

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Avaliação do Frescor do Olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) Eviscerado  
Durante a Estocagem em Gelo pelo Método do Índice de Qualidade**

**Gabriela Vieira do Amaral**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DO FRESCOR DO OLHO-DE-CÃO (*PRIACANTHUS  
ARENATUS*) EVISCERADO DURANTE A ESTOCAGEM EM GELO  
PELO MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE**

**GABRIELA VIEIRA DO AMARAL**

*Sob a Orientação da Professora*

**Daniela De Grandi Castro Freitas**

*e Co-orientação da Professora*

**Valéria Moura de Oliveira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Curso de Pós-Graduação Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Março de 2012.

53 664.94 Amaral, Gabriela Vieira do, 1985-  
A485a Avaliação do frescor do olho-  
T de-cão (Priacanthus arenatus)  
eviscerado durante a estocagem em gelo  
pelo Método do Índice de Qualidade /  
Gabriela Vieira do Amaral - 2012.  
78 f.: il.

Orientador: Daniela De Grandi  
Castro Freitas.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos.  
Bibliografia: f. 55-66.

1. Peixe congelado - Análise -  
Teses. 2. Peixe congelado - Controle de  
qualidade - Teses. 3. Peixe -  
Armazenamento - Teses. 4. Tecnologia de  
alimentos - Teses. I. Freitas, Daniela  
De Grandi Castro, 1974-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**GABRIELA VIEIRA DO AMARAL**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em área de Concentração em Ciência de Alimentos.

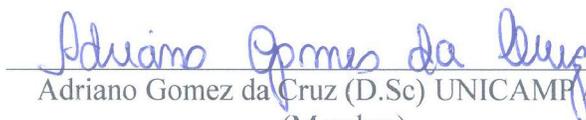
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/03/2012.



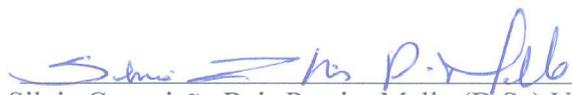
Daniela De Grandi Castro Freitas (D.Sc) Embrapa-CTAA  
(Orientadora)



Simone Pereira Mathias (D.Sc) UFRRJ  
(Membro)



Adriano Gomez da Cruz (D.Sc) UNICAMP/IFRJ  
(Membro)



Silvia Conceição Reis Pereira Mello (D.Sc) UNISUAM  
(Membro)

*Aos meus queridos pais, Sebastião e Ilídia,  
sempre presentes e confiantes nas minhas escolhas.  
Às minhas irmãs Daniela e Isabela, à pequenina Luiza.  
Ao querido Rafael, sempre me encorajando.  
Minha eterna gratidão por sempre estarem ao meu lado!*

## AGRADECIMENTOS

À Dra. Daniela De Grandi Castro Freitas, orientadora desta dissertação, pelos conhecimentos transmitidos, pelas sugestões que garantiram maior clareza à escrita, por ser tão solícita e ainda, por acreditar no futuro deste projeto.

À Dra. Valéria Moura de Oliveira, co-orientadora desta dissertação, pelas sugestões úteis a cerca do tema.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. A todos os colegas do programa, pela agradável convivência, em especial, aos amigos, Luciana Moura, Kelita Andrade, Rodrigo Tavares, Felipe Reis e Carla Teba, pelos momentos de apoio.

Ao colega Alexandre Borges, sempre presente e disposto a ajudar.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos, por disponibilizar os laboratórios, e a todos os funcionários que me ajudaram nessa jornada. Em especial, aos funcionários do Laboratório de Análise Sensorial, Aline Leandro de Souza e Silva, José Carlos Sá Ferreira, aos estagiários: Raquel de Souza e Raphael Rocha, por toda ajuda. Aos funcionários do Laboratório de Análises Físico-Químicas, em especial à Dra Sidinéia Cordeiro de Freitas. Aos funcionários do Laboratório de Análises Microbiológicas, em especial à Dra. Ana Lúcia Penteado.

Ao Laboratório de Análises Físico-Químicas da faculdade de veterinária da UFF, em especial a Dra. Eliane Teixeira Mársico e o Dr. Sergio Borges Mano.

A todos os participantes das Análises Sensoriais, pela colaboração e paciência: Aline Leandro, André Hoglan, Daniela Freitas, Gabriela Back, Janine Passos, Josi Reis, Luciana Moura, Marcos Maia, Marianna Ramos, Maurício Vivas, Pedro Campos Neto, Priscila Leal e Renata Rocha.

À Capes, pelo ao auxílio financeiro.

Por último, mas não menos importante agradeço aos meus pais, Sebastião e Ilídia, também a Daniela, Isabela e Rafael, pelo apoio e companhia durante nessa trajetória, sem essas pessoas nada seria possível.

*“Viver é caminhar. E caminhar na direção certa requer fé, força e determinação para transpor eventuais obstáculos.*

*(...)*

*O caminho nem sempre é fácil ou curto, mas não se deve buscar atalhos. O importante é seguir em frente, percorrendo sua jornada e acreditando firmemente no seu êxito.”*

*Olavinho Drummond*

## RESUMO

AMARAL, Gabriela Vieira do Amaral. **Avaliação do Frescor do Olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) Eviscerado Durante a Estocagem em Gelo pelo Método do Índice de Qualidade.** 2012. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

O olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) é um peixe marinho de cor vermelha intensa, de alto valor culinário, comercializado fresco e encontrado ao longo de toda costa brasileira. Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um protocolo de qualidade de acordo com o Método do Índice de Qualidade (MIQ) para olho-de-cão, eviscerado armazenado em gelo ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) e acompanhar por análises químicas, físicas e bacteriológicas a perda do frescor durante a estocagem. Foram coletados 3 lotes do olho-de-cão na região de Grumari, RJ. Depois de capturados foram eviscerados, lavados transportados até a Embrapa Agroindústria de Alimentos (Guaratiba, RJ), onde foram acondicionados em gelo durante o período de 21 dias. As análises de composição centesimal apresentaram diferenças significativas após o período de estocagem, permitindo classificar a espécie como de alto teor protéico e médio teor de gordura. As análises de contagens totais de bactérias mesófilas e psicotróficas, avaliação sensorial, valor de pH e bases voláteis totais (BVT) foram realizadas nos seguintes intervalos 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21 dias, enquanto que as análises de textura e cor instrumentais foram realizadas nos dias 0, 4, 9, 14, 18, 21. O esquema MIQ desenvolvido foi composto de quatro grandes critérios de qualidade divididos em onze atributos sensoriais, somando 24 pontos de demérito, designado de Índice de Qualidade (IQ). Apresentou alta correlação linear ( $R^2 = 0,9559$ ) com o tempo de estocagem ( $\text{IQ} = 1,9071 + 1,203 \times \text{dias em gelo}$ ). Todos os atributos sensoriais foram altamente correlacionados na análise ACP, que caracterizou 95,81% das informações totais dadas pelos 24 pontos de deméritos do esquema MIQ. As análises bacteriológicas não se mostraram determinantes para determinar o momento de rejeição, e seus valores variaram de  $< 1 \log \text{UFC/g}$  a  $4,7 \log \text{UFC/g}$  para as mesófilas e  $6,8 \log \text{UFC/g}$  para as psicotróficas. O pH variou de 5,76 a 6,6 e seu limite (6,5) foi atingido aos 9 dias de armazenamento em gelo. O teor BVT variou de 8,82 mg de N/100g a 17,64 mg de N/100g. Houve um decréscimo na firmeza dos filés, variando de 1,37 (N) para 0,96 (N), e na firmeza do peixe inteiro 13,48 (N) para 3,39 (N) mostrando ser um bom indicador da tendência de deterioração da musculatura ao longo do armazenamento. A cor avaliada instrumentalmente apresentou diferenças significativas na cor da pele ao longo da estocagem, demonstrando a perda de tonalidade vermelha. As análises físicas e químicas mostraram ter boa correlação ( $> 0,868$ ) com o Índice de Qualidade, demonstrando o respaldo estatístico para a utilização do esquema. Com base nos resultados obtidos, sugeriu-se o consumo do olho-de-cão em até 9 dias de estocagem em gelo, o que correspondeu a 15 pontos de IQ.

