor-mortis e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. Ciencia Rural, Santa Maria, v. 35, n. 3, p.698-704, mai-jun, 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07/08/2012.

ANDRADE, A., NUNES, M. L., & BATISTA, I. Freshness quality grading of small pelagic species sensory analysis. In G. OLAFSDOTTIR, J. LUTEN, P. DALGAARD, M. CARECHE, V. VERREZ-BAGNIS, E. MARTINSDOTTIR, & K. HEIA (Eds.), Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness”, AIR3CT942283 (FAIR Programme of the EU) Nantes Conference, November 12–14 (pp. 333–338). Paris: International Institute of Refrigeration. 1997.

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.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 4 jan. 2001.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL). Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists. 18.ed. Gaithersburg, 2005. 1526p.

ARIYAWANSA, K. W. S., WIJENDRA, D. N., & SENADHEERA, S. P. S. D. (2003). Quality index method developed for frigate tuna (*Auxis thazard*). Sri Lanka Journal of Aquatic Science, 8, 95e109.

ARGENTA, Fernando Froner et al. Tecnologia de pescado: características e processamento da matéria-prima. 2012.

AZEREDO, H. M.C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012.

BAIXAS-NOGUERAS, S., BOVER-CID, S., VECIANA-NOGUÉS, T., NUNES, M. L. & VIDAL-CAROU, M. C. Development of quality index method to evaluate freshness in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). Journal of Food Science, 68, 1067-1071. 2003.

BALDISSEROTO, B. GOMES, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2º ed. Ver. Ampl. Editora Santa Maria, 2010. 608p.

BARBOSA, A., & VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). FoodControl, v. 15, p. 161e168. 2004.

BELLO, R.A.; RIVAS, W.G. Evaluacion y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. In: Organizacion de

las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Italy, Mexico: FAO, 1992. D.F, n.2, out, 113p.

BERNARDI, Daniella Cristina; MARSICO, Eliane Teixeira and FREITAS, Mônica Queiroz de. Quality Index Method (QIM) to assess the freshness and shelf life of fish. Braz. arch.biol. technol. [online].2013, vol.56, n.4, pp. 587-598.

BOGDANOVIC, T. et al. Development and application of quality index method scheme in a shelf-life study of wild And fish farm affected bogue (*Boops boops*, l.). Journal of food Science. Vol. 77, nº. 2, 2012. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22250766> > Acesso em: 01/05/2013.

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.

BORGES, Alexandre et al. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0°C. Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 1, fev. 2007. Disponível em: <redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33137142 > Acesso em: 07/08/2012.

BORGES, A et al. Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life. Food Research International, v. 54, n. 1, p. 311-317, 2013.

BRASIL.Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria n. 185, de treze de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 19 de maio de 1997. Seção 1, p. 10282.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA: pescados e derivados. 2001.

BRASIL. Boletim estatístico da pesca e aquicultura, Brasil, 2010. Brasília: MPA, 2012. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%C3%ADstico%20MPA%202010.pdf> Acesso em: 07/08/2012.

CARTONILHO, M. M.; JESUS, R. S. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.4, p.344-350, abr. 2011

DAROLT, Moacir Roberto; STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação. Viçosa: UFV, p. 289-312, 2003.

DAMASCENO, A. Qualidade (sensorial, microbiológica, físico-química e parasitológica) de salmão (*Salmo salar*, Linnaeus, 1778) resfriado, comercializado em Belo Horizonte – MG, 2009. Dissertação (mestrado) – UFMG

DO AMARAL, Gabriela Vieira; FREITAS, Daniela De Grandi Castro. Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. Ciência Rural, v. 43, n. 11, p. 2093-2100, 2013.

DOBRZANSKI, J. Qualidade do pescado. VI Semana de Tecnologia em Alimentos. UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná, 2008. Disponível em: <<http://200.134.81.21/setal/docs/artigos/2008/a3/009.pdf>> Acesso em: 07/08/2012.

