

MARCELO APARECIDO MARTINS

Utilização do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para  
determinação do grau de frescor de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)  
eviscerado e estocado em gelo.

Cuiabá – MT

2014

MARCELO APARECIDO MARTINS

Utilização do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para  
determinação do grau de frescor de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)  
eviscerado e estocado em gelo.

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade  
Federal de Mato Grosso para a  
obtenção do título de Mestre em  
Ciência Animal

Área de Concentração: Tecnologia  
de Produtos de Origem Animal  
Orientador: Prof. Dr. Edivaldo  
Sampaio de Almeida Filho.  
Co-Orientadora: Profa. Dra.  
Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro.

Cuiabá – MT

2014

M386u

Martins, Marcelo Aparecido.

Utilização do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para determinação do grau de frescor de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo./ Marcelo Aparecido Martins, 2014. 63 fls..

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

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

Dissertação (Mestrado) – UFMT, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Cuiabá, 2014.

1.Pescado. 2.Microbiologia. 3.Vida de prateleira. 4.Sensorial.  
I.Título.

CDU 664.95

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Douglas Rios (CRB1/1610)



FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: MARCELO APARECIDO MARTINS

Título: Utilização do Método de índice de Qualidade (MIQ) para determinação do grau de frescor de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo.

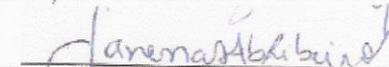
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

Aprovado em: 27/02/2014

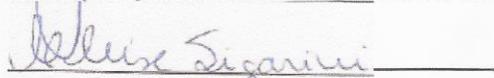
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Edivaldo Sampaio de Almeida Filho.  
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro.  
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso.



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cleise de Oliveira Sgarini.  
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso.



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniella Moreira Pinto.  
Instituição: Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dedico esta conquista aos meus amados pais e agradeço a eles pela herança que me ofereceram – **os meus estudos** - os quais foram e são bases para a pessoa que me tornei nos dias de hoje e ao meu companheiro pela força, compreensão, ajuda e companheirismo – Amo a todos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Nossa Senhora Auxiliadora, minha mãe do céu e protetora.

Aos meus pais Antonio Francisco Martins e Maria Aparecida Panzza Martins pelo amor e apoio.

Ao meu companheiro Anderson Oliveira pela alegria, amor e companheirismo.

A minha querida família base de tudo na vida.

Ao meu orientador, grande mestre professor Dr. Edivaldo Almeida, pela orientação, amizade e principalmente por acreditar em minha pessoa e me receber novamente depois de 10 anos na instituição como seu orientando.

A minha coorientadora professora Dra. Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro, pelo ensinamento, aprendizado e paciência em corrigir meus artigos e trabalhos.

A professora Msc. Luciana Kimie Savay-da Silva, pela paciência e ajuda nas correções dos meus artigos e projetos.

A minha amiga/irmã Luzilene Aparecida Cassol pelo apoio, ajuda e alegrias em todos os dias da nossa caminhada.

Aos amigos que carrego na minha vida, minha segunda família.

Aos amigos/estagiários e voluntários do laboratório de pescado pela ajuda e parceria nos trabalhos.

Aos meus amigos da Pós Graduação em Ciência Animal, pela amizade nesses dois anos.

## RESUMO

MARTINS, M. A. Utilização do método de índice de qualidade (MIQ) para determinação do grau de frescor de pacu (*piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo. 2014 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver o método de índice de qualidade (MIQ) para espécie dulcícola pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado, armazenado em gelo ( $0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) por 22 dias e aplicá-lo no estabelecimento da sua vida de prateleira. Para avaliar o frescor durante o armazenamento, realizaram-se análises sensoriais (MIQ) e físico-químicas (pH e Bases Voláteis Totais) nos dias 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 e 22 em triplicata. As correlações entre os resultados obtidos pelas análises foram utilizadas para determinar o ponto de rejeição. Os resultados indicam que o prazo de validade do pacu foi estimado em 11 dias de estocagem. O MIQ foi considerado eficiente na avaliação do frescor do pacu, já que a rejeição sensorial pelo MIQ foi determinante no estabelecimento da vida de prateleira.

Palavras-chave: pescado, microbiologia, vida de prateleira, sensorial.

## ABSTRACT

Quality Index Method (QIM) to determine the degree of freshness of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) gutted and stored on ice.

This study aimed to develop the quality index method (QIM) for evaluating certain attributes of pacu, a fishwater (*Piaractus mesopotamicus*), gutted, stored under ice ( $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) for 22 days and apply the method to establish its shelf life. To assess the fish freshness during storage, sensory (QIM) and physicochemical (pH and total volatile bases) tests were performed on the first, fourth, seventh, tenth, thirteenth, sixteenth, nineteenth, and twenty-second days in triplicate. The correlations among the results obtained by the analyses were used to determine the rejection point. Results indicate that the expiration date for pacu storage was estimated in 11 storage days. The QIM was considered efficient for assessing the pacu freshness, since sensory rejection by QIM was determinative for establishing the shelf life.

Keywords: fish, microbiology, shelf life, sensory.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção mundial de pescado em milhões de toneladas, no período de 1950 a 2011, proveniente tanto de pesca extrativista quanto da aquicultura (FAO, 2014). .....	16
Figura 2 - Produção brasileira de pescado, no período de 1950 a 2011, proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura (FAO, 2014). .....	17
Figura 3 - Exemplar de Pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) eviscerado e estocado em gelo utilizado no presente estudo. ....	19
Figura 4 – Métodos de avaliação do frescor e qualidade do pescado (Gonçalves, 2011) .....	22
Figura 5 – Treinamento dos Julgadores na metodologia MIQ, de acordo para cada tempo de armazenamento, realizado antes da avaliação do experimento. ....	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sentidos e atributos de qualidade avaliados pelo esquema sensorial desenvolvido pela “Torry Reseach Station” (TORRY, 1989). .....	30
Quadro 2 – Principais atributos para elaboração de MIQ (Gonçalves, 2011).....	32

## SUMÁRIO

	Página
Capítulo 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
1 Introdução.....	14
2 revisão bibliografica.....	16
2.1 Cenário da Pesca e Aquicultura Mundial.....	16
2.2 Produção Nacional do Pescado .....	17
2.2.1 Pesca em Mato Grosso.....	18
2.2.2 Pacu.....	19
2.3 Pescado como alimento .....	20
2.4 Deterioração do Pescado .....	21
2.5 Qualidade do pescado.....	22
2.5.1 Métodos Objetivos (Não sensorial) .....	23
2.5.1.1 Análises físico-químicas.....	23
2.5.1.1.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) .....	23
2.5.1.1.2 Determinação Nitrogênio das bases voláteis totais (BVT) .....	24
2.5.1.1.3 Reação de Éber para gás sulfídrico.....	25
2.5.1.1.4 Aminas Biogênicas .....	25
2.5.1.1.5 Contaminantes inorgânicos .....	26
2.5.1.2 Análises Microbiológicas.....	27
2.5.1.2.1. Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Mesófilos (CBHAM) e Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicrotróficas (CBHAP).....	28
2.5.2 Métodos Subjetivos (sensorial) .....	28
2.5.2.1..... Método da “Torry Reseach Station” .....	29
2.5.2.2..... Esquemas da União Europeia.....	30
2.5.2.3..... Método do índice de qualidade (MIQ).....	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

Capítulo 2 – Utilização do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para determinação do grau de frescor de pacu ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) eviscerado e estocado em gelo. ....		40
1	Introdução.....	41
2	Material e Métodos.....	42
2.1	Obtenção e Armazenamento das Amostras.....	42
2.2	Análise Sensorial pelo Método de Índice de Qualidade.....	43
2.3	Seleção e Treinamento dos Avaliadores.....	43
2.4	Aplicação do Protocolo do Método de Índice de Qualidade (MIQ).....	43
2.5	Análises Microbiológicas e Físico-químicas.....	44
2.6	Análises Estatística.....	44
3	Resultados e Discussão.....	45
3.1	Alterações durante o armazenamento e Avaliação do Índice de Frescor.....	45
3.1.1	- Evolução individual dos atributos que compõem o índice de qualidade do pacu eviscerado e estocado em gelo.....	47
3.2	Análises Microbiológicas.....	52
3.3.1	Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicotróficas e Mesófilos.....	52
3.3	Análises Físico-Químicas.....	54
3.3.1	Análise de Bases Voláteis Totais –BVT.....	54
3.3.2	Análise de pH muscular.....	56
3.4	Inter-relação entre análises Sensorial, Microbiológicas e Químicas. ....	57
4	CONCLUSÃO.....	58
5	Referências Bibliográficas.....	59

## CAPITULO 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1 INTRODUÇÃO

A demanda pela produção de pescado vêm aumentando nos últimos anos, impulsionada principalmente pelo crescimento da população e pela tendência mundial em busca de alimentos saudáveis e indicados para a saúde humana.

O pescado desempenha papel relevante na economia, como consequência de sua abundância e excelente composição nutritiva, alta digestibilidade e baixos níveis calóricos e, a exemplo de carnes, leites e ovos, o músculo esquelético do pescado é rico em proteínas e lipídeos, constituindo para a nutrição humana uma excelente fonte de aminoácidos essenciais.

Devido a grande disponibilidade em recursos hídricos, onde nasce a maioria dos rios de três grandes bacias hidrográficas brasileiras: a bacia Amazônica, a bacia Araguaia-Tocantins e a bacia Platina, o estado de Mato Grosso destaca-se no cenário nacional. A pesca constitui a segunda maior atividade econômica do pantanal, o que faz do peixe o símbolo culinário da cultura matogrossense, sendo as mais importantes espécies de sua fauna aquática *Brycon microlepis* (piraputanga), *Piaractus mesopotamicus* (pacu), *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Salminus maxillosus* (dourado), *Pseudoplatystoma fasciatum* (cachara), *Pseudoplatystoma coruscans* (pintado), dentre outras (MELLO, 2008).

O *Piaractus mesopotamicus* foi à quinta espécie mais produzida na aquicultura continental nacional no ano de 2011. Por ser uma das espécies com um dos maiores volumes de desembarque, torna-se, portanto, imprescindível o conhecimento da sua qualidade e do seu prazo de vida comercial. Como a avaliação sensorial é uma ferramenta importante na determinação da qualidade do pescado fresco no setor pesqueiro e pelos serviços de inspeção, faz-se necessário o estudo individual das espécies, devido à existência de um grande número de espécies de pescado e a singularidade de cada uma delas, com o objetivo de melhor aplicar as características sensoriais como ferramenta na avaliação da qualidade.

Considerando esses aspectos, o presente estudo tem como o objetivo desenvolver um protocolo Método Índice de Qualidade (MIQ) para a espécie dulcícola Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) através da correlação dos dados analíticos físico-químicos e bacteriológicos, prevendo a validade comercial dessa espécie e fornecendo dados para aplicação do MIQ pelas autoridades sanitárias e estabelecimentos comerciais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Cenário da Pesca e Aquicultura Mundial

A produção de pescado vem aumentando gradativamente nos últimos anos, impulsionada principalmente pelo crescimento da população e pela tendência mundial em buscar alimentos saudáveis e indicados para a saúde humana (ANDRADE e YASUI, 2003).

Defini-se pescado como sendo todos os organismos aquáticos (animal e vegetal) de origem fluvial, marinha ou estuarina, destinados à alimentação humana (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2014) a produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 178 milhões de toneladas em 2011, representando um incremento de aproximadamente 5,7% em relação a 2010. A pesca de captura desde 2001 vem se mantendo produção constante em torno de 90 milhões de toneladas por ano, diferentemente da produção aquícola que demonstra um forte crescimento, com taxa média anual de 6,3% (figura 1).