**Palavras Chave:** MIQ, qualidade, *Priacanthus arenatus*.

## ABSTRACT

AMARAL, Gabriela Vieira do Amaral. **Evaluation of Freshness Atlantic bigeye (*Priacanthus arenatus*) Guttled During Ice Storage by the Quality Index Method.** 2012. 68p. Dissertation (Master of Science and Food Technology) Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The Atlantic bigeye (*Priacanthus arenatus*) is a marine fish deep red color, high culinary value, sold fresh and found all along the Brazilian coast. This research aimed to develop a quality protocol according to the Quality Index Method (QIM) to bigeye, gutted stored on ice ( $0 \pm 1$  °C) and accompanied by chemical, physical and bacteriological loss of freshness during storage. We collected lots of third bigeye in the region of Grumari, RJ. Once captured were eviscerated, washed transported to Embrapa Food (Guaratiba, RJ), they were packed in ice during the period of 21 days. The composition analysis performed showed significant differences after the storage period, allowing the species classified as high protein and medium fat content. The analyzes of total count of psychrotrophic and mesophilic bacteria, the sensory evaluation, pH and total volatile bases (BVT) were performed in the following ranges 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21 days while the color and texture analysis instruments were performed on days 0, 4, 9, 14, 18, 21. The QIM scheme developed was composed of four major quality criteria divided into twelve attributes, adding 24 demerit points, called the Quality Index (QI). Showed high linear correlation ( $R^2 = 0.9559$ ) with time of storage ( $IQ = 1.9071 + 1.203 \times \text{days in ice}$ ). All sensory attributes were highly correlated in the PCA analyzes, which marked 95.81% of the total information given by 24 demerit points QIM scheme. The bacteriological analyzes were not decisive in determining the moment of rejection, and their values ranged from  $<1 \log \text{CFU} / \text{g}$  to  $4.7 \log \text{CFU} / \text{g}$  for mesophilic and  $6.8 \log \text{CFU} / \text{g}$  for psychrotrophic. The pH varied from 5.76 to 6.6 and the limit (6.5) was achieved after 9 days of ice. The BVT content ranged from 8.82 mg to 17.64 mg N/100g N/100g. A decrease in the strength of the fillets, ranging from 1.37 (N), 0.96 (N), and the strength of the whole fish 13.48 (N), 3.39 (N) shown to be a good indicator of the tendency muscle deterioration with time. The color instrumentally evaluated showed significant differences in skin color during the storage, demonstrating the loss of red color. The physical and chemical analyzes have showed good correlation ( $> 0.868$ ) with the Quality Index, showing the statistical support for the use of the scheme. Based on these results, suggested that the consumption bigeye by up to 9 days of storage, which corresponded to 15 IQ points.

**Key words:** QIM, quality, *Priacanthus arenatus*.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Produção de pescado, em toneladas(t), nacional e participação relativa do total da pesca no ano de 2010. ....	4
Tabela 02. Produção de pescado, em toneladas(t), nacional e participação relativa do total da pesca extrativa marinha e continental dos anos de 2008, 2009 e 2010. ....	4
Tabela 03. Esquema MIQ para o olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) eviscerado. ....	25
Tabela 04. Valores do Índice de Qualidade (IQ) de cada julgador por dia de estocagem em gelo. ....	27
Tabela 05. Valores médios de IQ para os atributos de qualidade avaliados pelo esquema MIQ para olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) eviscerado e suas correlações com o tempo de estocagem em gelo. ....	28
Tabela 06. Cargas fatoriais dos atributos de qualidade utilizados no esquema MIQ e tempo de armazenamento em gelo. ....	29
Tabela 07. Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicrotróficas (UFC/g) em olho-de-cão eviscerado, durante a estocagem em gelo. ....	35
Tabela 08. Composição Centesimal do olho-de-cão e a variação percentual após a estocagem. ....	38
Tabela 09. Valores de pH e BVT de olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	42
Tabela 10. Parâmetros cinéticos do pH e BVT do olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	44
Tabela 11. Médias de textura instrumental de filés e peixes inteiros durante a estocagem em gelo. ....	45
Tabela 12. Média dos resultados da análise de cor instrumental da pele do olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	47
Tabela 13. Média dos resultados da análise de cor instrumental do filé do olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	48
Tabela 14. Parâmetros cinéticos do ângulo hue do olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	49
Tabela 15. Análise de Correlação de Pearson entre o IQ e os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas durante a estocagem do olho-de-cão em gelo. ....	51
Tabela 16. Estimativa da validade comercial e da validade comercial remanescente do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ). ....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa marinha em 2009 e 2010 discriminada por Unidade da Federação (MPA, 2010).....	5
Figura 02. Olho-de-cão ( <i>Priacanthus arenatus</i> ). Fonte: www.fishbase.org.....	7
Figura 03. Treinamento dos julgadores: (a) parte da equipe reunida; (b) detalhe da abertura do opérculo para análise de odor nas brânquias. ....	19
Figura 04. Análise de textura instrumental em olho-de-cão: (a) análise do peixe inteiro; (b) análise do filé.....	22
Figura 05. Análise de cor instrumental em olho-de-cão: (a) análise do peixe inteiro; (b) análise do filé. ....	23
Figura 06. Modelo de regressão linear de 24 pontos de demérito do esquema MIQ desenvolvido para o olho-de-cão durante a estocagem em gelo. Linhas tracejadas representam os limites de confiança de 95% da regressão. ....	26
Figura 07. Representação gráfica apresentando o consenso da equipe de julgadores na avaliação sensorial da qualidade (IQ) do peixe olho-de-cão durante estocagem em gelo.....	27
Figura 08. Análise multivariada de Componentes Principais dos atributos de qualidade utilizados nos 24 pontos de demérito do esquema MIQ e tempo de armazenamento em gelo... ..	29
Figura 09. Representações gráficas da evolução dos atributos de qualidade do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) eviscerado estocado em gelo. Onde o eixo X representa os dias em gelo e o eixo Y o valor médio do IQ atribuído ao atributo.....	30
Figura 10. Aspecto geral do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) durante a estocagem em gelo: (a) pontuação 0; (b) pontuação 1 e (c) pontuação 2.....	31
Figura 11. Através da compressão manual a verificação da textura do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) estocado em gelo: (a) amostra antes da análise; (b) pressionado o dedo levemente; (c) textura elástica e (d) textura muito amolecida.....	32
Figura 12. Evolução das alterações da cor dos olhos do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) estocado em gelo: (a) pontuação 0; (b) pontuação 1 e (c) pontuação 2, tanto para da íris quanto para pupila.....	32
Figura 13. Evolução das alterações no formato dos olhos do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) estocado em gelo: (a) convexo, pontuação 0; (b) plano, pontuação 1 e (c) concavo, pontuação 2. ....	32
Figura 14. Alterações na cor das brânquias do olho-de-cão ( <i>P. arenatus</i> ) estocado em gelo: (a) vermelho vivo, pontuação 0; (b) vermelho pálido, pontuação 1; (c) amarelada, pontuação 2 e (d) marrom, pontuação 3. ....	33
Figura 15. Reprodução gráfica do crescimento das Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicotróficas (Log UFC/g) em olho-de-cão eviscerado e estocado durante 21 dias em gelo.....	36
Figura 16. Progressão do pH no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo.....	44
Figura 17. Progressão do BVT no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo.....	45
Figura 18. Representação gráfica das médias de firmeza em filés de olho-de-cão e no peixe inteiro durante a estocagem em gelo.....	46
Figura 19. Representação sólida tridimensional das tonalidades. Fonte: “Konica Minolta Colorimetric Technology”.....	47
Figura 20. Progressão do ângulo hue no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo. ....	50