ELISABETTA, T. et al. Efecto del tiempo de retardo en la refrigeración sobre la frescura de la Tilapia (*Oreochromis spp*) cultivada. Anales Venezolanos de Nutrición, v. 14, n. 1, p. 3-8, 2001.

ESTEVES E, ANÍBAL J (2007) “Quality Index Method (QIM); utilização da Análise Sensorial para determinação da qualidade do pescado” Actas do 13º Congresso do Algarve, Lagos 365-373.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Roma: FAO, 2009. 218 pág.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Roma: FAO, 2010. 242 pág.

FARIAS, M. C. A. Avaliação das condições higiênico-sanitárias do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exposição para consumo em Belém-Pará. 2006. Disponível em: <http://www.cienciaanimal.ufpa.br/pdfs/CA_Ciencia_Animal/CA_Maria_do_Carmo_Andion.pdf> Acesso em: 07/08/2012.

FOGAÇA, F.H.S.; SANT'ANA, L.S. Oxidação lipídica em peixes: mecanismo de ação e prevenção. Archives of Veterinary Science, v.14, n.2, p.117-127, 2009

FOGAÇA, F. H. S.; CARVALHO, S. E. Q. DEVELOPMENT OF QUALITY INDEX FOR WILD COBIA *Rachycentron canadum*. In World Aquaculture Society, 2011, Natal. Proceedings...Natal: WAS, 2011. Não paginado.

FOGAÇA, F. H. S.; CARVALHO, S. E. Q.; GONZAGA JUNIOR, M. A. Development of a quality index method (qim) sensory sheme of ice-storage cobia *Rachycentron canadum*. In 16th World Congress of Food Science and Techonology – IUFoST, 2012, Foz do Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu: International Society of Food Science and Techonology, 2012. Não paginado.

FONTES, M. C et al. Estado de frescor e qualidade higiênica do pescado vendido numa cidade do interior de Portugal. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 59, n. 5, Oct. 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352007000500031&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07/08/2012.

GERY, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Espécies nativas para piscicultura no Brasil, v. 2, p. 175-204, 2010. Santa Maria, UFSM, 470p.

GONÇALVES, A.A. Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação. São Paulo :Ed. Atheneu, 608p. 2011

GONZAGA JÚNIOR, M. A. Avaliação da qualidade de filés de pirarucu (*Arapaima gigas*, CUVIER 1829), refrigerados e embalados sob atmosfera modificada. Rio Grande, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br:8080/xmlui/handle/1/2202>> Acesso em: 07/08/2012.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas – II: alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). Acta Amazonica, Manaus, v. 4, p. 47-53, 1974.

HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; TEJADA, M. Quality index method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). Journal of Food Science, v. 65, n. 7, p. 1202-1205, 2000.

HUSS HH (1995) “Quality Changes and Shelf Life of Chilled Fish” in Quality and quality changes in fresh fish FAO Fisheries Technical Paper 348

HUSS HH (1997) “Deterioração” in Garantia da qualidade dos produtos da pesca, FAO documento técnico sobre as Pescas nº 334

HYLDIG G. & GREEN-PETERSEN D. M. (2004). Quality index method. An objective tool for determination of sensory quality. Journal of Aquatic Food Product Technology, 13, 71–80.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1002p.

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

JESUS, R. S.; LESSI, E.; TENUTA, A. F. Estabilidade química e microbiológica de “mincedfish” de peixes amazônicos durante o congelamento. *Ciência e Tecnologia Alimentar*, v. 21, n.1, p.144-148, 2001.

JONSDOTTIR, S. Quality index method and TQM system. In: R. OLAFSSON, A. H. INGTHORSSON, (Eds.), *Quality issues in the food industry*. University of Iceland, The Research Liaison Office, pp. 81–94. 1992.

KODAIRA, M. Manejo del pescado de águas continentales en condiciones de refrigeración. In: *Informes Nacionales y Documentos Seleccionados Presentados en la Cuarta Reunion del Grupo de Trabajo sobre Tecnologia Pesquera*. Cartagena, Colombia: FAO, 1992. p.104-128. (N. 476 S).

LIMA, C. A. R. M. A.; GOMES, L. C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. 349 p.