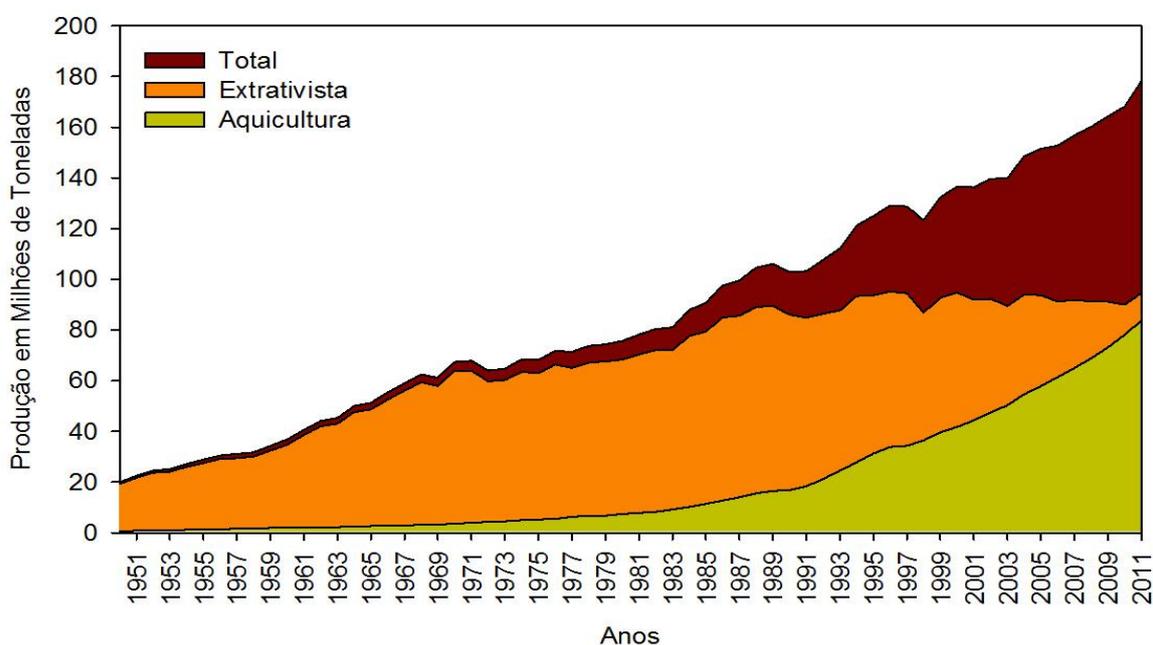
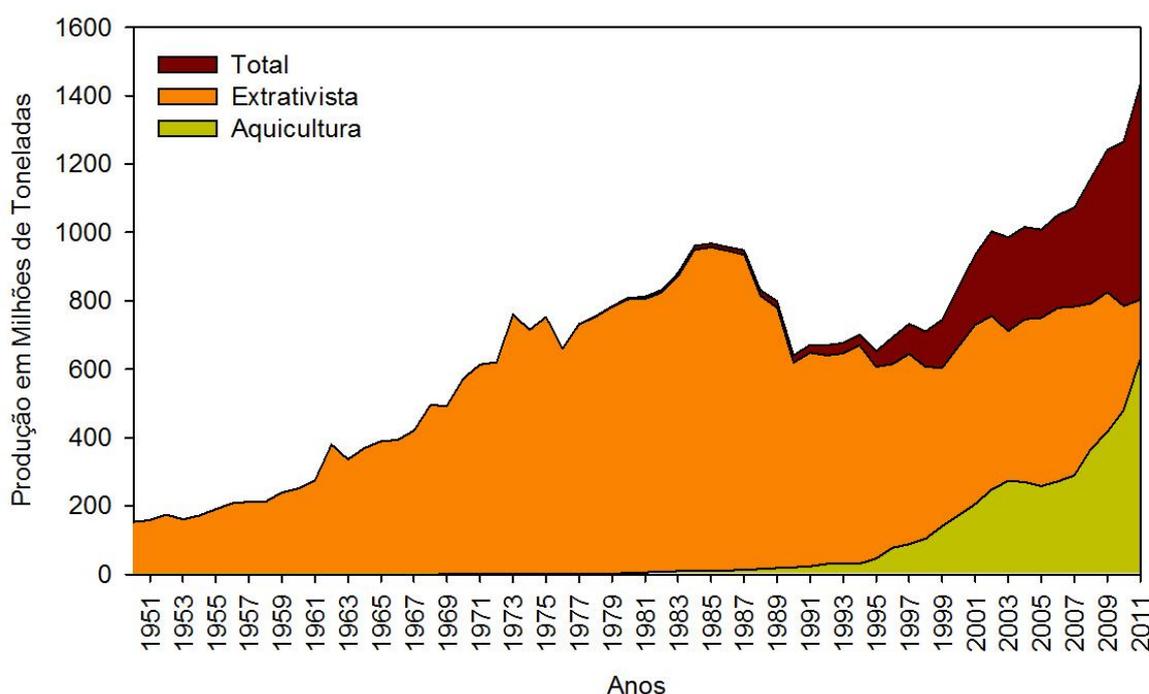


Figura 1 - Produção mundial de pescado em milhões de toneladas, no período de 1950 a 2011, proveniente tanto de pesca extrativista quanto da aquicultura (FAO, 2014).

De acordo ainda com registros da FAO (2014), no ano de 2011 os maiores produtores de peixe foram a China seguida da Indonésia, Índia e Peru com aproximadamente 66,2 milhões, 13,7 milhões, 8,9 milhões e 8,3 milhões de toneladas, respectivamente. Neste cenário o Brasil aparece em 18º lugar com produção aproximada de 1,4 milhões de toneladas em 2011.

## 2.2 Produção Nacional do Pescado

De acordo com a FAO (2014) na produção pesqueira e aquícola do Brasil, observou-se um crescimento da pesca extrativa no período entre 1950 - 1985, quando foi registrada a maior produção, atingindo cerca de 956.684 toneladas. Após este ano, houve queda gradativa, chegando em 1990 com 619.805 toneladas e mantendo-se neste nível por quase 10 anos. A partir do ano 2000, a produção pesqueira voltou a crescer, passando de 666.846 toneladas para 1,431 milhões de toneladas em 2011. A produção aquícola brasileira teve início em 1968, quando foram reportadas menos de 0,5 toneladas de pescado produzido. Desde então, a aquicultura nacional tem mostrado crescimento gradual. Após pequena queda nos anos de 2004 e 2005, a produção retomou o crescimento, registrando os maiores resultados em 2010 e 2011, com 479.398,60 e 628.704,30 toneladas respectivamente (Figura 2).



**Figura 2 - Produção brasileira de pescado, no período de 1950 a 2011, proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura (FAO, 2014).**

Segundo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) no Brasil em comparação entre os anos de 2010 e 2011 a produção de pescado teve um incremento de aproximadamente 13%, quando foram produzidas 1,431 milhões de toneladas, sendo a pesca extrativa marinha a modalidade de maior contribuição totalizando 38,7% do pescado produzido acompanhado da aquicultura continental (38%), pesca extrativa continental (17,4%) e aquicultura marinha (6%). A região de maior contribuição foi a nordeste com aproximadamente 454 mil toneladas respondendo por 31,7% da produção nacional seguido das regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste onde registraram 336 mil (23,5%), 326 mil (22,8%), 226 mil (15,8%) e 88 mil toneladas (6,2%), respectivamente (BRASIL, 2013).

A produção aquícola nacional aumentou de forma significativa de 2010 para 2011, com um incremento de aproximadamente 31%, representado em 100% pela modalidade continental, pois a de origem marinha reduziu 0,99% no mesmo período. O crescimento consistente desse setor da aquicultura pode ser atrelado ao desenvolvimento do setor, que por sua vez, se deu pela ampliação de políticas públicas que facilitaram o acesso aos programas governamentais existentes, tais como o Plano Mais Pesca e Aquicultura, desenvolvido pelo MPA (BRASIL, 2013).

A análise da produção nacional de pescado por estados no ano de 2011 aponta o estado do Paraná como maior produtor de pescado continental, com 73,831 mil toneladas, seguido pelos estados, de Santa Catarina e Mato Grosso com 53,641 mil e 48,748 mil toneladas, sendo que Mato Grosso obteve um crescimento de 38% em comparação com o ano de 2010 (BRASIL, 2013).

### **2.2.1 Pesca em Mato Grosso**

O Estado de Mato Grosso, no ano de 2011, ocupou o terceiro lugar de produção aquícola continental nacional. Tal resultado pode estar relacionado às características propícias que a região possui para criação, a alguns incentivos fiscais e a publicação de leis do governo do estado de Mato Grosso que beneficiam a piscicultura dentro do estado. Pode-se citar a Lei Estadual nº 8.464 de 04/04/2006 que define e disciplina a piscicultura e a Lei Estadual nº 8.684 de 20/07/2007 a qual garante incentivos fiscais que estimulam a criação, industrialização e o comércio de pescado proveniente da aquicultura, pela isenção da cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) (BARROS et al., 2011).

Segundo Moraes (2012) as principais espécies em desenvolvimento no Estado de Mato Grosso estão os peixes redondos como Pacu - *Piaractus mesopotamicus*, Tambaqui - *Colossoma macropomum* e Pirapitinga - *Piaractus brachypomus* e os peixes lisos como “Ponto e Vírgula” – resultado dos cruzados de fêmea de *Pseudoplatystoma reticulatum* e macho *Pseudoplatystoma corruscans* e o Pintado Amazônico – resultado do cruzamento da fêmea de *Pseudoplatystoma sp* X Macho de *Leiarius marmoratus*.

### 2.2.2 Pacu

Pertencente à ordem dos Characiformes, família Characidae e subfamília Myleinae o *Piaractus mesopotamicus*, popularmente denominado como pacu, caranha, pacu-caranha ou pacu-guaçu, é originário da bacia dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai e apresenta excelentes características zootécnicas como rusticidade, crescimento rápido, fecundidade elevada e grande aceitação no mercado (BRITSKI et al, 1999), os quais são fatores que levam ser a quinta espécie mais produzida na aquicultura continental nacional (BRASIL, 2013).

É considerado um peixe onívoro, com forte tendência a herbívoro, alimentando-se de frutos, detritos orgânicos, crustáceos, moluscos e pequenos peixes. As condições ideais para seu desenvolvimento são água de pH ligeiramente ácido e temperatura em torno de 26°C. Seu corpo apresenta forma de disco, com escamas pequenas e numerosas e possui dentes molariformes que podem quebrar pequenos frutos fibrosos e duros (figura 3) (BRITSKI et al, 1999).



Figura 3 - Exemplar de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo utilizado no presente estudo.

Em ambientes naturais sua coloração é quase preta, passando de amarelo brilhante quando está nas cabeceiras dos rios para efetuar a desova. Sua criação comercial vem crescendo devido ao sabor de sua carne, o baixo custo de manutenção, a resistência a patógenos, a baixa exigência quanto à qualidade da água, pela alta adaptabilidade ao cultivo em tanques e viveiros além de ser uma das espécies mais apreciadas na pesca esportiva (ABIMORAD e CARNEIRO, 2007).

### **2.3 Pescado como alimento**

De acordo com Gonçalves (2011) o pescado é uma importante parte da dieta diária de muitos países, contribuindo com  $\frac{1}{4}$  da oferta mundial de proteína de origem animal. Nutricionalmente a carne de pescado possui características próprias, as quais a torna benéfica para saúde humana. Dentre estas sobressaem:

- Rápida digestão e rico em proteínas de alta qualidade;
- Rico em lisina e aminoácidos essenciais, sendo complemento para dietas principalmente da população carente, que é rica em carboidratos, pois a lisina está presente cerca de 10% da composição da proteína do pescado, enquanto no arroz a mesma é de apenas 2,8%.
- Rico em micronutrientes (vitamina A, D, B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), ferro, fósforo, cálcio e iodo, sendo este último presente no pescado marinho).
- Possui na sua composição ácidos graxos, especialmente ômega-3, necessários para o desenvolvimento do sistema cerebral e corpo.
- Base para concepção de alimentos funcionais.

Devido aos inúmeros benefícios que a carne de peixe traz a saúde humana, o seu consumo vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Segundo uma pesquisa do MPA, houve um crescimento na média de consumo por habitante no país alcançando 11,17 quilos em 2011; 14,5% a mais do que o ano anterior. Nos anos de 2010 e 2011, o crescimento da demanda por peixes e frutos do mar aumentou em média 23,7% (SEAFOODBRASIL, 2014).

Por outro lado o pescado é um dos alimentos mais perecíveis, necessitando de cuidados especiais desde do momento que é capturado até a indústria ou mesa do consumidor (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

## 2.4 Deterioração do Pescado

Em decorrência de algumas características intrínsecas do pescado, como a frouxa constituição do tecido conjuntivo, fatores microbiológicos, da rápida instalação da fase de rigidez *post mortem*, liberação do muco, alta quantidade de água e proteínas que servem de substratos para as bactérias, o pescado é um alimento altamente perecível (BARTOLOMEU, 2011).

Após a morte, o pescado, sofre várias alterações que vão culminar na sua deterioração, as quais são iniciadas por ações enzimáticas causando hidrólise das proteínas e lipídeos, seguindo para degradação microbiana a qual causa alterações químicas e físicas irreversíveis no pescado (JAY, 2005).

A fase de rigidez (*rigor mortis*), que ocorre algumas horas após a morte do peixe, se caracteriza pela redução do pH da carne, resultado de reações bioquímicas que utilizam o glicogênio muscular como fonte de energia e produzem o ácido lático. As reservas de glicogênio, normalmente estão associadas à quantidade de ácido lático produzido. Quanto maiores as reservas de glicogênio maior é a acidificação do músculo e maior a proteção dele contra o ataque bacteriano. Assim, a movimentação excessiva dos peixes na captura diminui consideravelmente as reservas de glicogênio de seus músculos, proporcionando menor redução do pH. Por esse motivo a fase de *rigor mortis*, em pescado inicia-se rapidamente, com curta duração. Sabe-se que as alterações bacteriológicas serão iniciadas após essa fase e como ela é de curta duração em peixes a vida comercial do pescado é menor que a dos outros animais (RABELO, 1998).

A deterioração de peixes de água doce e salgada parece ocorrer da mesma maneira e possuem uma sequência, a qual se inicia logo após o término do *rigor mortis*, onde os aminoácidos e outras substâncias não proteicas são utilizadas pelos microrganismos, principalmente *Pseudomonas* e *Shewanella putrefaciens*, que utilizam rapidamente esses compostos. A baixa reserva de aminoácidos para as bactérias provoca uma interrupção na repressão de proteinase iniciando-se assim novo processo na decomposição das proteínas o que resulta na reposição de aminoácidos no substrato tendo como resultado, um aumento nos produtos de decomposição dos aminoácidos, o que acelera a deterioração do pescado (GONÇALVES, 2011).

Pela complexidade do processo de deterioração do pescado, dependendo do objetivo, a confiabilidade dos resultados é maior quando utilizamos um conjunto de

métodos de avaliação da qualidade do pescado do que apenas um isoladamente (OGAWA e MAIA, 1999).

## 2.5 Qualidade do pescado

Há varias definições para o termo qualidade, segundo a Comissão do *Codex Alimentarius* (2013), qualidade significa “o conjunto de um produto que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades estabelecidas ou implícitas”.

Vários métodos têm sido propostos para avaliar a qualidade do pescado e o estado de frescor. Geralmente há dois principais métodos disponíveis, o sensorial (subjetivo) e não sensorial (objetivo) como demonstra a figura 4. Os métodos sensoriais são mais antigos, porém bastante utilizados na determinação da qualidade do pescado. Entre os métodos não sensoriais pode-se citar os químicos, físicos e microbiológicos (POLI et al., 2005).