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Objetivos .....	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	Panorama Mundial do Setor Pesqueiro.....	3
2.2.	Panorama Nacional do Setor Pesqueiro.....	3
2.3.	Consumo de Pescado .....	5
2.4.	Sobrepesca.....	6
2.5.	Olho-de-Cão .....	7
2.6.	Aspectos Nutricionais do Pescado.....	8
2.7.	Aspectos de Qualidade do Pescado .....	9
2.7.1.	Perecividade .....	10
2.7.2.	A importância do gelo.....	10
2.8.	Aspectos Microbiológicos do Pescado .....	11
2.8.1.	Bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas.....	12
2.9.	Aspectos Químicos do Pescado.....	13
2.9.1.	Medidas de frescor: pH e BVT.....	13
2.10.	Aspectos Sensoriais do Pescado .....	14
2.10.1.	Método do Índice de Qualidade.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1.	Matéria-Prima e Acondicionamento .....	17
3.2.	Análise Sensorial pelo Método MIQ .....	17
3.3.	Análises Bacteriológicas .....	19
3.4.	Análises Físico-Químicas.....	20
3.4.1.	Análises de composição centesimal.....	20
3.4.2.	Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH).....	21
3.4.3.	Determinação de bases voláteis totais (BVT) .....	21
3.4.4.	Análise de textura instrumental.....	21
3.4.5.	Análise de cor instrumental.....	22
3.5.	Tratamento Estatístico.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1.	Análise Sensorial .....	24
4.2.	Análises Bacteriológicas .....	34
4.3.	Análises Físico-Químicas.....	38
4.3.1.	Análises de composição .....	38
4.3.2.	Análises de pH e BVT .....	40
4.3.3.	Análises de textura instrumental.....	45
4.3.4.	Análise de cor instrumental.....	47
4.4.	Análise de Correlação .....	50
4.5.	Estimativa da Validade Comercial e Validade Comercial Remanescente.....	51
5	CONCLUSÃO.....	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	67
	ANEXO A - Tabela do Esquema MIQ .....	67
	ANEXO B - Estimativa Validade Comercial e Validade Comercial Remanescente.....	68

## 1 INTRODUÇÃO

Qualidade e segurança dos alimentos são questões de grande relevância, principalmente no cenário internacional. Em termos minimalistas, pode-se dizer que qualidade se refere às características que tornam os alimentos aceitáveis para os consumidores.

De uma forma mais abrangente, Nunes, Batista e Cardoso (2007) defendem que a qualidade dos alimentos pode ser determinada por diversos aspectos dos quais se destacam: higiene, valor nutricional e dietético, frescor, facilidade de utilização pelo consumidor, suas propriedades intrínsecas (sensoriais) e disponibilidade.

No caso do pescado, o frescor tem grande relevância pelo fato de constituir o principal critério que determina a sua aceitação. O pescado é avaliado pelos consumidores com um rigor ainda maior do que muitos outros alimentos, por ser um alimento mais sensível e perecível quando comparado com outros produtos de origem animal, seja por fatores inerentes ao pescado, seja por fatores extrínsecos, como relacionados ao transporte e armazenamento. (NUNES; BATISTA; CARDOSO, 2007).

Portanto, a fim de garantir ao consumidor um pescado fresco de boa aparência é fundamental manter qualidade do produto por toda a cadeia produtiva. Neste sentido, a avaliação sensorial se torna um método bastante importante para a avaliação do frescor e qualidade dos produtos da pesca, tanto por consumidores, quanto pelo setor pesqueiro e serviços de inspeção (MARTINSDÓTTIR et al., 2001).

Nos últimos anos houve um grande progresso com relação à avaliação do frescor do pescado e, conseqüentemente, na comercialização e garantia da qualidade de peixes frescos, principalmente no âmbito internacional. O esquema conhecido como “Quality Index Method” (QIM), traduzido para o português como o Método do Índice de Qualidade (MIQ), é considerado um método promissor na avaliação do frescor de peixes de uma forma rápida e objetiva.

O método não é destrutivo e deve ser específico para cada espécie, dessa forma, proporciona ao usuário (produtores, compradores, vendedores e revendedores) a utilização de uma medida de frescor confiável e padronizada do produto. O MIQ também permite prever a validade comercial do produto (BOTTA, 1995; MARTINSDÓTTIR et al., 2001).

O olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) é um pequeno peixe marinho, que chama atenção por causa dos seus grandes olhos e sua cor vermelha intensa (URENHA, 2012). Essas características também o fizeram ser conhecido como olho-de-vidro, em outras regiões do País, recebe ainda os nomes de piranema ou vermelho-olhão (FREIRE; FILHO, 2009).

Esta espécie possui alto valor culinário, é encontrado no Oceano Atlântico ao longo de toda a costa brasileira, mas ocorre com mais frequência nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia (URENHA, 2012). Portanto, dada a sua qualidade sensorial e a sua disponibilidade regional, evidencia-se para esta espécie um grande potencial exploratório.

O desenvolvimento do esquema (MIQ) para o olho-de-cão torna-se importante como ferramenta de controle de qualidade desta espécie nas várias etapas da cadeia de produção, por exemplo, a bordo das embarcações ou entrepostos de venda, com o intuito de melhorar as práticas de manipulação do pescado ou, nas instalações de processamento, fornecendo informação acerca do frescor e do tempo de armazenamento restante.

## 1.1. Objetivos

### *Objetivo Geral:*

Desenvolver o Protocolo de Caracterização Sensorial de acordo com o Método do Índice de Qualidade (MIQ) específico para olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*).