MARINHO, L. S. Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira estocada em gelo. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal)-Universidade Federal Fluminense, 2011. Disponível em: <http://www.uff.br/higiene_veterinaria/teses/leonysoares.pdf> Acesso em: 07/08/2012.

MARTINSDOTTIR, E., SVEINSD OTTIR, K., LUTEN, J., SCHELVIS-SMIT, R., & HYLDIG, G. *Sensory evaluation of fish freshness. Reference manual for the fish sector*, QIM-Eurofish, Ijmuiden, The Netherlands. (2001).

MASSA, A. E. et al. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry*, n. 29, p. 570 – 590, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4514.2005.00050.x/full>> Acesso em: 07/08/2012.

MEDEIROS, S. D. *Tecnologia e Inspeção de Pescado e Derivados – Deterioração do Pescado*. Qualittas – Instituto de Pós-Graduação. Brasil, 2002. Disponível em: <http://www.infinityfoods.com.br/wpcontent/uploads/2012/04/hipoa_pescado_solange_medeiros_2_deterioracao.pdf>. Acesso em: 12/12/2013.

NEIVA, C. R. P. Valor Agregado X Qualidade do Pescado. Laboratório de Tecnologia do Pescado. Disponível em:<<ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/cristiane.pdf>> Acesso em: 07/08/2012.

NIELSEN, J. Quality management of the raw material in the food fish sector. Final report to EU UP-2-452. Technological Laboratory, Danish Ministry of Fisheries, Denmark. 1993.

NIELSEN, J., HANSEN, T. K., JONSDOTTIR, S., LARSEN, E. P. Development of methods for quality index of fresh fish. FAR Meeting, Noordwijkerhout, Netherlands. 1992.

NIELSEN, D., & GREEN, D. Developing a quality index tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis x Morone chrysops*) based on Quality Index Method. International Journal of Food Science and Technology., 42, 86e94. 2007.

NUNES, M. L.; BATISTA, I.; CARDOSO C. Aplicação do Índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Lisboa: IPIMAR, 2007. 51 p.

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

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

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), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005. Disponível em: <www.uff.br/higiene_veterinaria/teses_doutorado/valeria_oliveira_completa_doutorado.doc> Acesso em: 07/08/2012.

RODRIGUES, B.L.; SANTOS, L.R dos; MÁRSICO, E.T.; CAMARINHA, C.C.; MANO, S.B.; JUNIOR, C.A.C. Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 5, p. 1847-1854. 2012

RODRIGUES, T.P. Estudo de critérios para a avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo. Niterói, 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de POA), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008. Disponível em: <www.uff.br/higiene_veterinaria/teses_doutorado/tatiana_pacheco_doutorado.pdf> Acesso em: 07/08/2012.

SANT'ANA, Léa Silvia; SOARES, Sílvia; VAZ-PIRES, Paulo. Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspotseabream (*Pagellus bogaraveo*). LWT-Food Science and Technology, v. 44, n. 10, p. 2253-2259, 2011.

SANTOS, A. P. B. Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-27032012-092534/>>. Acesso em: 07/08/2012.

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 em: 07/08/2012.

SCHERER, R. et al. Efeito do gelo clorado sobre parâmetros químicos e microbiológicos da carne de carpa capim (*Ctenopharyn godonidella*). Ciência e Tecnologia de Alimentos (online). Vol.24, n.4, pp. 680-684. Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000400034> Acesso em: 07/08/2012.

SILVA, S.C. Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliada por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial. Dissertação de Mestrado, UFF, 2010.

SYKES, A. V., OLIVEIRA, A. R., DOMINGUES, P. M., CARDOSO, C. M., ANDRADE, J. P. & NUNES, M. L. (2009). Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Food Science and Technology*. 42, 424-432.

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., CLEMENTE, S. C. S. & FREITAS, M. Q. Método de Índice de Qualidade (MIQ): protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). *Revista Brasileira Ciência Veterinária*. V. 16, n. 2, p. 83-88, maio-ago. 2009.