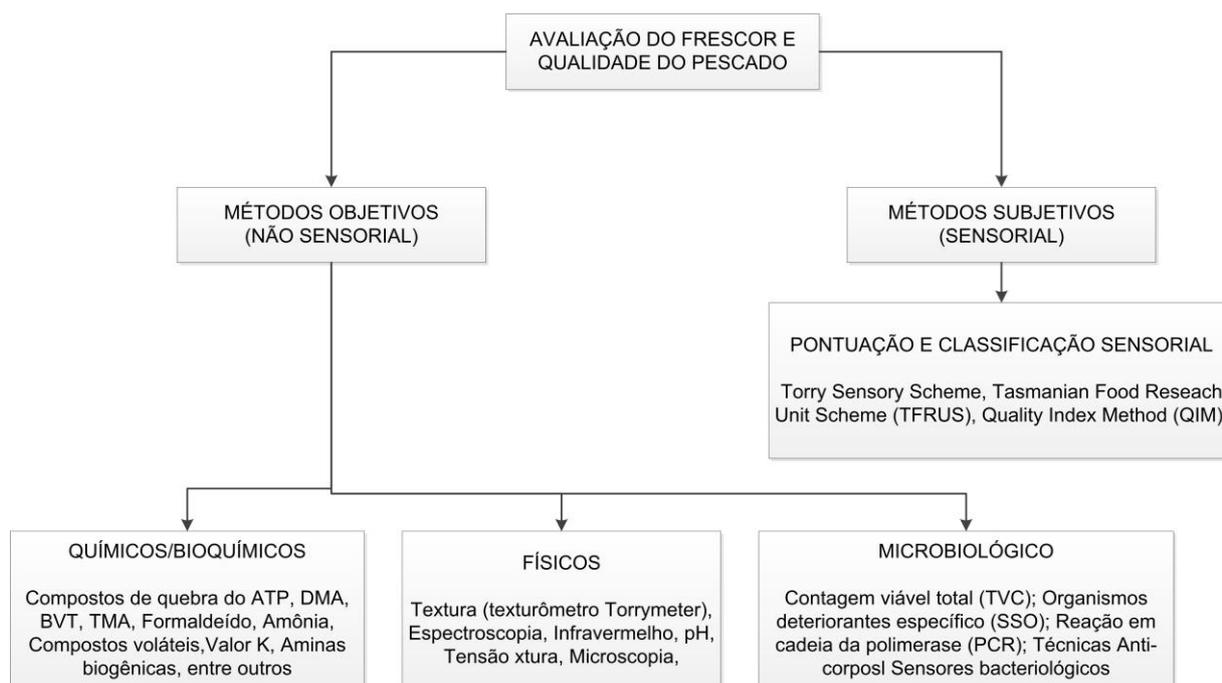


Figura 4 – Métodos de avaliação do frescor e qualidade do pescado (Gonçalves, 2011)

## **2.5.1 Métodos Objetivos (Não sensorial)**

### **2.5.1.1 Análises físico-químicas**

Há diversos métodos de análises físico-químicas descrito em literaturas para determinação da qualidade do pescado, porém serão destacadas neste trabalho as que têm relação com a legislação.

#### **2.5.1.1.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)**

A determinação do pH é uma importante avaliação da qualidade não somente do pescado, mas de vários outros alimentos. O pescado possui um pH maior que 4,5 considerado alimento de baixa acidez.

A legislação em vigor no Brasil (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA) estabelece uma faixa de valores de pH para pescado fresco sendo o da carne externa inferior a 6,8 e o da interna, inferior a 6,5 (BRASIL, 1952)

A alteração de pH se dá após a morte, onde o suprimento de oxigênio para o tecido muscular é interrompido, desta forma a produção de energia se restringe a glicólise. A glicólise *post mortem* resulta no acúmulo de ácido lático, com a concomitante diminuição de pH do músculo. A quantidade de ácido lático 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 gerado menor quantidade de ácido lático após a morte. Entretanto algumas variáveis podem influenciar nos níveis de glicogênio armazenado, alterando o pH final, como: a espécie, o estado nutricional do peixe, a quantidade e grau de esgotamento no momento da morte, entre outros.

Logo após a glicólise, certas transformações autolíticas, tais como o rompimento de proteínas, proporcionam condições ótimas para o crescimento e reprodução da microbiota contaminante, a qual pode produzir aminas que elevam o pH do pescado (HUSS, 1999).

Os métodos de determinação de pH são colorimétricos ou através de potenciômetros. Os colorimétricos utilizam indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio, porém não são precisos e tem aplicação limitada já que não se aplicam às soluções coloidais que

podem absorver o indicador, falseando os resultados, já os métodos eletrométricos utilizam aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (GONÇALVES, 2011).

Segundo Ogawa e Maia (1999), apesar do processo eletrométrico ser preciso, o mesmo não é conclusivo para determinar a qualidade do pescado, pois quando usado isoladamente, seu uso é considerado restrito por variar entre uma amostra e outra e por ocorrerem oscilações ao longo do período de estocagem, por isso análises microbiológicas, microscópicas e sensoriais devem ser realizadas para se ter maior confiabilidade dos resultados.

#### **2.5.1.1.2 Determinação Nitrogênio das bases voláteis totais (BVT)**

O pescado quando resfriado, pode ser deteriorado por ação enzimática e bacteriana, causando a formação de vários compostos nitrogenados, dos quais os de maior ocorrência são a dimetilamina (DMA), produzida por enzimas autolíticas durante o armazenamento em congelamento, trimetilamina (TMA), produzida por deterioração bacteriana, amônia que é produzido por desaminação de aminoácidos e catabolismo de nucleotídeos, e outros nitrogenados básicos voláteis (putrescina, cadaverina e espermidina) associados a deterioração (LEITE, 2005).

Há varias técnicas analíticas para determinação de BVT, sendo que a mais utilizada se fundamenta na destilação da amônia e aminas voláteis por arraste de vapor, em meio levemente alcalino, e quantificação por volumetria de neutralização (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A determinação de bases voláteis totais (BVT) é amplamente usada na avaliação da qualidade dos produtos pesqueiros, pois é diretamente proporcional à sua deterioração. Apesar da análise de BVT ser relativamente simples de realizar, tem sido observado que o teste só apresenta aumentos consistentes quando o pescado está próximo da rejeição e vale resaltar que para algumas espécies como o cação, a raia e o siri possuem teores elevados, sem que estejam necessariamente em decomposição, tornando assim um teste restrito para diagnosticar a validade comercial a partir de dados intermediários, porém, teria utilidade como indicador do período máximo de comercialização (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HUSS, 1999).

Segundo RIISPOA (BRASIL,1952), 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 (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). A Comunidade Europeia (EC) estabelece valores limites maior que a legislação brasileira, sendo 35mg de BVT por 100g de músculo de peixes nas diretivas 95/149/EEC e 91/493/EEC, respectivamente (RUIZ CAPILAS e MORAL, 2001)

Os peixes de água doce possuem um menor teor de BVT que peixes marinhos, devido a ter menores quantidades de óxido de trimetilamina que por ação microbiana originará trimetilamina, com isso a utilização desses parâmetros é questionada, pois o tempo para que os peixes de água doce atinjam o limite é maior. Os critérios estabelecidos pela legislação brasileira parecem não ser adequados para todos os tipos de peixes, pois algumas espécies apresentam níveis de BVT compatíveis com legislação, porém oferecem condições desfavoráveis ao consumo e vice versa (TAHA 1988).

#### **2.5.1.1.3 Reação de Éber para gás sulfídrico**

O RIISPOA (BRASIL, 1952) exige reação de gás sulfídrico negativa para peixe fresco. Devido à liberação de enxofre, na decomposição bacteriana do músculo do pescado, que em meio ácido se transforma em gás sulfídrico ( $H_2S$ ), torna essa reação indicada para avaliar o estado de frescor do pescado. O método da reação de Éber para gás sulfídrico se baseia na reação do  $H_2S$  com solução de acetato de chumbo, que em caso positivo, forma sulfeto de chumbo, enegrecendo o papel de filtro tratado com a referida solução (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **2.5.1.1.4 Aminas Biogênicas**

A prevalência de aminas biogênicas em pescado depende de vários fatores, como o tipo de músculo e a microflora presente. Em geral, as concentrações em espécies recém capturadas são baixas quando armazenadas em condições apropriadas de temperatura, em refrigeração ou congelamento (GONÇALVES, 2011).

As aminas biogênicas mais comumente associadas à deterioração no pescado são a histamina, a tiramina, a putrescina e a cadaverina (LEHANE e OLLEY, 2000).

Dentre as aminas biogênicas se destaca a histamina, devido à associação com envenenamento escombróide. Algumas espécies apresentam elevado conteúdo

de histidina no músculo, principalmente em peixes da família Scombridae (atum, bonito, serra, arenque, cavala, sardinha etc.), entretanto, os peixes de outras famílias como Pomatomidae, Coryphaenidae, Carangidae, Clupeidae e Engraulidae, também estão envolvidos. A histidina, após a ação de enzimas descarboxilantes de aminoácidos de origem bacteriana (histidina descarboxilase), dá origem à histamina [4-(2-aminoetil)imidazol], um alérgeno muito ativo (KAROVIČOVÁ e KOHAJDOVÁ, 2005).

A histamina somente é tóxica quando está em níveis acima de 100 partes por milhão (ppm) no músculo do peixe (MORENO, 2001). A legislação brasileira (BRASIL, 1997), determina que para pescado fresco o nível máximo de histamina deve ser de 100 ppm, sendo esta determinação restrita às espécies das famílias *Scombridae*, *Scombressocidae*, *Clupeidae*, *Coryphaenidae* e *Pomatomidae*, a mesma legislação recomenda que o método de medição de histamina no pescado seja através do método espectrofluorimétrico, o qual se baseia no acoplamento da histidina com o orto-ftalaldeído, resultando num composto fluorescente, sendo um a metodologia simples, reprodutiva, sensível e precisa, porém exige equipamentos caros e complexo.

#### **2.5.1.1.5 Contaminantes inorgânicos**

O pescado apesar de ser alimento de alto valor nutritivo, pode ser via de contaminação, caso esteja contaminado por compostos inorgânicos, como por exemplo, metais pesados (arsênico, cádmio, cromo, cobre, mercúrio, chumbo), em quantidades superiores aos limites máximos de ingestão estabelecidos pelos órgãos reguladores. Destes o mercúrio tem um destaque maior e vem sendo estudado nos últimos tempos, devido ao seu efeito nocivo causado aos organismos vivos, como os animais aquáticos, onde a assimilação deste metal, quase na sua totalidade sob a forma de metilmercúrio, se dá pelo contato com a água e pela ingestão de alimentos contaminados (TEODORO, 2007; GONÇALVES, 2011).

A legislação brasileira (BRASIL, 1998) preconiza que os compostos inorgânicos são considerados como substâncias residuais ou migradas presentes nos alimentos, sendo o nível máximo permitido para o mercúrio de 0,50 mg/kg para os peixes e produtos da pesca, com exceção dos predadores de topo de cadeia, com tolerância de 1,00 mg/kg.

### 2.5.1.2 Análises Microbiológicas

Alguns fatores influenciam consideravelmente a qualidade microbiota do pescado refletindo nas contagens iniciais dos microrganismos (Vieira 2004). Dentre eles destaca-se:

- O tipo de captura, no caso de rede que entram em contato com o fundo, resultando na exposição do pescado a altas quantidades de bactérias, principalmente pela movimentação provocada nas águas e sedimentos;
- Temperatura, pois há predominância de certos microrganismos dependendo da origem dos animais, se de águas temperadas ou tropicais;
- A espécie do pescado, pois sua composição química determinará a predominância de diferentes espécies de microrganismos.

O músculo e a parte interna do pescado recém capturado são considerados estéreis, entretanto a pele, guelras e intestino são colonizados por diferentes espécies de microrganismos, onde se regras de armazenamento e manipulação não forem seguidas este pescado entrará mais rapidamente no processo degenerativo e irreversível de deterioração.

A microbiota de pescado marinho e de água doce são semelhantes, permitindo fazer comparações. A presença de *Pseudomonas* é muito mais pronunciada no pescado marinho, independente das condições de temperatura da água. Em pescado fluvial nota-se uma presença mais frequente de representantes das famílias Aeromonadaceae e Enterobacteriaceae, principalmente coliformes, que é mais frequente no pescado fluvial, provavelmente como consequência da poluição fecal dos mananciais aquáticos. A temperatura das águas e de armazenamento do pescado parece ser muito mais significativa em termos da definição da microbiota predominante do que propriamente a sua origem, se fluvial ou marinha (GONÇALVES, 2011).

### **2.5.1.2.1. Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Mesófilas (CBHAM) e Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicotróficas (CBHAP)**

As CBHAM e CBHAP são empregadas na maioria das vezes como microrganismos indicadores de higiene e processamento, pois mesmo que o pescado esteja ausente de patógenos e não apresente sinais de deterioração, um número elevado destes microrganismos indica que o produto não está apto para o consumo (FRANCO e LANDGRAF, 1999).

De acordo com Kirschnik e Viegas (2004), altas contagens destes microrganismos podem apresentar risco à saúde do consumidor, entretanto a legislação brasileira não estipula limites para aceitação destes microrganismos. No entanto a *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMFS) (1986) estabelece como limite aceitável o máximo de 7 log UFC/g na superfície muscular do pescado.

A temperatura da água tem naturalmente um efeito seletivo. Assim, os organismos mais psicotróficos (*Clostridium botulinum* e *Listeria sp*) são frequentes no Ártico e nos climas mais frios enquanto que os tipos mais mesófilos (*Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*) representam parte da flora natural do peixe de ambientes costeiros e estuarinos de zonas temperadas ou tropicais quentes (HUSS, 1999).

### **2.5.2 Métodos Subjetivos (sensorial)**

Gonçalves (2011) define análise sensorial como sendo “a disciplina científica capaz de evocar, medir, analisar e interpretar reações das características percebidas em alimento, por meio dos órgãos do sentido”.

Os métodos físicos, químicos, bioquímicos e microbiológicos têm sido muito utilizados pela sua objetividade, mas na sua maioria são morosos, destrutivos, dispendiosos e nem sempre traduzem as alterações do pescado tal como são percebidos. Deste modo, cada vez mais métodos sensoriais são utilizados, devido à facilidade e rapidez com que podem ser executados tem sido preferidos. Acrescentando a essas qualidades podemos citar ainda que os resultados destes métodos são de fácil entendimento pelos industriais e pelos consumidores. Porém, a natureza subjetiva dos métodos sensoriais exige a adoção de critérios de avaliação definidos e padronizados e a participação de provadores treinados e familiarizados

com produtos de pescado e com os critérios de avaliação usados (NUNES et al., 2007).