### *Objetivos Específicos:*

- I. Desenvolver o esquema MIQ para a avaliação sensorial de olho-de-cão, a partir das alterações nas características externas produzidas durante o período de estocagem em gelo ( $0 \pm 1\text{C}^\circ$ );
- II. Analisar, ao longo da estocagem, a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (BHAM) e de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas (BHAP) até completa deterioração do peixe;
- III. Analisar a composição centesimal (umidade, cinzas, proteína, e lipídeos) no primeiro e no último dia de estocagem em gelo;
- IV. Analisar ao longo da estocagem o pH e teores bases voláteis totais (BVT);
- V. Analisar o efeito do tempo de estocagem em gelo sobre a firmeza e cor do peixe inteiro e filé analisadas instrumentalmente e;
- VI. Correlacionar o Índice de Qualidade correspondente às modificações sensoriais com as análises físico-químicas e análises bacteriológicas para obter a validade comercial para a espécie, permitindo estimar a validade comercial remanescente, em gelo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Panorama Mundial do Setor Pesqueiro**

As últimas informações a cerca da produção mundial de pescado são referentes aos anos de 2008 e 2009 publicadas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) no relatório sobre O Estado Mundial da Pesca e Aquicultura (FAO, 2010) e extraídas do Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (MPA, 2010).

Portanto, “A produção total mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 142 milhões de toneladas em 2008 e 146 milhões de toneladas em 2009 e 142 milhões de toneladas em 2008” (MPA, 2010).

No ano de 2009 a China, com 60,5 milhões de toneladas, foi o maior produtor, seguida da Indonésia (9,8 milhões de toneladas), abaixo a Índia (7,9 milhões de toneladas) e o Peru (7 milhões de toneladas) (MPA, 2010), que ocuparam as mesmas posições em 2008.

Neste contexto, o Brasil, representando 0,86% da produção mundial de pescado (1.240.813 t) em 2009, e ganhou quatro posições e passou a ocupar o 18º lugar no ranking geral dos produtores de pescado do mundo, quando comparada a produção de 2008, que contribuiu com 0,81% do total produzido no mundo (1.156.423 t) (MPA, 2010).

No entanto, “Considerando-se apenas os países da América do Sul, fica evidente que a produção de pescado dos países que pescam no oceano Pacífico são bem superiores à produção brasileira” (MPA, 2010).

Neste critério o Peru aparece em primeiro lugar, com uma produção em torno de 7 milhões de toneladas, em segundo o Chile (aproximadamente 4,7 milhões de toneladas), o Brasil em terceiro lugar e a Argentina em quarto (aproximadamente 862 mil toneladas) (MPA, 2010).

Cabe lembrar, que os dados supracitados são referentes à produção total e pescado mundial, portanto, dados que englobam a produção extrativa (marinha e continental) mais a aquicultura (extrativa e continental).

Em relação à produção de pescado oriundo da pesca extrativa, tanto marinho quanto continental, a China continua sendo o maior produtor do mundo (15 milhões de toneladas) em 2009, em segundo o Peru (7 milhões de toneladas), em seguida, a Indonésia (5,1 milhões de toneladas) e os Estados Unidos (4,2 milhões de toneladas). Nesse critério, o Brasil ganhou uma posição em 2009 em relação a 2008, passando a ocupar a 23ª colocação no ranking mundial de produção de pescado por pesca extrativa.

### **2.2. Panorama Nacional do Setor Pesqueiro**

As informações mais recentes da produção pesqueira nacional foram publicadas em fevereiro de 2012, pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), no entanto, são referentes à produção de pescado nacional de 2010.

Portanto, de acordo com o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (MPA, 2010), “A produção de pescado do Brasil, para o ano de 2010, foi de 1.264.765 t, registrando-se um incremento de 2% em relação a 2009, quando foram produzidas 1.240.813 t de pescado”.

Na Tabela 01, pode ser observada a produção de pescado nacional em 2010, referente aos setores. A pesca extrativa marinha ainda é a principal fonte de produção de pescado nacional, contribuindo com 42,4% da produção total, seguida pela aquicultura continental (31,2%), pesca extrativa continental (19,7%) e aquicultura marinha (6,7%).

**Tabela 01.** Produção de pescado, em toneladas(t), nacional e participação relativa do total da pesca no ano de 2010.

	Produção (t)	%
Pesca extrativa marinha	536.455	42,4
Aquicultura continental	394.340	31,2
Pesca extrativa continental	248.911	19,7
Aquicultura marinha	85.057	6,7

\*Fonte: MPA, 2010.

Apesar de ter a maior participação na produção nacional de pescado, a pesca extrativa marinha apresentou um decréscimo de 49.217 t, se comparado ao ano de 2009, uma redução de 8,4%. Como consequência, a contribuição da pesca continental para o total da pesca extrativa aumentou de 29% em 2009 para aproximadamente 31,7% em 2010, (MPA, 2010), que pode ser observado na Tabela 02.

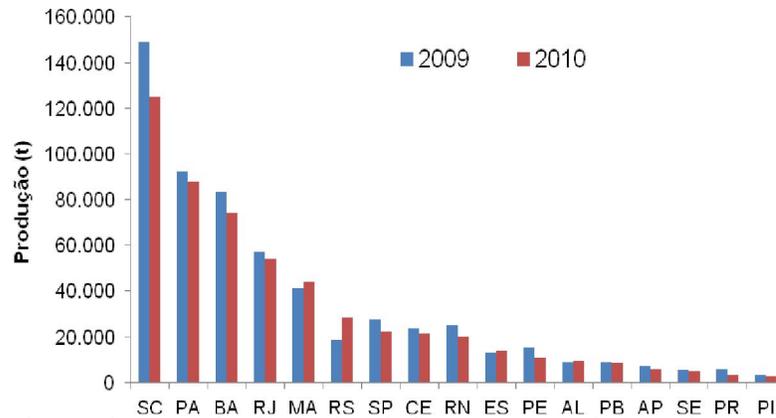
Por outro lado, a produção da pesca extrativa continental e a aquicultura continental e marinha fecharam em alta em relação a 2009, com um acréscimo de 3,9%, 16,9% e 9%, respectivamente (MPA, 2010).

**Tabela 02.** Produção de pescado, em toneladas(t), nacional e participação relativa do total da pesca extrativa marinha e continental dos anos de 2008, 2009 e 2010.

	2009		2010	
	Produção (t)	%	Produção (t)	%
Pesca Extrativa	825.164		785.366	
Continental	239.493	29	248.911	31.7
Marinha	585.671	71	536.455	68.3

\*Fonte: MPA, 2010.

Com relação à produção por Unidade da Federação, no ano de 2010, o Estado de Santa Catarina continua sendo o maior pólo produtor de pescado do Brasil, com 183.770 t, apesar de uma queda em relação a 2009, este estado também foi responsável pela maior produção de pesca extrativa marinha. O Rio de Janeiro em quarto lugar no ranque nacional de pesca extrativa marinha com 54.113 t (Figura 01), registrando uma queda de 5,2%, se comparada com o ano de 2009 (MPA, 2010).