VAL, A.L. et al. Situação atual da aqüicultura na região Norte. In: VALENTI, W.C. et al. *Aqüicultura no Brasil*. Brasília: CNPq, 2000. Cap.7, p.247-266.

VAZ-PIRES, P. & SEIXAS, P. Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illexcoindetii*). *FoodControl*, 17, 942–949. 2006.

VIEIRA, S. G. A.; GONZAGA JUNIOR, M. A.; FERREIRA, I. A.; FARIAS, E. A. O.; ARAÚJO, T. D. S.; SILVA, T. F. A.; FOGAÇA, F. H. S. Avaliação sensorial da tambatinga (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomum*) armazenada em gelo. In *Aquaciência*, 2012, Palmas. Anais...Palmas: Aquabio, 2012.

APENDICES



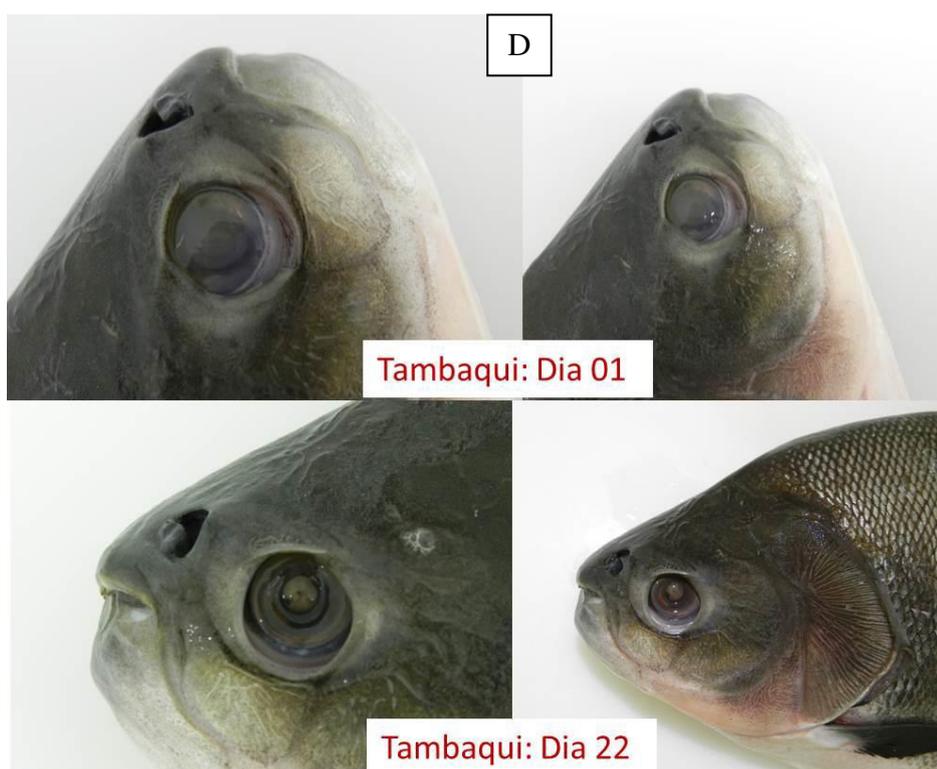
A - Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos (LAPA) da EMBRAPA MEIO-NORTE/Parnaíba-PI. A figura mostra a preparação das amostras em bandejas brancas para a análise sensorial, realizada por julgadores treinados.