Em razão da rápida deterioração do pescado, quando comparado com a de outros tipos de carnes, a avaliação do frescor utilizando a análise sensorial é amplamente estudada nestes animais, sendo percepção sensorial o método mais confiável para a avaliação do frescor do pescado e largamente empregado no dia a dia na indústria de pescado, pela necessidade de rapidez no julgamento de lotes de matéria-prima e do produto acabado, bem como pela facilidade de execução (GONÇALVES, 2011).

No Brasil, as características do peixe fresco, considerado próprio para consumo, são determinadas por legislação como o RIISPOA (BRASIL, 1952), na Portaria nº 185 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1997) e Instrução Normativa nº 25 (BRASIL, 2011). Todavia, tais critérios não consideram a diversidade entre as diferentes espécies e não originam pontuações de qualidade sensorial que expressem o frescor do pescado.

A aceitação do pescado fresco é determinada pela sua qualidade sensorial. Por isso é extremamente importante determinar o estado de frescor dos peixes logo após a morte, a fim de evitar ou minimizar as mudanças que possam vir a acontecer durante o armazenamento dos produtos, tais como alterações no aspecto, cor da pele, firmeza muscular, aroma e sabor (HUIDOBRO et al., 2000).

Vários esquemas para análise sensorial de pescado fresco foram desenvolvidos nos últimos anos, dentre estes destacam-se: a escala de “Torry”, o esquema da União Europeia (EU) e o Método do Índice de Qualidade (MIQ).

#### **2.5.2.1. Método da “Torry Research Station”**

O primeiro método, moderno e detalhado, para avaliação do pescado cru, foi desenvolvido em 1950 pela *Torry Research Station*, na Escócia. Este método atribui valores a um grande número de atributos de qualidade, utilizando os quatro sentidos (visão, paladar, tato e olfato) conforme demonstrado no quadro 1. A partir destas sensações foram definidas três tipos de tabelas de acordo com a classificação lipídica: tabela para peixes magros, peixes com níveis intermediários de lipídeos e peixes gordurosos. Cada tabela possui escala de 10 pontos e são utilizadas para análise de produtos cozidos, sendo que 10 pontos indica elevado nível de frescor no sabor e odor, enquanto 3 indica pescado deteriorado. Valores abaixo não são

utilizados, pois indicam que o pescado não está apto para o consumo. O valor limite para aceitabilidade é de 5,5 pontos sendo o pescado apto para consumo quando o mesmo atinge valor igual ou superior a 6 pontos (TORRY, 1989).

**Quadro 1 - Sentidos e atributos de qualidade avaliados pelo esquema sensorial desenvolvido pela “Torry Reseach Station” (TORRY, 1989).**

<b>Sentido</b>	<b>Atributos avaliados</b>
Visão	Aparência geral, tamanho, forma, manchas, cor e brilho.
Olfato	Frescor, odores estranhos, ranço, cheiro de óleo, de fumaça, odores pútridos.
Sabor	Frescor, ranço, adstringência, sabor adocicado, sabor salgado, sabor ácido.
Textura	Textura geral, dureza, maciez, fragilidade, umidade, crocância, presença de ossos.

#### **2.5.2.2. Esquemas da União Europeia**

A União Europeia, devido à dificuldade da comercialização do pescado, através do Regulamento Comunitário 103/76, de janeiro de 1976, estabeleceu uma escala de níveis de qualidade, sendo nível E (extra) expressando pescado de melhor qualidade, nível A pescado apto para o consumo e nível B pescado não apto ao consumo (GONÇALVES, 2011).

Apesar de a metodologia ser difundida e praticada nos países da União Europeia (UE) a mesma não considerava diferenças entre as espécies e só utilizava parâmetros gerais para a classificação. Devido a isto foi proposta uma melhoria descrita no “Guia multilíngue para os graus de frescor do esquema UE para produtos de pesca”, onde esquemas específicos foram feitos para algumas espécies de pescado. Posteriormente novos regulamentos foram promulgados, como Regulamento Comunitário 104/76, exclusivo para crustáceos, o 2460/96 o qual estabeleceu critérios sensoriais par determinação do grau de frescor das espécies de peixes economicamente importantes, crustáceos e lula. Os esquemas elaborados tem o intuito de facilitar para os inspetores de pescado um julgamento sobre o produto a ser comercializado de forma rápida e segura (NUNES et al, 2007; GONÇALVES, 2011).

### 2.5.2.3. Método do índice de qualidade (MIQ)

Atualmente um dos esquemas de avaliação sensorial do grau de frescor mais utilizado é o Método do Índice de Qualidade (MIQ), desenvolvido durante a década de 1980 pela *Tasmanian Food Research Unit*, o qual procura minimizar as distorções e problemas de outras metodologias (NUNES et al, 2007; GONÇALVES, 2011).

O MIQ é considerado um método confiável, rápido, economicamente viável e característica não destrutível da amostra. Consiste na avaliação por pontuação para determinar o grau de frescor e a qualidade do pescado, apresentando uma correlação entre o frescor e o tempo de armazenamento em gelo, necessitando apenas de pouco treinamento (Figura 5), comparado a outros métodos de avaliação, no entanto, o MIQ deve ser desenvolvido para cada espécie, o que pode ser considerado como uma “desvantagem” (ESTEVES e ANÍBAL, 2007; GONÇALVES, 2011).



Figura 5 – Treinamento dos Julgadores na metodologia MIQ, de acordo para cada tempo de armazenamento, realizado antes da avaliação do experimento.

O MIQ baseia-se em atributos sensoriais considerados significativos, tais como aspecto e/ou textura da pele, aspecto dos olhos, aspecto e odor das brânquias/guelras entre outros (Quadro 2).

Estes atributos são avaliados de acordo com o período de estocagem, por meio de um sistema de classificação por pontos de demérito que podem variar de 0 a 3, a partir da análise sensorial do pescado por um painel de provadores treinados. A soma dos pontos de todos os atributos gera um escore que representa a qualidade sensorial do pescado. Este escore é específico de cada espécie/gênero, e quanto menor, melhor é a qualidade do pescado (NUNES et al, 2007).

**Quadro 2 – Principais atributos para elaboração de MIQ (Gonçalves, 2011)**

Atributo de qualidade	Parâmetro	Característica	Nota	
Aparência		Muito Brilhante	0	
		Brilhante	1	
		Levemente Opaco	2	
		Opaco	3	
Pele		Firme	0	
		Macia	1	
Escamas		Firme	2	
		Levemente Solta	0	
		Soltas	1	
Muco		Ausente	0	
		Leve presença	1	
		Presente	2	
		Excessivo	3	
Rigidez		Pré Rigor	0	
		Rigor	1	
		Pós Rigor	2	
Olhos	Clareza	Claro	0	
		Levemente Embaçado	1	
		Embaçado	2	
	Íris		Visível	0
			Não Visível	1
	Forma		Plano	0
			Convexo	1
			Côncavo	2
			Deformado	3
	Sangue		Ausente	0
			Levemente Sanguinolento	1
			Sanguinolento	2

Continuação quadro 2

Brânquias	Cor	Vermelho brilhante	0
		Vermelho, levemente marrom	1
		Marrom e/ou verde	2
	Muco	Ausente	0
		Moderado	1
		Excessivo	2
	Odor	Algas marinhas, óleo fresco	0
		Peixe	1
		Metálico	2
		Podre	3
Abdômen	Descoloração	Ausente	0
		Detectável	1
		Moderada	2
		Excessiva	3
	Firmeza	Firme	0
		Mole	1
Área Anal	Odor	Estourado	2
		Fresco	0
		Neutro	1
		Peixe	2
	Condição	Podre	3
		Fechado	0
		Aberto	1
		Excessivamente aberto	2
Cavidade Abdominal	Manchas	Opalescentes	3
		Acinzentadas	1
		Marrons amareladas	2

Nos últimos anos vários esquemas de MIQ foram adaptados para as mais variadas espécies de pescado: Boga - *Boops boops* (BOGDANOVIĆ et al, 2012); Goraz - *Pagellus bogaraveo* (SANT'ANA, et al, 2011); Cuttlefish - *Sepia officinalis* (SYKES et al, 2009); Peixe sapo – *Lophius gastrophysus* (BERNARDI et al, 2012); Piramutaba – *Brachyplatystoma vaillantii* (MARINHO et al, 2011); filés de Tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus* (SOARES E GONÇALVES, 2012), dentre outras.

Torna-se importante a realização de pesquisas que avaliem a evolução da deterioração dos peixes de água doce ao longo da armazenagem e a determinação da sua vida útil, fornecendo dados para aplicação do MIQ pelas autoridades sanitárias e estabelecimentos comerciais (SCHERER, 2004).

O capítulo seguinte será apresentado na forma de artigo para publicação, formatado de acordo com as normas do periódico LWT - Food Science and Technology - ISSN: 0023-6438, publicado pela Elsevier.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles - fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**. v.13, p. 1-9. 2007.

ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 27, n. 2, p. 166-172, Abr/Jun. 2003

BARROS, A. F.; ESPAGNOLO, M.I.; MARTINS, G. Caracterização da Piscicultura na microrregião da baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 37, n. 3, pag. 261-273, 2011.

BARTOLOMEU, D.A.F.S.; DALLABONA, B.R.; MACEDO, R.E.F.; KIRSCHNIK, P.G. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento de filé de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Archives of Veterinary Science**. v.16, p.21-30, 2011.

BERNARDI, D. C. **Método do índice de qualidade (miq) desenvolvido para a espécie marinha peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) eviscerada e estocada em gelo**. 2012, 103f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

BOGDANOVIC, T.; SIMAT, V.; FRKA-ROIC, A.; MARKOVIC, K. Development and application of quality index method scheme in a shelf-life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*). **Journal of Food Science**, v.7, n.2, 99–106p, 2012.

BORGES, A. **Parâmetros de qualidade do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e**

**estocados em gelo.** 2013, 222f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

BRASIL (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Aprova a Instrução Normativa 25 de 02 de Julho de 2011 que aprova os métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de pescado e seus derivados, **Diário Oficial da União**. Brasília-DF, Jul. 2011

BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Aprova o Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Decreto, nº. 30.691 de 29 de março de 1952. **Diário Oficial da União**, Brasília, 154p, mar.1952.

BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado). Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6p, mai.1997.

BRASIL (Ministério da Saúde). Estabelece princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. Portaria nº 685 de 27 de agosto de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1415-37p, Set.1998.

BRASIL. (2013). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura - Brasil 2011**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. 1. ed. Brasília: Embrapa/SPI, 1999. 184 p.

BRITTO, E. N.; LESSI, E.; CARDOSO, A. L.; FALCÃO, P. T.; SANTOS, J. G. Deterioração bacteriológica do jaraqui (*Semaprochilodus* spp), capturado do estado

do amazonas e conservado em gelo. **ACTA Amazônica**, v. 37, n°.3, 457-462p, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS. **Code of practice for fish and fishery products**. 2 ed. Roma: FAO and WHO. 2013. 250p.

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

ESTEVES, E.; ANIBAL, J. Quality index method (QIM): utilização da análise sensorial para determinação da qualidade do pescado. In: XIII congresso do Algarve, 2007, Lagos: **Actas proceedings**. 365-373p.

FAO. Fisheries and Aquaculture topics. **Fisheries statistics and information. Topics Fact Sheets**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/16140/en>>, Acesso em: 22 de janeiro de 2014.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo:Ed. Atheneu,1999.182p.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**. Ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu. 2011. 608p.

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

HUSS, H. H. **El pescado fresco: su calidad y câmbios de calidad**. FAO Fisheries Technical Paper. Roma, 1999, 202p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**. 2008. 1020p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. Microorganisms in foods - sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. London: **Blackwell Scientific Publications**. 1986.

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

KAROVIČOVÁ, J; KOHAJDOVÁ, Z. Biogenic Amines in Food. **Chemical Papers**. v. 59, n°.1, 70-79p, 2005.

KIRSCHNIK, P. G; VIEGAS, E. M. M. Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* durante estocagem em gelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.3, 407-412p, 2004.

LEHANE, L; OLLEY, J. Histamine fish poisoning revisited. **International Journal of Food Microbiology**, v. 58, n°.2, 1-37p, 2000.

LEITE L.C. Bioquímica marinha. In: Simpósio de Biologia Marinha, 8, Santos , 2005. Santos: Unisanta; 2005. 27 p. (mini curso).

MARINHO, L. S. **Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira estocada em gelo**. 2011, 111f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

MATO GROSSO Decreto-Lei Estadual n. 8.684 de 20 de Julho de 2007. Dispõe sobre a isenção de ICMS nas operações relativas à comercialização de peixes e jacarés criados em cativeiro, nas condições que especifica. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MT, n.24.638, 20 de jul. 2007. p.1.

MATO GROSSO Lei, Decreto-Lei Estadual n.8.464 de 04 de Abril de 2006. Dispõe, define e disciplina a piscicultura no Estado de Mato Grosso e dá outras providencias. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MT, n.23.468, 04 abr. 2006. p.1.  
MORAES, A.J. **Piscicultura para Principiante em Mato Grosso**. 1º edição, Cuiabá: Integraf, 2012, 236p.

MELLO, C. A. **Qualidade microbiológica do *Brycon microlepis* (piraputanga) capturado na bacia do rio Cuiabá e de cultivo no estado do Mato Grosso**. 2001,

111f. Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MORENO, R.B. **Avaliação dos níveis de histamina em sardinhas frescas comercializadas na CEAGESP de São Paulo**. 2001, 66f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NUNES, M.L.; BATISTA, I.; CARDOSO, C. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. **Publicações Avulsas do IPIMAR**, n.15, 2007, p.51.

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

POLI, B.M.; PARISI, G.; SCAPPINI, F.; ZAMPACAVALLLO, G. **Aquaculture International**. v.13, p.29-49, 2005.

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

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

SANT'ANA, L. S., SOARES, S., & VAZ-PIRES, P. Development of a quality index method (qim) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n°.10, 2253 – 2259p, 2011.