**Figura 01.** Produção de pescado (t) nacional da pesca extrativa marinha em 2009 e 2010 discriminada por Unidade da Federação (MPA, 2010).

### 2.2.1. Balança Comercial Nacional

A balança comercial brasileira de pescado no ano de 2010 apresentou exportações de US\$ 263 milhões e importações de US\$ 1.011 milhões, ou seja, um déficit de US\$ 748 milhões, representando uma elevação de US\$ 273 milhões em relação ao déficit computado em 2009 (US\$ 475 milhões) (MPA, 2010).

De 2005 a 2010 houve um aumento de 6.663% no volume e 37.638% no valor dos produtos de pesca e aquicultura importados da China. O aumento das importações de pescado não se restringe a produtos da China, uma vez que pescado oriundo da Argentina, Chile, Noruega, Marrocos, Uruguai, Portugal, Espanha, Vietnã, Equador e Tailândia também estão invadindo o mercado brasileiro. Desde 2006, o saldo da balança comercial nacional de pescado tem apresentado resultado negativo, tanto em valores comerciais quanto em volume de mercadoria (MPA, 2010).

O aumento da produção pesqueira nacional se contradiz com valores analisados na balança comercial, que evidencia tendências de déficits comerciais que se processa desde 2006, após cinco anos seguidos de superávit (2001 a 2005). Esta tendência decorre de uma conjugação de fatores: aumento das importações de pescado no período, diminuição das exportações do pescado brasileiro, que foi afetado principalmente pela amplitude da variação do câmbio no período e produção ainda insuficiente. (MPA, 2010)

### 2.3. Consumo de Pescado

Segundo o relatório da FAO (2010) o consumo mundial de peixe alcançou níveis históricos, ao contabilizar um consumo médio de 17 quilos por pessoa em 2010.

Esse aumento de interesse pelo pescado está relacionado com a procura de hábitos alimentares mais saudáveis, no tocante, seu valor nutricional e sua associação com melhoria na saúde (MACIEL, 2011).

O pescado apresenta balanço protéico, de vitaminas e de minerais (especialmente cálcio ferro e fósforo) além de baixo calórico (SIQUEIRA, 2001). De acordo com Burger (2008), entre os benefícios à saúde que o consumo de pescado oferece, foi identificada a

redução dos níveis de colesterol, de incidência de acidente vascular cerebral, doenças cardíacas e possivelmente Alzheimer.

De acordo com Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2010) o consumo *per capita* aparente de pescado no país vêm apresentando crescimento, em 2010 foi de 9,75 Kg/hab./ano, com crescimento de 8% em relação ao ano de 2009 e desse total, 66% do pescado consumido é produzido no Brasil. De acordo com o MPA (2010) “O consumo *per capita* aparente (CPA) é aferido através do levantamento da produção nacional (PN), incluídas as importações (IMPO) e excluídas as exportações (EXPO), sendo o volume total dividido pela população brasileira (POP)” como pode ser observado na seguinte equação:

$$\text{CPA} = (\text{PN} + \text{IMPO} - \text{EXPO}) / \text{POP}$$

Apesar do crescente consumo de pescado no país, este ainda é inferior a recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS), de 12 Kg, *per capita*, por ano (MACIEL, 2011).

Segundo Sonoda (2006) são diversos os fatores inter-relacionados que explicam esse cenário, destacando-se investimentos insatisfatórios na cadeia produtiva, hábito alimentar da população, características da distribuição de renda e a ocorrência de outras fontes de proteína animal.

#### 2.4. Sobrepesca

De acordo com o relatório da FAO no estudo sobre O Estado Mundial da Pesca e Aquicultura (FAO, 2010), o percentual total de espécies de peixes sobre-exploradas ou em fase de recuperação, oceânicas mundiais, não melhorou e estima-se ser um pouco maior do que em 2006 e cerca de 32% das reservas mundiais de peixes estão esgotadas ou em fase de recuperação e necessitam ser reconstituídas com urgência.

Já na década de 90, Paez (1993), Giulietti e Assumpção (1995), atribuíam a redução na produção pesqueira marítima à sobre-pesca de algumas espécies, à predação dos recursos naturais pesqueiros e à consequente diminuição dos estoques. Frente a essa situação, pode-se voltar a níveis de produção anteriores se medidas de gestão pesqueira forem tomadas visando à recuperação de estoques sobre-explotados.

No outro extremo da escala, 15 por cento dos grupos de ações monitorados pela FAO foram estimados para ser subexplorado (3%) ou moderadamente explorados (12%) e, portanto, capaz de produzir mais do que as suas capturas atuais (FAO, 2010).

De acordo com Ferreira (2009) uma estratégia do Ministério da Pesca que pode melhorar essa situação e ainda, para multiplicar a produção é incentivar a captura de espécies sub-exploradas.

Neste contexto, a exploração do olho-de-cão pode ser uma alternativa sustentável, dado a ocorrência da espécie por toda a costa brasileira e pelo fato de uma produção ainda tímida. Pois, segundo o MPA (2010) a produção dessa espécie no ano de 2008 não passou de 190 toneladas, em 2009 com 210 toneladas e em 2010 com 198 toneladas.

No entanto, é importante ressaltar a necessidade de estudos referentes aos níveis de estoques da espécie e ainda, o maior controle sobre as pescas ilegais, não declaradas e não regulamentadas.



nadadeira dorsal apresenta dez espinhos e onze raios, enquanto a anal apresenta três espinhos e oito raios (UYENO; MATSUURA; FUJII, 1983).

Esses peixes possuem uma camada brilhante reflexiva nos olhos, bem adequada ao seu estilo de vida carnívoro e noturno, normalmente se encontram em cardumes a meia água até o fundo, praticamente parados e se alimentam de pequenos peixes e crustáceos (HUREAU, 1990).

Suas características morfológicas também o fizeram ser conhecido como olho-de-vidro, olho, olho de boi, olho de fogo, olho do diabo, vermelho-olho, além de piranema e pirapema (FREIRE; FILHO, 2009). No inglês é conhecido como “Atlantic bigeye” e no espanhol “catalufa toro” (SZPILMAN, 1992).

A espécie vive em águas rasas e quentes próximos da costa, em áreas de recifes, com fundos rochosos ou de corais. É encontrada no Oceano Atlântico desde o Canadá (SCOTT, 1988) até a Argentina (RANDALL, 1978), também por todo litoral da África e também no mar Mediterrâneo (QUIGNARD, 2000). No Brasil ocorre ao longo de toda a costa brasileira, com mais frequência nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia (URENHA, 2012).

Esta espécie possui alto valor culinário, carne considerada de excelente qualidade de cor bem clara e é comercializado fresco. Portanto, dada a sua qualidade sensorial e a sua disponibilidade regional, evidencia-se esta espécie como grande potencial exploratório.

## **2.6. Aspectos Nutricionais do Pescado**

Os peixes são tradicionalmente vistos como uma parte essencial de uma saudável dieta equilibrada. Atualmente, um número cada vez maior de pessoas dá a sua preferência ao peixe como uma alternativa saudável à carne (FAO, 1997).