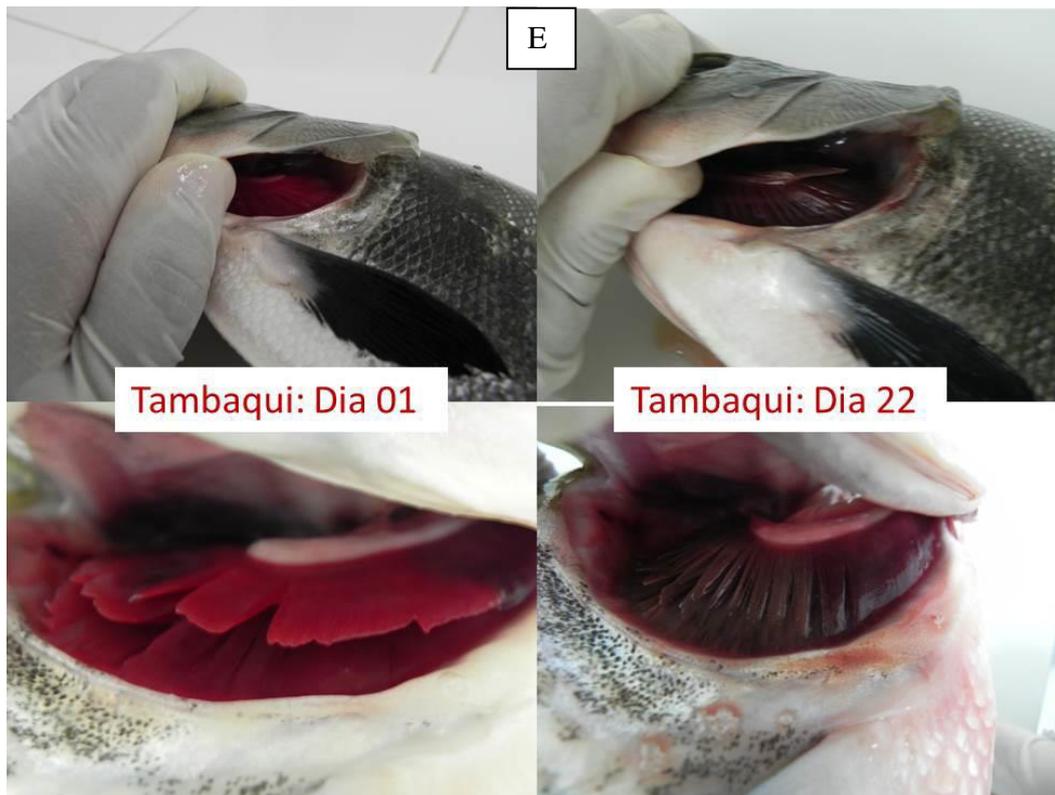
B - A figura mostra a sala e as caixas térmicas onde permaneceram armazenados as amostras durante o experimento



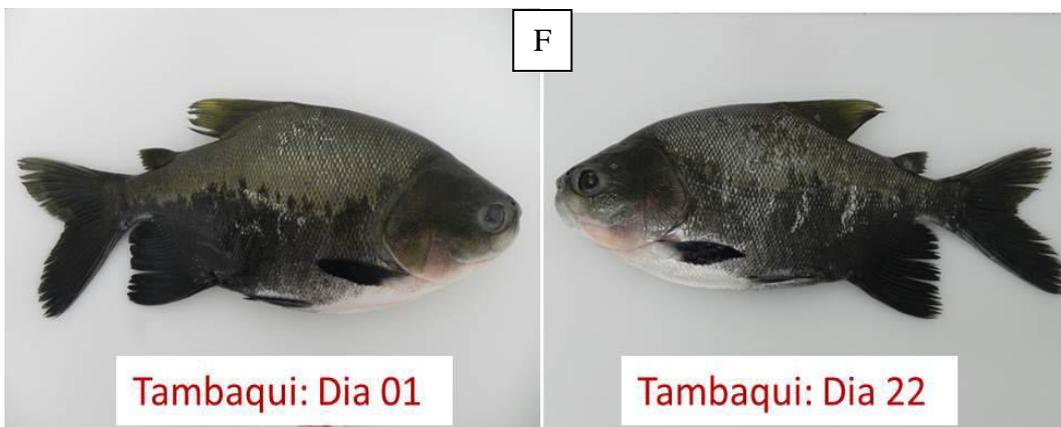
C - A figura mostra a equipe de julgadores treinados aplicando o protocolo



D - A figura mostra a evolução do atributo de qualidade "Olhos".



E - A figura mostra a evolução do atributo de qualidade “Brânquias”



F - A figura mostra a evolução do atributo de qualidade “Aspecto geral”



G - A figura mostra o momento da insensibilização e abate dos tambaquis do experimento.