SCHERER, R.; DANIEL, A. P.; AUGUST, P. R.; LAZZARI, R.; LIMA, R. L.; FRIES, L. L.M.; RODUNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. Efeito do gelo clorado sobre parâmetros

químicos e microbiológicos da carne de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p.680-684, 2004.

SEAFOODBRASIL. **Brasil se aproxima da meta da OMS de consumo de peixe por ano**. Disponível em: < <http://seafoodbrasil.com.br/brasil-aproxima-meta-oms-consumo-peixe-ano/>>, Acesso em: 01 de janeiro de 2014.

SOARES, K. M. P.; Gonçalves, A. A. Aplicação do método do índice de qualidade (miq) para o estudo da vida útil de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, 2289-2300p, 2012.

SYKES, A. V.; OLIVEIRA, A. R.; DOMINGUES, P. M.; CARDOSO, C. M.; ANDRADE, J. P.; NUNES, M. L. Assessment of european cuttlefish (*Sepia officinalis*,) nutritional value and freshness under ice storage using a developed quality index method (qim) and biochemical methods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n.1, 424 – 432p, 2009.

TAHA, P. Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG – Penha Pescados S. A. In: Seminário sobre o controle de água na indústria do pescado, 1988, Santos: **Anais Santos Leopoldianum**. 210-216p.

TEODORO, E. M.. **Determinação de mercúrio em cérebro e músculo de peixes do pantanal sul via CV-AAS**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

TORRY RESEARCH STATION. Torry sensory assessment of fish quality. Aberdeen:**Torry advisory note** n° 91, 1989.

Vieira, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**. São Paulo: Ed. Varela, 2004.

## **CAPITULO 2 – Utilização do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para determinação do grau de frescor de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo.**

Marcelo Aparecido Martins, Edivaldo Sampaio de Almeida Filho, Janessa Sampaio de Abreu, Luzilene Aparecida Cassol, Anderson Castro Soares de Oliveira.

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver o método de índice de qualidade (MIQ) para espécie dulcícola pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado, armazenado em gelo ( $0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) por 22 dias e aplicá-lo no estabelecimento da sua vida de prateleira. Para avaliar o frescor durante o armazenamento, realizaram-se análises sensoriais (MIQ) e físico-químicas (pH e Bases Voláteis Totais) nos dias 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 e 22 em triplicata. As correlações entre os resultados obtidos pelas análises foram utilizadas para determinar o ponto de rejeição. Os resultados indicam que o prazo de validade do pacu foi estimado em 11 dias de estocagem. O MIQ foi considerado eficiente na avaliação do frescor do pacu, já que a rejeição sensorial pelo MIQ foi determinante no estabelecimento da vida de prateleira.

**Palavras-chave:** pescado, microbiologia, vida de prateleira, sensorial.

### ABSTRACT

This study aimed to develop the quality index method (QIM) for evaluating certain attributes of pacu, a fishwater (*Piaractus mesopotamicus*), gutted, stored under ice ( $0^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) for 22 days and apply the method to establish its shelf life. To assess the fish freshness during storage, sensory (QIM) and physicochemical (pH and total volatile bases) tests were performed on the first, fourth, seventh, tenth, thirteenth, sixteenth, nineteenth, and twenty-second days in triplicate. The correlations among the results obtained by the analyses were used to determine the rejection point. Results indicate that the expiration date for pacu storage was estimated in 11 storage days. The QIM was considered efficient for assessing the pacu freshness, since sensory rejection by QIM was determinative for establishing the shelf life.

Keywords: fish, microbiology, shelf life, sensory.

## 1 INTRODUÇÃO

O peixe fresco é um dos alimentos mais perecíveis da dieta humana e os fatores que causam sua rápida decomposição são de origem fisiológica, química e microbiológica. Assim os cuidados com o acondicionamento e manutenção, desde a morte do animal até a comercialização, objetivam manter as características físicas, químicas, sensoriais e microbianas próprias do pescado fresco pelo maior tempo possível (HUIDOBRO et al., 2001).

A aceitação do pescado fresco proveniente da piscicultura é determinada pela sua qualidade sensorial. Por isso é extremamente importante determinar o estado de frescor dos peixes logo após a morte, a fim de evitar ou minimizar as mudanças que possam vir a acontecer durante o armazenamento dos produtos, tais como alterações no aspecto, cor da pele, firmeza muscular, aroma e sabor (HUIDOBRO et al., 2000).

No caso do pescado, o frescor assume particular relevância, pois constitui um dos principais critérios que determina a sua aceitação. Atualmente um dos esquemas de avaliação sensorial do grau de frescor mais utilizado é o Método do Índice de Qualidade (MIQ), desenvolvido durante a década de 1980 pela *Tasmanian Food Research Unit* (GONÇALVES, 2011).

O MIQ baseia-se em atributos sensoriais considerados significativos, tais como aspecto e/ou textura da pele, aspecto dos olhos, aspecto e odor das brânquias/guelras entre outros. Estes atributos são avaliados por meio de um sistema de classificação por pontos de demérito que podem variar de 0 a 3, a partir da análise sensorial do pescado por um painel de provadores treinados. A soma dos pontos de todos os atributos gera um escore que representa a qualidade sensorial do pescado. Este escore é específico de cada espécie/gênero, e quanto menor, melhor é a qualidade do pescado. Assim o MIQ fornece resultados confiáveis e rápidos, apresentando uma relação linear entre pontuação e o frescor e a pontuação e tempo de armazenamento em gelo. Suas principais vantagens são: ser barato, simples, requer pouco treinamento em relação aos outros métodos e não destrói a amostra. No entanto, o MIQ deve ser desenvolvido para cada espécie, o que pode ser considerado como uma “desvantagem” (ESTEVES & ANÍBAL, 2007; GONÇALVES, 2011).

Nos últimos anos vários esquemas de MIQ foram adaptados para as mais variadas espécies de pescado: Boga - *Boops boops* (Bogdanovi'c et al, 2012); Goraz - *Pagellus bogaraveo* (Sant'Ana et al, 2011); Cuttlefish - *Sepia officinalis* (Sykes et al, 2009); Peixe sapo – *Lophius gastrophysus* (Bernardi et al, 2012); Píramutaba – *Brachyplatystoma vaillantii* (Marinho, 2011); filés de Tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus* (Soares & Gonçalves, 2012), dentre outras.

Segundo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) no Brasil em comparação entre os anos de 2010 e 2011 a produção de pescado teve um incremento de aproximadamente 13%, quando foram produzidas 1,431 milhões de toneladas, sendo a pesca extrativa marinha a modalidade de maior contribuição totalizando 38,7% do pescado produzido acompanhado da aquicultura continental (38%), pesca extrativa continental (17,4%) e aquicultura marinha (6%) (BRASIL, 2013).

O *Piaractus mesopotamicus*, popularmente denominado como pacu, caranha, pacu-caranha ou pacu-guaçu, pertence à ordem dos Characiformes, família Characidae e subfamília Myleinae. É originário da bacia dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, sendo a sexta espécie mais produzida no Brasil, por apresentar excelentes características zootécnicas como rusticidade, crescimento rápido, fecundidade elevada e grande aceitação no mercado (BRITSKI et al., 1999) .

O Pacu é uma das espécies com um dos maiores volumes de desembarque no Brasil, tornando-se imprescindível o conhecimento da sua qualidade e do seu prazo de vida comercial. Assim, o presente estudo tem objetivo de estimar o grau de frescor para o pacu sob armazenamento em gelo, através da utilização do esquema MIQ, e correlaciona-lo com os resultados obtidos por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, o que possibilita a estimativa da validade comercial dessa espécie e fornece dados para aplicação de um protocolo pelas autoridades sanitárias e estabelecimentos comerciais, abrindo precedente para o desenvolvimento de protocolos para outras espécies de importância comercial na aquicultura nacional.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção e Armazenamento das Amostras**

Os pacus foram obtidos de piscicultura comercial localizada na cidade de Cuiabá no estado de Mato Grosso. Foram coletados 54 exemplares, com peso

médio de 1,975 g (total de 106,65 Kg), no período de julho a agosto de 2013. Os peixes foram insensibilizados por termonarcese, levados para o laboratório de Higiene e Tecnologia de Pescado da Universidade Federal de Mato Grosso (LHTP/UFMT) e eviscerados assepticamente, preservando-se as guelras. Posteriormente foram lavados com água clorada sendo então estocados em recipiente isotérmico contendo gelo em escama na proporção 2:1 gelo/peixe a temperatura de  $0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Diariamente foi observado as condições do gelo e providenciado a reposição do mesmo.

## **2.2 Análise Sensorial pelo Método de Índice de Qualidade**

O desenvolvimento do protocolo MIQ e avaliação das amostras foram procedidos conforme descrito por Gonçalves (2011) e realizadas no LHTP/UFMT.

## **2.3 Seleção e Treinamento dos Avaliadores**

O treinamento do MIQ foi realizado por uma equipe de 10 julgadores, que já faziam parte do LHTP/UFMT e estavam interados com pesquisas e procedimentos relacionados ao pescado. Para estabelecer a base do protocolo, um primeiro lote de pacu contendo 3 exemplares foi estocado em gelo por um período de 22 dias e analisados a cada dois dias. As sessões de treinamento foram realizadas sob condições laboratoriais permitindo-se a interação entre os membros da equipe de julgadores, orientada por um líder. As amostras foram apresentadas à equipe dentro de bandejas de fundo branco e eram informados sobre o tempo de armazenamento das amostras, para que conseguissem relacionar os atributos com o estado de conservação do pescado. Em cada sessão, por consenso, o protocolo do MIQ era alterado, sendo ajustado a realidade do estado de frescor do pacu. No final a equipe selecionou os atributos pertinentes que caracterizavam as alterações sensoriais durante o período de estocagem, elaborando por fim o protocolo final do Índice de Qualidade (IQ).

## **2.4 Aplicação do Protocolo do Método de Índice de Qualidade (MIQ)**

Para a avaliação do pacu por meio do MIQ foram utilizados 3 exemplares para cada tempo de armazenamento (1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 dias), totalizando 24 peixes. Na avaliação de cada peixe foi utilizado o modelo da ficha final do protocolo MIQ consensado na fase do treinamento com os atributos/parâmetros: aspecto geral

(aparência, escamas, rigidez da musculatura), olhos (transparência da córnea, pupila, forma), brânquias (cor e odor), cavidade visceral (cor e odor), nadadeiras (elasticidade e cor), linha lateral (integridade), opérculo (porção ventral e dorsal). Para cada julgador as amostras foram apresentadas individualmente em bandeja de fundo branco, com numeração de três dígitos aleatórios definida por sorteio, sendo registrado sua avaliação para cada parâmetro de qualidade do protocolo IQ.

## **2.5 Análises Microbiológicas e Físico-químicas**

As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas utilizando 3 peixes de cada tempo de estocagem, e para cada peixe foram realizadas duplicatas. As análises foram realizadas por laboratório oficial credenciado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As amostras eram transportadas no próprio recipiente isotérmico contendo gelo em escama na proporção 2:1 gelo/peixe a temperatura de  $0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

No primeiro dia, no intuito de verificar a qualidade sanitária das amostras, foram realizadas as análises microbiológicas de contagem de coliformes termotolerantes, coliformes totais e bactérias heterotróficas aeróbias psicrótróficas (CBHAP) de acordo com a metodologia IN 62 (BRASIL, 2003), contagem de *Staphylococcus aureus* de acordo com a metodologia ISO 6888-1, contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis em alimentos (CBHAM) conforme ISO 4833, e pesquisa de *Salmonella* sp conforme ISO 6579. Para os demais tempos de estocagens foram realizadas apenas análises de CBHAP e CBHAM.

As análises físico-químicas realizadas foram: análise potencial Hidrogeniônico (pH) da carne, pelo método potenciométrico e de Bases Voláteis Totais (BVT), conforme BRASIL (1981) para todos os dias de estocagem.

## **2.6 Análises Estatística**

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizados em que os tratamentos foram constituídos de 8 tempos de estocagem (1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 dias). A cada tempo foram avaliadas 3 repetições (peixes), totalizando assim 24 observações independentes. As variáveis medidas foram: índice de qualidade, logaritmo da CBHAP, logaritmo da CBHAM, pH, BVT.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (2013). Utilizou-se a Análise de variância (ANOVA), para verificar a diferença entre os tempos. Para verificar a pressuposições da ANOVA, foram realizados o teste de Shapiro-wilk para normalidade dos erros, teste de Barlett para homogeneidade de variância e o teste de Durbin-Watson para independência dos erros. Quando detectada a diferença entre os tempos foi utilizado à análise de regressão considerando as variáveis medidas como dependentes e as variáveis independentes os diferentes tempos de estocagem do pescado (MORRIS, 1999).

Para verificar a relação entre os atributos sensoriais do MIQ foi realizada uma análise de componentes principais (ACP). A partir da ACP foi realizada uma análise de cluster. Para verificar a inter-relação entre as variáveis medidas sensoriais, microbiológicas e químicas foi realizado uma ACP (HAIR et al., 2005).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

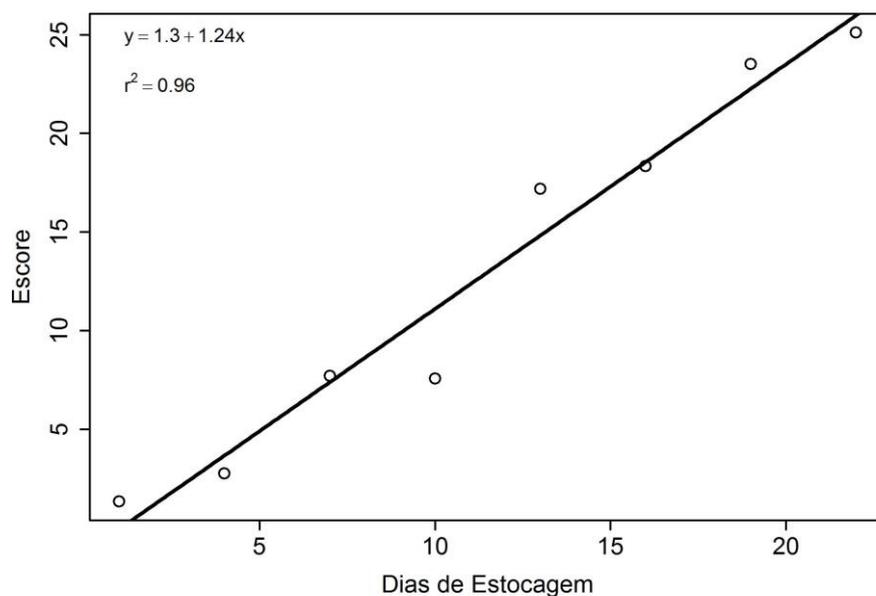
#### **3.1 Alterações durante o armazenamento e Avaliação do Índice de Frescor**

Para elaboração do protocolo MIQ foram realizadas oito sessões de treinamento, onde foram definidos inicialmente 13 atributos e finalizando com 7 atributos e 15 parâmetros avaliados (TABELA 1). Para os parâmetros avaliados as pontuações variaram de 0 a 2 ou 3 pontos de demérito, somando no máximo 31 pontos. A soma total das pontuações no MIQ foi designado como o IQ. No protocolo MIQ para a espécie *Paralichthys patagonicus*, desenvolvido por Massa et al.,(2005), foram avaliados 12 atributos que poderiam somar, no máximo, 32 pontos semelhante ao encontrado no pacu .