Dentre os benefícios à saúde que o consumo de pescado oferece, foi identificada a redução dos níveis de colesterol, de incidência de acidente vascular cerebral, doenças cardíacas e possivelmente Alzheimer (BURGER, 2008).

Em um estudo realizado por 30 anos na “Feinberg School of Medicine”, em Chicago, revelou que homens que consumiam uma quantidade diária de 35g ou mais de pescado, quando comparados aos indivíduos que não consumiam qualquer quantidade de peixe, apresentavam um risco relativo de morte por doença coronária de 0,62, e um risco de 0,33 de morte não súbita por infarto de miocárdio (DAVIGLUS, 1997).

Com relação às características bioquímicas da carne do pescado, estas, além de diferirem entre tipos de músculos, variam também em função da época do ano, de alterações metabólicas durante o crescimento do animal, da mudança da composição do alimento, da maturação sexual, da salinidade e da temperatura da água (OGAWA; MAIA 1999; VISENTAINER, 2005).

O pescado é um dos alimentos mais completos pela qualidade e quantidade de nutrientes. A água é o principal componente do músculo do pescado, seguido pela proteína e gordura, apresentando quantidades insignificantes de carboidratos, entre 10-20% de minerais, quantidades variáveis de vitaminas hidrossolúveis e uma porcentagem importante de vitaminas lipossolúveis A, D e E, além de ser fonte de ferro, fósforo e cálcio (LEDERLE, 1991; BADOLATO et al., 1994; CORSER et al., 2000).

Em média 100g de pescado correspondem a mais de 50% da ingestão diária de proteínas recomendada pela Food and Agriculture Organization (FAO). Em relação aos aminoácidos, contém todos os essenciais, digestibilidade superior a 80%, atribuída ao alto

teor de lisina, uma eficiência protéica similar ou superior ao padrão da caseína (CORSER et al., 2000).

Outro fator que está associado a alta digestibilidade das carnes de peixes é pequena quantidade de tecido conjuntivo, a qual apresenta relação inversa com o teor de gordura, ou seja, os peixes considerados como magros são os mais digestíveis. Por outro lado, contêm quantidade significativa fósforo (250g/100g de tecido), e de iodo; pouco cálcio e ferro. Nos peixes com teores de gordura acima de 15%, são encontrados níveis elevados de vitaminas A e D na musculatura (carne); nos demais, a concentração é sempre elevada no fígado (LEDERLE, 1991). Apesar de a carne conter quantidades apreciáveis de vitamina B1, apenas nos peixes muito frescos é possível aproveitá-la, pois a tiaminase, presente na musculatura, cinde rapidamente a B1 em piridina e em tiazol (LEDERLE, 1991).

O conteúdo de lipídios é o mais variável, tanto no teor total quanto no tipo e proporção de ácidos graxos que o compõem. Embora a composição do pescado esteja bem estabelecida quanto aos seus constituintes predominantes, a proporção entre eles é extremamente variável (MAIA 1999).

De acordo com Pigott e Tucker (1990), uma forma de definir a classificação dos peixes quanto ao teor de gordura está baseada na seguinte relação: menor que 2% de conteúdo de lipídeos, é um pescado de baixo conteúdo de gordura; entre 2 e 5%, é um pescado moderado em conteúdo de gordura; e maiores que 5%, é considerado um pescado com alto conteúdo de gordura.

Quanto maior o conteúdo lipídico, mais susceptível à oxidação e à hidrólise enzimática dos ácidos graxos, causando perdas por ranço, colorações anormais e conseqüentemente, menores prazos de validade comercial (SARMA et al., 2000).

De acordo com Harris (1999) o efeito protetor à saúde humana, gerado pelo consumo de pescado, é atribuído à presença dos ácidos graxos ômega-3, principalmente EPA (Eicosapentaenóico) e DHA (Docosahexaenóico).

Particularmente o ácido graxo EPA tem capacidade de interferir na produção de prostaglandina trombótica e tromboxano ou podem ser transformados em prostaglandinas antitrombóticas e devido aos estudos com os eicosanóides, têm se conhecido as suas ações vasculares e hemostáticas. O DHA é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e está presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais (VISENTAINER et al., 2000).

## **2.7. Aspectos de Qualidade do Pescado**

A Organização Internacional de Padronização define, na norma ISO 8402 (1994), qualidade como sendo o conjunto de atributos e características de um produto ou serviço responsáveis pela sua capacidade para satisfazer as necessidades/exigências do utilizador. De acordo com Nunes, Batista e Cardoso (2007), essa definição é muito abrangente e, no caso dos produtos alimentícios, pode-se considerar que a qualidade é determinada por diversos aspectos dos quais se destacam a higiene, valor nutricional e dietético, frescor, facilidade de utilização pelo consumidor, propriedades intrínsecas e disponibilidade.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado) (BRASIL, 1997b) considera que peixe fresco é “o produto obtido de espécimes saudáveis e de qualidade adequada ao consumo humano, convenientemente lavado e que seja conservado somente pelo resfriamento a uma temperatura próximo a do ponto de fusão do gelo”.

Os métodos para avaliação do frescor do pescado podem ser divididos em duas categorias: sensoriais e instrumentais. Sendo o consumidor o julgador final da qualidade, a maioria dos métodos químicos ou instrumentais deve ser correlacionada com uma avaliação sensorial (FAO, 1995). Corroborando com os estudos de Britto et al. (2007) que acredita na importância de se realizar estudos comparando análise sensorial, análise físico-químicas e microbiológicas, além de conhecer o ponto de rejeição do alimento.

Neste contexto, a avaliação do frescor tem grande importância durante a avaliação do pescado, principalmente pelo fato de serem muito perecíveis. Um dos métodos mais importantes para avaliar o frescor do pescado são os métodos sensoriais (BONILLA; SVEINSDÓTTIR; MARTINSDÓTTIR, 2007).

### **2.7.1. Perecividade**

Apesar da excelente qualidade nutricional, o pescado é um produto de alta perecividade, pois desde a sua captura as alterações se iniciam rapidamente, que limitam a sua maior produção, comercialização e consumo (PEDROSA-MENABRITO; REGENSTEIN, 1990; MEDEIROS, 2002).

O desenvolvimento de sinais de alterações do peixe (detecção de cheiros e sabores desagradáveis, formação de muco, produção de gás, coloração anormal, alterações na textura) ocorre devido a autólise, oxidação, atividade bacteriana ou ainda pela combinação desses três processos. A velocidade e o modo de deterioração dos peixes são afetados por muitos parâmetros, interferindo diretamente validade comercial desses peixes (FAO, 1995).

Os principais parâmetros intrínsecos que levam a rápida de deterioração do pescado fresco, estão relacionados com o teor de água intramuscular do pescado (cerca de 80%), o pH próximo da neutralidade, a pouca quantidade de tecido conjuntivo, que deixa vulnerável a musculatura aos ataques das enzimas endógenas e a ação microbiana, e ainda, a quantidade de proteases ácidas como as catepsinas e proteases neutras como as calpáinas, enzimas altamente digestivas que agem na decomposição de proteínas (OGAWA; MAIA, 1999; FAO, 1995).

Ainda a respeito da constituição química muscular, há de se destacar também o significativo nível de substâncias nitrogenadas livres como creatina, taurina, óxido de trimetilamina, anserina, aminoácidos livres derivados da purina, proporcionando a maior ação de substrato para ação de microrganismos (KIETZMANN et al., 1974).

Pode-se dizer que os fatores extrínsecos, responsáveis por facilitar a degradação do pescado estão relacionados ao tipo de captura, transporte e armazenamento. São necessários cuidados especiais, principalmente o rápido resfriamento, além de condições higiênicas de conservação e manipulação (GERMANO; GERMANO, 2003).

Segundo Ogawa e Maia (1999) devido à complexidade do processo de decomposição do pescado, torna-se inviável o uso de apenas um método para avaliar sua qualidade. A decomposição do pescado, seja qual for o seu grau e forma em que se desenvolve, pode ser comprovada por meios microbiológicos, físico-químicos e sensoriais.

### **2.7.2. A importância do gelo**

Segundo Machado (1984), o abaixamento da temperatura é um dos fatores mais importantes na conservação do pescado, pois a velocidade de proliferação das bactérias

depende em partes da temperatura, além da influência sobre a velocidade das reações químicas, que de modo geral são favorecidos pelo aquecimento.

O gelo vai atuar na redução da temperatura do pescado pelo contato direto, onde o calor do pescado é transferido para o gelo e pela água de fusão do gelo que ao derreter rouba calor do pescado e do ar ambiente ficando a água à mesma temperatura que o gelo que a originou. O gelo resfria rapidamente o pescado, é barato, portátil e ainda mantém a umidade destes, no entanto, a água utilizada para sua produção deve ser de boa qualidade (OETTERER, 2000).

Para resfriar e manter o peixe em condições de resfriamento são necessárias quantidades suficientes de gelo para reduzir a temperatura de 0 a 2°C e se manter nesta faixa. O gelo em pedaços é utilizado após moagem, o tamanho das partículas varia de acordo com o tamanho do peixe. Gelo muito grosseiro pode danificar mecanicamente o pescado (injúrias físicas), dilacerando os tecidos e possibilitando uma invasão bacteriana acelerada. No emprego do gelo com água a proporção de pescado e água é de 1:1 ou 2:1. (FERREIRA et al., 2002)

Durante a estocagem do pescado em gelo, o produto deve ser manipulado o mínimo possível. A média de resistência em gelo fica em torno de sete dias, sendo que certas espécies não resistem 48 h e outras, como a tilápia, podem resistir um tempo maior que sete dias, desde que seja devidamente eviscerada (TONONI, 2011). De acordo com Oetterer (2000) a vida útil média de um peixe a 0°C é de 8 dias, a 22°C de 1 dia e a 38°C de 1/2 dia.

## **2.8. Aspectos Microbiológicos do Pescado**

O pescado geralmente chega ao consumidor com carga microbiana elevada, composta por microrganismos tanto deteriorantes como patogênicos (ALMEIDA et al., 2002). E por ser um alimento altamente perecível exigindo cuidados com seu manuseio e processamento, desde a captura até a chegada na mesa do consumidor.

Procedimentos inadequados em qualquer fase de produção do pescado podem propiciar a contaminação da carne, como, uma manipulação incorreta pode propiciar a ruptura da cavidade abdominal ou exposição por longo tempo à temperatura ambiente; a filetagem utilizando utensílios contaminados e em mesas não higienizadas; Os próprios manipuladores, que entram em contato direto com o pescado usando roupas e instrumentos inadequados; O transporte sem nenhum cuidado com a manutenção da temperatura; A falta de refrigeração nos pontos de comercialização, que acelera os processos de deterioração do pescado. Logo, as características microbiológicas do pescado ao ser adquirido pelo consumidor refletem as condições higiênicas e sanitárias de todo o seu processamento (SOARES et al., 2011).

Os microrganismos são encontrados nas superfícies externas (pele e brânquias) e nos intestinos dos peixes vivos e recém capturados, que podem variar bastante em relação a sua quantidade e natureza (FAO, 1995). A microbiota existente sobre os peixes recém-capturados depende da espécie, dos seus hábitos alimentares e principalmente do ambiente, e o modo de captura (GRAM; MELCHIORSEN, 1996).

Os peixes capturados em águas frias e muito limpas transportam um número ligeiramente menor de bactérias em relação aos peixes capturados em águas com temperaturas mais elevadas (SHEWAN, 1962). Segundo Eiroa (1980), o tipo de captura também pode afetar a qualidade microbiológica do pescado, pois quando o peixe é capturado de rede de arrasto, normalmente carrega uma carga microbiana de 10 a 100 vezes maior do que aquele capturado de anzol, porque o arrasto agita os sedimentos que podem conter grande carga

bacteriana, ainda, com a movimentação o peixe pode ter o conteúdo intestinal rompido, espalhando o conteúdo intestinal.

A carne de peixes vivos ou recém capturados saudáveis é estéril como o sistema imunológico dos peixes impede as bactérias de crescimento na carne. Com a morte do peixe, ocorre o colapso do sistema imunológico e as bactérias passam a proliferar. Durante o armazenamento as bactérias da superfície da pele, seja associada naturalmente com o peixe, seja associada à contaminação durante o manuseio, proliferam e invadem a carne movendo entre as fibras musculares (EHIRA; UCHIYAMA, 1987; FAO, 1995).

Até ao correspondente de cinco ou seis dias em gelo, após a morte, os microrganismos não mostram uma grande capacidade para crescer nem para causar a degradação do pescado, pelo menos, quando comparada com a ação enzimática, conhecida como fase lag ou de latência. Passada esta fase, os microrganismos entram na chamada fase log ou logarítmica, ou seja, crescem de forma exponencial e passam a ser o principal motivo da degradação. Daqui em diante (após o sexto dia em gelo) os microrganismos vão ser sempre o principal motivo da degradação (VAZ-PIRES et al., 2008).

A taxa de deterioração é altamente dependente da temperatura e pode ser inibida através da utilização de baixas temperaturas de armazenamento. Em alguns casos, as alterações químicas, tais como auto-oxidação ou hidrólise enzimática da fração lipídica pode resultar em “off-flavors”, enquanto que em outros casos, a atividade enzimática do tecido pode levar a amolecimento inaceitável da musculatura (BRIONES et al. 2010).

A deterioração do peixe fresco está relacionada com a carga microbiana presente inicialmente, mas são as condições durante o armazenamento determinar quais as bactérias são responsáveis pela deterioração (LINTON; CLEMENTS; PATTERSON, 2003).

### **2.8.1. Bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas**

As contagens de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicrotróficas são utilizadas para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. Mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nas condições sensoriais, um número elevado de microrganismos indica que o alimento apresenta condições sanitárias insatisfatórias. Essas bactérias possuem um intervalo temperatura médias de crescimento entre 30 °C a 45 °C, e a alta contagem destes microrganismos em alimentos perecíveis podem indicar negligência durante o armazenamento em relação ao binômio tempo/temperatura (FRANCO; LANDGRAF, 2005). Estes mesmos autores descreveram que as Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicrotróficas são capazes de crescer entre 0 e 7 °C, com produção de colônias ou turvação do meio de cultura em sete a 10 dias.