O índice de qualidade foi obtido pela soma dos escores médios atribuídos pelos julgadores em cada parâmetro durante o tempo de armazenagem dos pacus eviscerados estocados em gelo. Por meio da análise de variância verificou-se que o efeito dos dias foi significativo para o IQ (valor- $p < 0,05$ ). Pela análise de regressão observou-se uma relação linear ( $r^2 = 0,969$ ) entre o IQ médio de cada dia de armazenamento e tempo de armazenamento em gelo (Figura 1).

**Tabela 1** Protocolo de avaliação do Índice de Qualidade (IQ) desenvolvido para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fresco eviscerado.

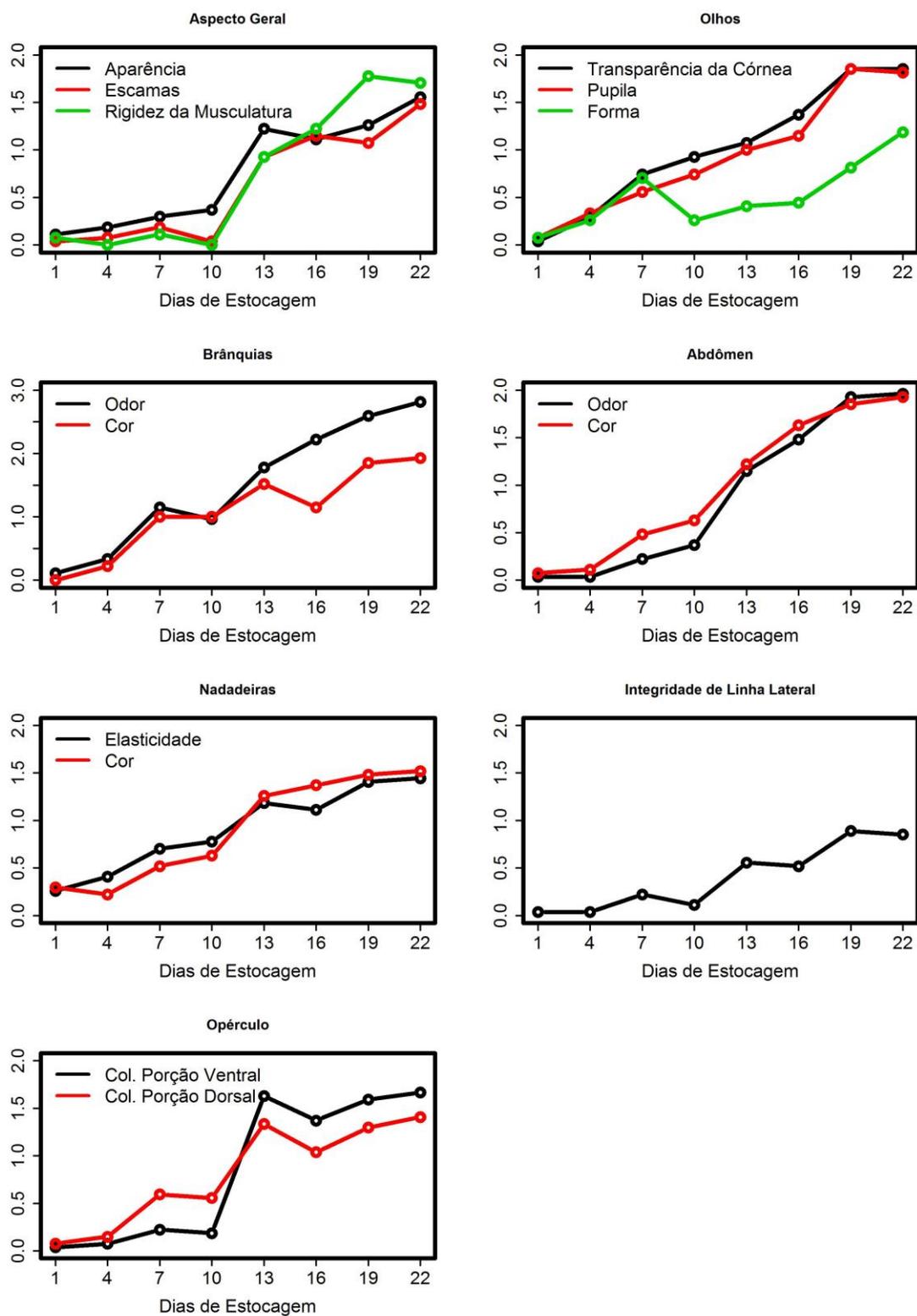
Atributo de qualidade	Parâmetro	Característica	Nota	
Aspecto Geral	Aparência	Brilhante	0	
		Levemente Opaco	1	
	Escamas	Opaco	2	
		Firme	0	
		Levemente Solta	1	
		Soltas	2	
		Firme / Elástica	0	
		Moderadamente firme	1	
	Rigidez da Musculatura	Amolecida	2	
		Transparência da Córnea	Clara, Límpida	0
Levemente embaçada.			1	
Olhos		Pupila	Leitosa/embaçada/opaca	2
	Preta bem delimitada		0	
	Enevoada, porém ainda com delineamento.	1		
		Enevoada, sem delineamento.	2	
	Forma	Protuberante, convexa	0	
		Achatada/plana	1	
	Brânquias	Cor	Côncava/afundada	2
			Vermelho vivo/brilhante	0
Odor		Vermelho/levemente amarronzado	1	
		Marron	2	
		Fresco	0	
		Metálico/Neutro	1	
Abdômen	Cor	Oxidado	2	
		Azedo	3	
	Odor	Rosada, sangue vermelho vivo.	0	
		Porção ventral interna esbranquiçada e a porção Dorsal interna rósea com sangue vermelho.	1	
		Amarelada com sangue vermelho escuro	2	
		Fresco	0	
Nadadeiras	Odor	Metálico/levemente rançoso	1	
		Azedo	2	
	Elasticidade	Elástica, úmida, brilhosa e Integra.	0	
		Menos elástica e brilho menor com algumas falhas	1	
	Cor	Sem elasticidade, seca e sem brilho, não integra.	2	
		Amarela	0	
Linha Lateral	Integridade	Cinzentado, recuando para o dorso	1	
		Descorada sem recuo	2	
	Coloração Porção Ventral	Bem delimitada e aparente	0	
		Delimitada com algumas falhas	1	
Opérculo	Coloração Porção Dorsal	Sem delimitação com falha	2	
		Amarelada/avermelhada	0	
	Coloração Porção Ventral	Rosada	1	
		Esbranquiçada/amarelada acinzentada	2	
Coloração Porção Dorsal	Esverdeado	0		
	Verde escuro desbotado	1		
Total de pontos		Esbranquiçada/Despigmentado	2	
			0-31	



**Figura 1:** Valores médios (pontos) e estimados (linha) do Escore de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo em função dos dias de estocagem.

### 3.1.1 - Evolução individual dos atributos que compõem o índice de qualidade do pacu eviscerado e estocado em gelo.

A média dos escores atribuídos pelos julgadores permitiu a construção dos gráficos de evolução individual de cada atributo que compõem o IQ, conforme apresentado na FIGURA 2.



**Figura 2** - Escores médios dos atributos de qualidade de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo em função dos dias de estocagem.

Ao analisar o atributo de aspecto geral (aparência, escamas e rigidez muscular) observam-se pequenas alterações entre o 1º e 10º dia. A partir do 13º tem-se um maior crescimento dos pontos de demérito, em que a aparência passa de levemente opaca para opaca, a escama de levemente solta para solta ao toque e a rigidez da musculatura de moderadamente firme para amolecida.

A alteração na aparência e rigidez muscular era esperada, visto que o processo de *rigor mortis* já havia ocorrido (Martinsdóttir, 1997). Em trabalhos realizados por Gill (1995), Nielsen (1995) e Martinsdóttir (1997) a firmeza da carne é mensurada pela pressão de um dedo sobre a musculatura observando-se o tempo que leva ao seu retorno à forma original, demonstrando inicialmente o escore zero, devido ao *rigor mortis*, evoluindo com o processo de autólise.

Em relação ao atributo olhos, os parâmetros transparência da córnea e pupila se comportaram de forma semelhante. As alterações constatadas pelos julgadores foram progressivas, para ambas, do 1º ao 22º dia de armazenamento, finalizando com IQ de 1,85 e 1,81 respectivamente. Em relação à forma do olho, observou um declínio dos pontos de demérito entre o 7º e o 10º dia, aumentando progressivamente após este período, atingindo ao final do tempo de estocagem de 22 dias um IQ 1,19. Resultado semelhante foi mostrado por Albuquerque et al (2004) que, aplicando o MIQ em peixes insensibilizados com gelo, observaram que aproximadamente a partir do sétimo dia de estocagem os olhos começaram a apresentar alterações (opacidade do cristalino).

Nas brânquias a cor teve pouca alteração até o 4º dia com IQ de 0,22, porém no 7º dia houve alteração na coloração passando de vermelho vivo/brilhante para vermelho levemente amarronzado recebendo 1 ponto de demérito, seguindo progressivamente até atingir um IQ de 1,93 no 22º dia, onde as brânquias apresentavam coloração marrom. O parâmetro odor apresentou sucinta alteração até o 4º dia de estocagem com IQ de 0,33 representando um odor fresco. Entre o 4º e 10º dia o odor apresentou-se neutro, seguindo uma progressiva alteração até a classificação do odor como azedo, finalizando no 22º dia, com IQ de 2,81. No experimento desenvolvido por Netto (1984), também foi observado que o odor das brânquias não apresentou diferença significativa até o oitavo dia de estocagem. Neste período, o odor foi de pescado fresco a neutro. Após o oitavo dia, observou-se uma tendência crescente, até o final do período de estocagem (21 dias). O odor azedo, segundo Luten & Martinsdottir (1997), provavelmente advém das cadeias

curtas de ácidos, alcoóis, aminas e componentes sulfurosos provenientes da atividade microbiana.

Avaliando o parâmetro cor, do atributo abdômen, observou-se pequenas alterações até o 10º dia de estocagem, com um IQ de 0,37. Entre o 10º e 13º houve maiores alterações onde a coloração do abdômen na sua porção ventral interna apresentava-se esbranquiçada e a porção dorsal interna rósea com sangue vermelho, totalizando um IQ de 1,15. Nos subsequentes dias as alterações seguiram até atingir IQ 1,96 no 22º dia, onde o abdômen apresentava coloração amarelada com sangue vermelho escuro. Ainda neste atributo, o parâmetro odor se comportou sem grandes diferenças até o 10º dia, totalizando um IQ de 0,63. A partir do 13º dia houve alteração onde se observou odor metálico levemente rançoso o qual seguiu de forma progressiva até atingir o IQ de 1,93 com odor classificado como azedo. Resultados semelhantes foram obtidos por Pons-Sánchez-Cascado et al. (2006) em anchovas do Mediterrâneo (*Engraulis encrasicolus*) e Teixeira et al. (2009) em corvina eviscerada em gelo (*Micropogonias furnieri*).

Ao avaliar o atributo nadadeiras, observou-se que os parâmetros elasticidade e cor apresentam evolução semelhante. Do 1º ao 10º dia apresentaram IQ de 0,78 e 0,63 respectivamente, tendo maior alteração no 13º dia, onde as mesmas apresentaram-se menos elásticas com menor brilho e algumas falhas com coloração cinza, sendo atribuído 1 ponto de demérito. Nos demais tempos houve progressão finalizando no 22º dia de estocagem com um IQ de 1,44 e nadadeiras apresentando secas, sem elasticidade e brilho sem coloração. O protocolo desenvolvido por Freitas & Amaral (2013) para espécie *Priacanthus arenatus*, apresentou resultado semelhante em relação a aparência (elasticidade e cor) da nadadeira, obtendo-se 1 ponto de demérito do 7º ao 14º dia, finalizando aos 21 dias com 2 pontos.

A linha lateral apresentou poucas alterações durante os 22 dias de estocagem, finalizando com uma IQ de 0,85. Ao se avaliar o atributo opérculo, observou-se que os parâmetros de coloração tanto da porção ventral como dorsal apresentaram evolução semelhante entre o 1º e 10º dia, com maior alteração no 13º dia, onde os mesmos apresentaram coloração rosada e verde escuro desbotado, respectivamente, sendo atribuído 1 ponto de demérito pelos julgadores. Nos demais tempos houve uma constante progressão finalizando no 22º dia, com coloração amarelada/acinzentada e despigmentada, respectivamente.

No geral, maiores mudanças foram observadas entre o 10° ao 13° dia de estocagem, sendo, as amostras rejeitadas pela equipe de julgadores quando o IQ alcançou 12 pontos de demérito. Resultados semelhantes foram obtidos por Vaz Pires & Seixas (2006) no protocolo elaborado para *Sepia officinalis* e *Illex coindetti*. Para a primeira espécie, o protocolo foi baseado em 8 parâmetros, finalizando com 17 pontos de demérito no 10° dia de armazenamento, momento de sua rejeição. Já para a segunda espécie estudada, utilizaram 9 parâmetros para avaliar sua qualidade, finalizando com 16 pontos de demérito no 9° dia, considerado inaceitável para consumo. Baixas-Nogueras et al. (2003) desenvolveram o protocolo MIQ para *Merluccius merluccius* e utilizaram 8 parâmetros para avaliação da qualidade, totalizando, 19 pontos de demérito. O limite de aceitabilidade para consumo foi determinado entre o 8° e 10° dia.

Utilizando a análise de componentes principais (ACP) foram obtidas duas variáveis (dimensão 1 e 2) que são combinações dos parâmetros avaliados do protocolo MIQ (Figura 3). A dimensão 1 e 2 explicam respectivamente 87,39% e 4,25% da variação das notas atribuídas aos atributos avaliados. A dimensão 1 destacou contribuição dos dias de estocagem para a variação das notas atribuídas. A partir da ACP foi detectada a formação de dois grupos (cluster) distintos, sendo o Grupo do 1 formado pelos pacus com 1 a 10 dias de estocagem e o grupo 2 com 13 a 22 dias de estocagem. Dentro de cada grupo não foram observadas alterações significativas nos atributos avaliados, porém entre os grupos existiram diferenças, sinalizando que a partir do 10° dia as alterações sensoriais foram mais significativas. Desta forma, para essa espécie o IQ proposto como limite de consumo aceitável foi inferior a 13 dias de estocagem.

Observa-se também na Figura 3 que houve um aumento da dispersão entre as amostras conforme o tempo de armazenamento, sugerindo uma variação maior entre os julgadores. Esses resultados podem ser comparados aos obtidos por Sveinsdottir et al. (2003), em salmões do Atlântico eviscerados e estocados em gelo, os quais atribuem os escores do IQ mais heterogêneos à variação individual na velocidade de deterioração do pescado. Pode-se descartar a relação entre a variação encontrada entre os julgadores com o tempo de treinamento utilizado (oito sessões de aproximadamente uma hora), pois Lougovois et al. (2003) e Sveinsdottir et al. (2003), em seus trabalhos, utilizaram duas e seis sessões de treinamento com uma hora cada, respectivamente, e encontraram a mesma variação.

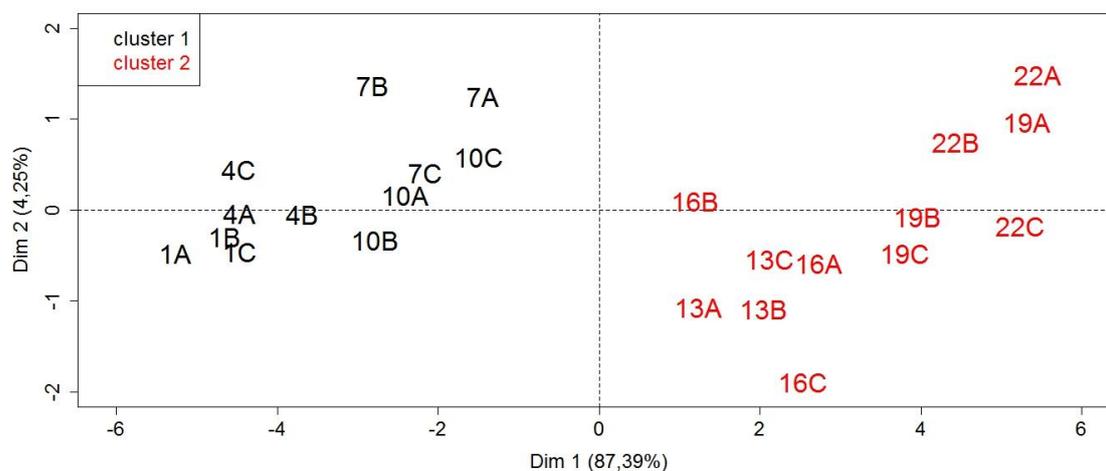


Figura 3: Análise de cluster das amostras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo por 22 dias considerando a análise de componentes principais dos atributos sensoriais do protocolo MIQ, sendo as letras A, B e C referentes às diferentes amostras (3 repetições).

### 3.2 Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas realizadas no 1º dia mostraram a qualidade sanitária do pacu, sendo que para contagem de coliformes termotolerantes, totais, *Staphylococcus aureus*, e *Escherichia coli* obtiveram valores < 1 log UFC/g e pesquisa de *Salmonella* sp ausente. Já as bactérias heterotróficas aeróbica psicrófilas e mesófilas encontraram-se valores médios iniciais entre 2,9 e 1 log UFC/g respectivamente. Segundo Santos (2011) altas contaminações iniciais exercem forte influência na evolução bacteriana ao longo do tempo de estocagem, devido a isso é necessário conhecer a carga microbiana inicial do pescado.

De acordo com Barbosa et al. (2002) a contagem bacteriana total em pescado logo após captura é variável entre  $10^1$  e  $10^4$  UFC/g ou  $\text{cm}^2$ , resultado compatível com este trabalho onde as contagens iniciais para CBHAM e CBHAP foram de  $10^1$  e  $8 \times 10^2$  UFC/g, respectivamente.

#### 3.3.1 Contagem Bactérias Heterotróficas Aeróbicas Psicrófilas e Mesófilas.

Os resultados CBHAP e CBHAM evoluíram gradativamente de acordo com o tempo de estocagem do pacu (Figura 4). Por meio da análise de variância verificou-se efeito significativo dos dias ( $p < 0,05$ ). Níveis elevados desses microrganismos

podem reduzir a vida útil do pescado (KIRSCHNIK & VIEGAS, 2004) e até mesmo representar um risco para saúde do consumidor, porém de acordo com a legislação brasileira, não existem limites de aceitação para CBHAP e CBHAM. No entanto, a *International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF* (1986) estabelece como limite aceitável o máximo de 7 log UFC/g na superfície muscular do pescado. Ao realizar análise de regressão dos log UFC/g, em função dos dias de armazenamento, após ajuste da mesma foi possível verificar que a partir do 11,86º dias de estocagem a contagem de bactérias psicotróficas atingiu 7 log UFC/g, ultrapassando o limite máximo, utilizado como referência neste estudo, coincidindo com os deméritos encontrados na análise sensorial também entre o 10º e o 13º dia, culminando com a rejeição pelos julgados das amostras de pacu. Porém, com relação à CBHAM, este limite foi atingindo a partir do 16,33º dia de estocagem. Este 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.

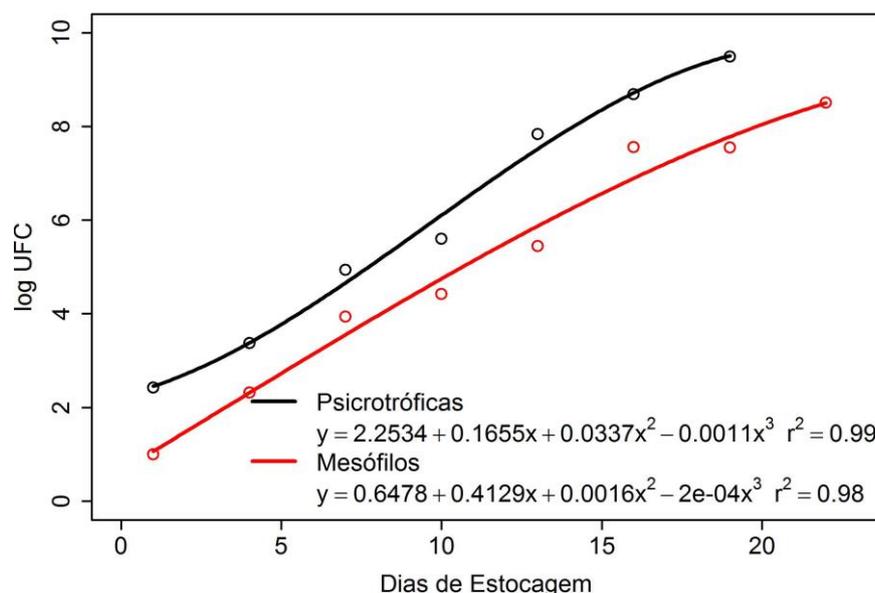


Figura 4: Valores médios (pontos) e estimados (linha) do log UFC/g de CBHAP (Psicotróficas) e CBHAM (Mesófilos) de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo em função dos dias de estocagem.

Resultados semelhantes quanto a vida de prateleira foram observados por Marinho (2011) em Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), peixe de água doce, que teve uma evolução gradativa de CBHAP em função do tempo de estocagem, atingindo o limite de  $10^7$  UFC/g no 14º dia e igualmente encontrado por Agüeria et al, (2006), que determinaram a vida de prateleira da Carpa Comum (*Cyprinus carpio*) entre o 11º e 12º dia de estocagem.

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

### **3.3 Análises Físico-Químicas**

#### **3.3.1 Análise de Bases Voláteis Totais –BVT**

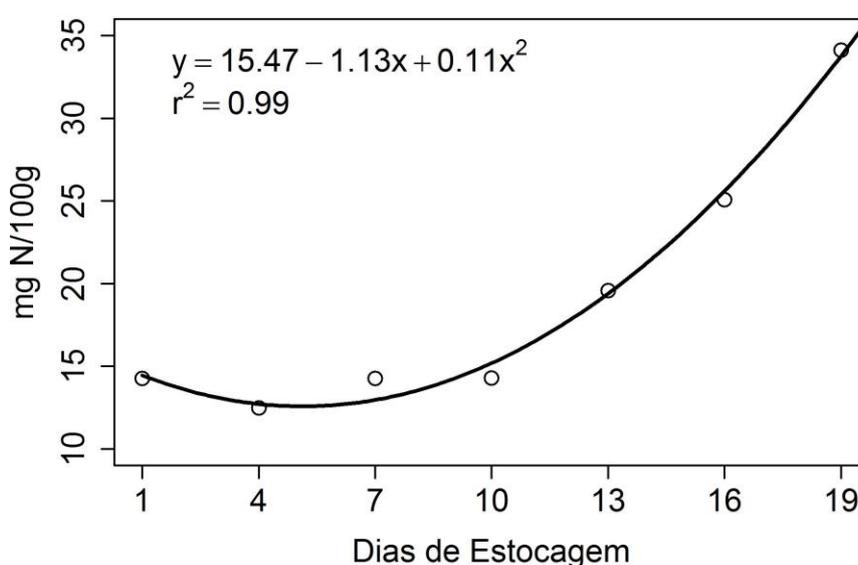
A quantificação das BVT é preconizada nos procedimentos de fiscalização da qualidade do pescado por diversos órgãos oficiais, como o RIISPOA (BRASIL, 1952) e Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2012).

Pela legislação brasileira (BRASIL, 1997), 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.

Por meio da análise de variância verificou-se que o efeito dos dias é significativo para o BVT ( $p < 0,05$ ). A partir da regressão ajustada (Figura 5) foi possível verificar que houve um aumento do BVT ao longo do tempo, sendo que o nível de 30 mg N/100g para o pacu seria atingido no 17,7º dia, superior quando comparado com os resultados das análises de CBHAP e CBHAM as quais atingiram o limite preconizado de  $10^7$  log UFC/g no 11,8º e 16,3º dia, respectivamente, e a rejeição entre 10º e 13º pelos julgadores, no protocolo MIQ.

De acordo com Monteiro et al (2010) os peixes de água doce possuem um menor teor de BVT que peixes marinhos, devido a menores quantidades de óxido de

trimetilamina que por ação microbiana originará trimetilamina. Assim a utilização desse parâmetro é questionada, pois o tempo para que os peixes de água doce atinjam o limite é maior. Segundo Taha (1988), os critérios estabelecidos pela legislação brasileira parecem não ser adequados para todos os tipos de peixes, pois algumas espécies apresentam níveis de BVT compatíveis com legislação, porém oferecem condições desfavoráveis ao consumo e vice versa, o que vem de encontro com os resultados demonstrados nesse trabalho.



**Figura 5:** Valores médios (pontos) e estimados (linha) de Bases Voláteis Totais (BVT mg N/100g) de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo em função dos dias de estocagem.

Os valores de BVT no pacu variaram de 14,25 a 34,12 mg N/100g durante os 22 dias de estocagem. Vários estudos publicados demonstram que há aumento nos teores BVT durante o armazenamento de peixes em gelo. Segundo Tomita et al. (2006) ao estudar a qualidade de pescado refrigerado verificou-se que os valores de BVT variavam entre 10,16 a 42,01 mg N/100g. Valores médios entre 10,15 a 26,60 mg N/100g foram encontrados por Marinho (2011) na avaliação da qualidade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) inteira estocada em gelo. Dhananjaya & Stroud (1994) relataram aumento progressivo durante o armazenamento de hadoque (*Melanogrammus aeglefinus*). Diferente dos demais trabalhos citados,

Hernández-Herrero et al, (2002) ao avaliarem as características químicas de BVT, relacionadas ao bacalhau (*Gadus morhua*), não observaram diferença significativa durante os 9 dias de armazenamento em gelo.

### 3.3.2 Análise de pH muscular

Por meio da análise de variância verificou-se que foi significativo o efeito dos dias de estocagem ( $p < 0,05$ ) para os valores de pH obtidos nas amostras de pacu avaliadas. Assim foi realizada uma análise de regressão dos pH em função dos dias (figura 6). A partir da regressão ajustada foi possível verificar um aumento linear do pH ao longo do tempo de estocagem.

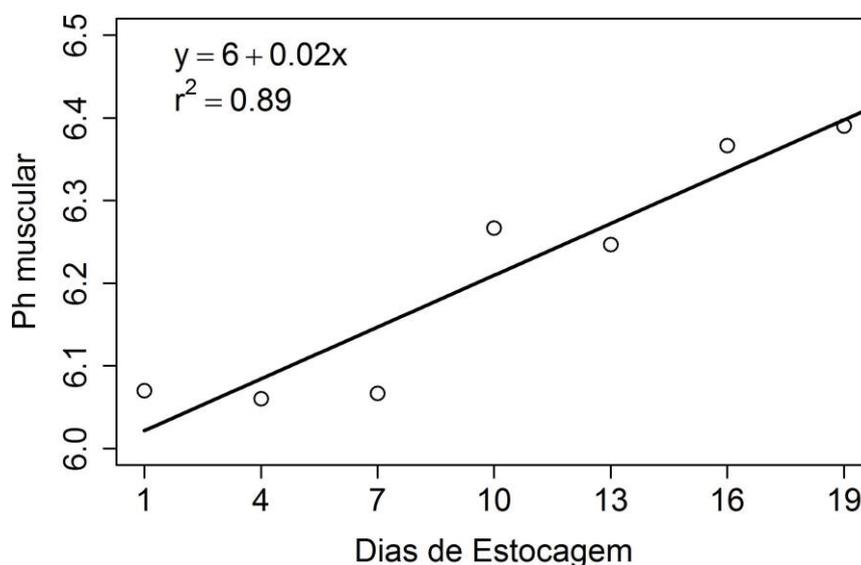


Figura 6: Valores médios (pontos) e estimados (linha) de pH muscular de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo em função dos dias de estocagem.

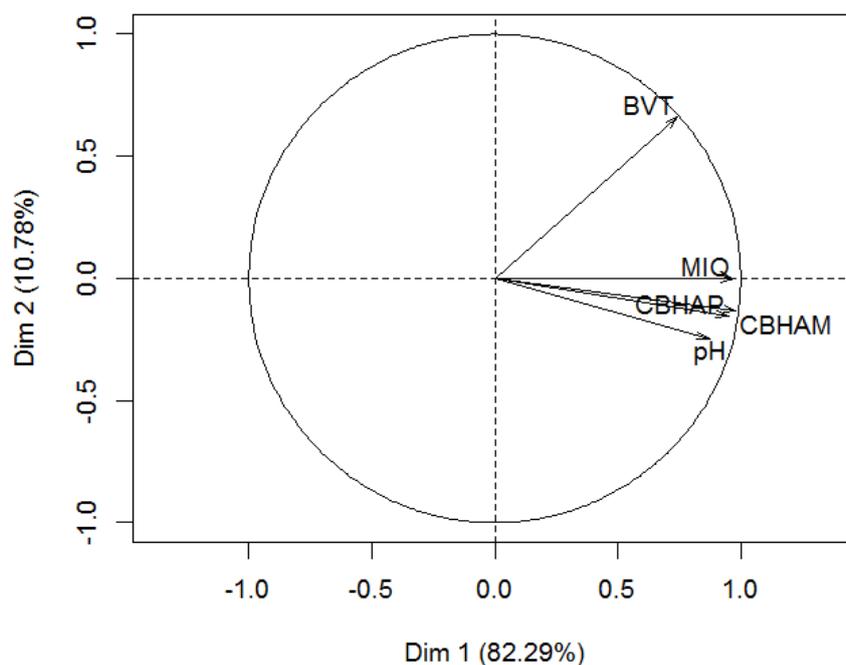
Em conformidade com o RIISPOA (BRASIL, 1952), o pescado é considerado fresco quando o pH da carne externa é inferior a 6,8 e o da carne interna é inferior a 6,5. De acordo com o modelo de regressão (Figura 6) este limite não foi atingido até o 22º dia. Resultado semelhante foi observado por Borges (2013) onde constatou que até o 17º dia o pH do músculo do pacu atingiu valor máximo de 6,57, não ultrapassando o limite da legislação.

Estes resultados indicam que a determinação do pH não mostrou ser um índice seguro para determinação do estado de deterioração, quando usado isoladamente e, de acordo com Ogawa & Maia (1999), seu uso é geralmente restrito por variar entre uma amostra e outra e por ocorrer oscilações ao longo do período de estocagem. Britto et al. (2007), ao estudar a deterioração do Jaraqui do Amazonas (*Semaprochilodus* spp) armazenado a diferentes temperaturas de refrigeração, também verificaram que o pH não é um bom indicador de qualidade em peixes.

### **3.4 Inter-relação entre análises Sensorial, Microbiológicas e Químicas.**

Na Figura 7 podem ser observados os resultados da ACP nas quais foram obtidas duas variáveis (dimensão 1 e 2) que são combinações das características avaliadas do protocolo MIQ, das análises microbiológicas (CBHAM e CBHAP) e análises químicas (pH e BVT). As dimensões 1 e 2 explicam respectivamente 82,29% e 10,78% da variação dessas características. Todos os vetores correspondentes as variáveis utilizadas apresentam comprimento similar e tamanho que se aproxime do círculo, indicando que todas as variáveis tem igual importância na discriminação das amostras e apresentam grande poder de diferenciação entre as mesmas.

Na Figura 7 pode ser verificado também que todos os vetores formam entre si, ângulos inferiores a 90° indicando que as variáveis são positivamente correlacionadas, e quanto menor for o ângulo formado pelos segmentos maior a correlação entre as variáveis. Assim, verificou-se que o MIQ estava mais correlacionado com a CBHAM e CBHAP. A análise de BVT apresentou as menores correlações com as demais variáveis. Desta maneira, confirma-se a maior similaridade do dia de rejeição do pacu entre o MIQ e CBHAP. Já a CBHAM, apesar de estar correlacionada, apresentou-se menos adaptada, pois em baixas temperaturas os microrganismos são desfavorecidos em relação aos psicrotróficos, pois estes possuem uma maior eficiência na absorção de solutos, visto que atividade enzimática é maior devido serem móveis na membrana o que facilita o transporte de nutrientes.



**Figura 7:** Análise de componentes principais das análises Sensorial, Microbiológicas e Químicas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) eviscerado e estocado em gelo.

#### 4 CONCLUSÃO

O MIQ foi eficiente para avaliar o frescor e a qualidade do pacu mantido em gelo correlacionando-se com o tempo de armazenamento dos peixes.

A correlação entre as análises MIQ e CBHAP sugere que o pacu eviscerado mantido em gelo mantém características adequadas para consumo até o 11º dia de armazenamento.

A medição de BVT e pH demonstraram não serem índices seguros para determinação do estado de deterioração do pacu, quando usados isoladamente, pois mesmo quando as amostras foram rejeitadas pelo MIQ e pelas análises microbiológicas, os níveis de BVT e pH estavam dentro dos padrões recomendados.

Considerando esses aspectos, o presente estudo fornece dados para aplicação do MIQ para a espécie dulcícola pacu pelas autoridades sanitárias, indústrias e estabelecimentos comerciais como uma metodologia eficaz para avaliar o frescor do pescado e abre precedente para o desenvolvimento de protocolos para outras espécies de importância comercial na aquicultura nacional.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüeria, D., Sanzano, P., & Grosman, F. (2007). Development of a sensorial scheme for common carp (*Cyprinus carpio*) gutted and stored under refrigeration condition. *ITEA -Información Técnica Económica Agraria*, 103(2), 65-71.

Albuquerque, W. F., Zapata, J. F. F., & Almeida, R. S. (2004). Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agronômica*, 35, 264-271.

Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists* (19th ed.). Washington: AOAC INTERNATIONAL.

Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, T., Nunes, M., & Vidal-Carou, M. (2003). Development of a quality index method to evaluate freshness in mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). *Journal of Food Science*, 68(3), 1067–1071.

Barbosa, A., Bremner, H. A., & Vaz-Pires, P. (2002). The meaning of shelf-life. In *Safety and quality issues in fish processing* (p. 173-190). Cambridge: Woodhead Publishing.

Bernardi, D. C. (2012). *Método do índice de qualidade (miq) desenvolvido para a espécie marinha peixe-sapo (Iophius gastrophysus) eviscerada e estocada em gelo*. Mestrado em medicina veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Bogdanovic, T., Simat, V., Frka-Roic, A., & Markovic, K. (2012). Development and application of quality index method scheme in a shelf-life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*). *Journal of Food Science*, 77(2), S99–S106.

Borges, A. (2013). *Parâmetros de qualidade do pacu (Piaractus mesopotamicus), tambaqui (Colossoma macro-pomum) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo*. Doutorado em ciências veterinárias, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Brasil. (1952). *Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. decreto no. 30691 de 29/03/52*. Brasília.

Brasil. (1981). *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos*. portaria n° 01, de 07 de outubro de 1981. Brasília.

Brasil. (1997). *Regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado)*. Portaria n° 185 de 13/05/1997. Brasília.

Brasil. (2003). *Instrução normativa 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializa os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água*. Brasília.

Brasil. (2013). *Boletim estatístico da pesca e aquicultura - brasil 2011*. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura.

Britski, H., de S. de Silimon, K., & Lopes, B. (1999). *Peixes do pantanal: manual de identificação*. Embrapa, Serviço de Produção de Informação. (184 p).

Britto, E. N., Lessi, E., Cardoso, A. L., Falcão, P. T., & Santos, J. G. (2001). Deterioração bacteriológica do jaraqui (*semaprochilodus spp*), capturado do estado do Amazonas e conservado em gelo. *ACTA Amazônica*, 37(3), 457-462.

Dhananjaya, S., & Stroud, G. D. (1994). Chemical and sensory changes in haddock and herring stored under modified atmosphere. *International Journal of Food Science & Technology*, 29(5), 575–583.

Esteves, E., & Anibal, J. (2007). Quality index method (QIM): utilização da análise sensorial para determinação da qualidade do pescado. In *XIII congresso do algarve: Actas proceedings* (p. 365-373). Lagos.

Gill, T. (1995). Autolytic changes. In *Quality and quality changes in fresh fish* (p. 39-51). Rome: FAO. Gonçalves, A. A. (2011). *Tecnologia do pescado. ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Atheneu.

Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2005). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc.

Hernández-Herrero, M. M., Duflos, G., Malle, P., & Bouquelet, S. (2002). Amino acid decarboxylase activity and other chemical characteristics as related to freshness loss in iced cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Protection*, 65(7).

Huidobro, A., Mendes, R., & Nunes, M. (2001). Slaughtering of gilthead seabream (*sparus aurata*) in liquid ice: influence on fish quality. *European Food Research and Technology*, 213(4-5), 267-272.

Huidobro, A., Pastor, A., & Tejada, M. (2000). Quality index method developed for raw gilthead seabream (*sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 65(7), 1202–1205.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (1986). *Microorganisms in foods - sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. London: Blackwell Scientific Publications.

ISO (1999). *Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species)* (Norm No. ISO 6888-1). ISO, Geneva, Switzerland.

ISO. (2002). *Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of Salmonella spp.* (Norm No. ISO 6579). ISO, Geneva, Switzerland.

ISO. (2003). *Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony-count technique at 30 degrees C* (Norm No. ISO 4833). ISO, Geneva, Switzerland.

JAY, J. M. (2005). *Microbiologia de alimentos* (6th ed.). Porto Alegre: Artmed. (711p.)

Kirschnik, P. G., & Viegas, E. M. M. (2004). Alterações na qualidade do camarão de água doce *macrobrachium rosenbergii* durante estocagem em gelo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(3), 407-412.

Lougovois, V. P., Kyranas, E. R., & Kyrana, V. R. (2003). Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*sparus aurata*). *Food Research International*, 36(6), 551 - 560.

Luten, J., & Martinsdottir, E. (1997). QIM: a european tool for fish freshness evaluation in the fishery chain. In *Methods to determine the freshness of fish in research and industry* (p. 287-296). Nantes: Institut International du Froid.

Marinho, L. S. (2011). *Critérios para avaliação da qualidade da piramutaba (Brachyplatystoma vaillantii) inteira estocada em gelo*. Mestrado em medicina veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Martinsdóttir, E. (1997). Sensory evaluation in research of fish freshness. In *Methods to determine the freshness of fish in research and industry* (p. 306-312). Nantes: Institut International du Froid.

Massa, A. E., Palacios, D. L., Paredi, M. E., & Crupkin, M. (2005). Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry*, 29(5), 570–590.

Monteiro, M. L. G. (2010). *Validade comercial de filés de tilápia do nilo (oreochromis niloticus) resfriados tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada*. Mestrado em medicina veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Morris, T. (1999.) *Experimental design and analysis in animal sciences*. New York :: CABI Pub.

Morton, R. D. (2001). Taerobic plate count. In *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (p. 63-67). Washington: American Public Health Association (APHA).

Netto, F. M. (1984). *Modificações química, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado em gelo*. Mestrado em tecnologia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Nielsen, J. (1995). *Sensory changes*. In *Quality and quality changes in fresh fish* (p. 35-39). Rome: FAO. Ogawa, M., & Maia, E. (1999). Manual de pesca. Livraria Varela.

R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.R-project.org>.

Sant'Ana, L. S., Soares, S., & Vaz-Pires, P. (2011). Development of a quality index method (qim) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*pagellus bogaraveo*). *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2253 - 2259.

Soares, K. M. P., & Gonçalves, A. A. (2012). Aplicação do método do índice de qualidade (miq) para o estudo da vida útil de filés de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6), 2289-2300.

Sveinsdóttir, K., Hyldig, G., Martinsdóttir, E., Jørgensen, B., & Kristbergsson, K. (2003). Quality index method (QIM) scheme developed for farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, 14(3), 237–245.

Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E., Hyldig, G., Jørgensen, B., & Kristbergsson, K. (2002). Application of quality index method (qim) scheme in shelf-life study of farmed atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, 67(4), 1570–1579.

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. *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 424 - 432.

Taha, P. (1988). Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG - Penha Pescados S.A. In *Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado* (p. 210-216). Santos.

Teixeira, M. S., Borges, A., Franco, R. M., Clemente, S. C. S., & Freitas, M. Q. (2009). Método de índice de qualidade (qim): desenvolvimento de um protocolo

sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 16(2), 83 - 88.

Tomita, R., Furlan, E., Neiva, C., Lemos Neto, M., Pérez, A., Bortolazzo, M., Lima, T. (2006). Qualidade físico-química do pescado marinho refrigerado em diferentes formas de apresentação. In *II simpósio de controle do pescado (simcope)*. São Vicente.

Vaz-Pires, P., & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). *Food Control*, 17(12), 942 - 949.