A deterioração bacteriana em peixes refrigerados e produtos de pesca sob condições de armazenagem aeróbica são causadas por organismos psicrotróficos gram-negativos, tais como *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Flavobacterium* spp., e bactérias produtoras de H<sub>2</sub>S (incluindo *Shewanella putrefaciens*) (FAO, 1995).

A legislação brasileira não possui padrões para este tipo de produto, no que se refere a bactérias mesófilas, psicrotróficas. De acordo com a legislação internacional “International Commission on Microbiological Specifications for Foods” (ICMSF), o limite preconizado de 5 log UFC/g, como indicativo de boa qualidade e de 6 log UFC/g como qualidade aceitável.

Contagens bacterianas mesófilas e psicrotróficas elevadas são indicativo de contaminação durante a captura e beneficiamento podendo indicar condições relacionadas ao

frescor, levando a alterações organolépticas (SOARES et al., 2011). Quando estas alterações são detectadas no alimento, este, em geral, apresenta contagem superior a 6 log UFC/g.

O armazenamento sob refrigeração afeta os microrganismos de diferentes formas. Quando se diminui a temperatura de armazenamento dos alimentos, a atividade bacteriana declina e conseqüentemente, prolonga-se a validade comercial dos alimentos (HOBBS e ROBERTS, 1998).

## **2.9. Aspectos Químicos do Pescado**

Alterações químicas são as verificadas por análises químicas de compostos que sofrem modificações nas suas concentrações ao longo da degradação, seja na degradação ou na formação destes compostos, que estando relacionados com o desenrolar da degradação, podem servir de método indicador da qualidade (ou, pelo menos, de algumas “qualidades”) do pescado (VAZ-PIRES et al., 2008) e dentre os métodos para avaliar a qualidade de pescado, destacam-se a análise de pH e de bases voláteis totais (BVT).

### **2.9.1. Medidas de frescor: pH e BVT**

A degradação do pescado é um fenômeno complexo, onde muitos acontecimentos ocorrem simultaneamente e se influenciam mutuamente. No momento da morte interrompem-se a circulação sanguínea e os sistemas de defesa, interrompido o fluxo de oxigênio e a regulação normal do organismo vivo. Desde então, o ATP existente é gasto rapidamente, passando a utilizar reservas musculares de glicogênio como fonte energética, levando ao acúmulo de ácido láctico e pirúvico no tecido muscular, influenciando no pH da carne do pescado (OGAWA; MAIA, 1999; VAZ-PIRES et al., 2008). Segundo FAO (1995), diversos fatores influenciam na glicólise *post-mortem* e, conseqüentemente no pH, entre estes a espécie de pescado, o estado nutricional do peixe, a quantidade e grau de esgotamento no momento da morte. Com a perda do frescor, o pH tende a aumentar, devido ao metabolismo dos microrganismos produzindo compostos voláteis de baixo peso molecular provavelmente provenientes da degradação das proteínas (GRIGORAKIS, 2003).

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997a) o pescado considerado fresco é aquele cujo pH é inferior a 6,8 na carne externa e a 6,5 na carne interna.

A carne do pescado apresenta alto conteúdo de nitrogênio protéico e não protéico. As bases voláteis totais (BVT) são os compostos nitrogenados, como a amônia, trimetilamina, dimetilamina e outros compostos associados a deterioração do pescado. Num primeiro momento da deterioração, os níveis de bases voláteis totais são resultantes de processo autolítico, pois na hidrólise de proteínas, ocorre o desdobramento enzimático endógeno do oxido de trimetilamina (OTMA) e da creatina. A ascensão gradativa dos valores de BVT pode ser explicada a partir da decomposição bacteriana do produto (GRAM; FAO, 1995; BERAQUET; LINDO, 1985).

No entanto, o modo como evolui a deterioração e a produção de BVT podem variar entre as espécies, inclusive entre espécimes da mesma espécie (FAO, 1995). Ainda, de acordo com Morishita et al. (1989) fatores como idade, método localidade e cultura podem influenciar o conteúdo de compostos protéicos não nitrogenados no músculo de peixes, que por sua vez, podem afetar os níveis de BVT.

Os limites legais estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1997b), para o pescado ser considerado aceitável de 30mg de N/100g de carne.

Um recente estudo realizado na Itália, por Orban et al. (2011), avaliaram o estado de frescor de merluza européia (*Merluccius merluccius*) estocadas em gelo por 13 dias, levando em consideração a sazonalidade, foram realizadas análises no inverno e no verão e em espécimes de tamanhos diferentes. Os valores de BVT, em mg de N/100g de carne, no primeiro dia foram  $13,55 \pm 0,06$  (inverno)  $13,75 \pm 0,76$  (verão) para os peixes de grande porte e  $12,46 \pm 1,65$  (inverno) e  $10,44 \pm 0,46$  (verão) para os os peixes de tamanho pequeno, não variaram significativamente nem em relação a sazonalidade nem em relação ao tamanho dos peixes. Durante a estocagem os peixes capturados no inverno, independentemente do tamanho, mostrou ligeiro acréscimo em BVT, mas permaneceu com nível a baixo de 20 (mg de N/100g) durante todo o período. Por outro lado, no verão, os níveis de BVT da pescada aumentaram rapidamente e acentuadamente, ultrapassando 35 mg/100g aos 5° dia para os peixes de pequeno porte e 8° dia para aqueles de grande porte. Ainda, foi observado que o acréscimo foi mais acentuado para os peixes de menor tamanho.

Shakila, Vijayalakshim e Jeysekarana (2003) observaram grande variação nos teores de BVT para diferentes espécies de peixes (*Rastrelliger kanagurta*, *Sardinella fimbriata*, *Sphyraena barracuda*, *Nemipterus japonicus*, *Carangoides armatus* e *Lethrinus miniatus*) num mesmo período de estocagem. Neste contexto, Contreras-Guzmán (1994), Abadouche et al. (1996) associaram os diferentes resultados dos valores de BVT às diferentes concentrações de OTMA encontrados em espécies diferentes. Ambos os estudos colocaram em questão a utilização de um padrão específico para todas as espécies e concluíram a produção desse composto não pode ser utilizada como indicador universal de qualidade.

## 2.10. Aspectos Sensoriais do Pescado

De acordo com a Portaria 185 (BRASIL, 1997b), o pescado fresco inteiro ou peixes eviscerados frescos, aptos para consumo humano, devem apresentar as seguintes características organolépticas: as escamas devem estar unidas entre si e fortemente aderidas à pele, devem ser translúcidas e com brilho metálico e não devem ser viscosas. Os olhos devem ocupar a cavidade orbitária e ser brilhantes e salientes. O opérculo deve estar rígido e oferecer resistência à sua abertura, sua face interna deve ser nacarada, os vasos sanguíneos cheios e fixos. As brânquias de cor rosa ao vermelho intenso, úmidas e brilhantes. O abdome deve estar tenso, sem diferença externa com a linha ventral. A sua evisceração, o peritônio deverá apresentar-se muito bem aderido às paredes, as vísceras inteiras, bem diferenciadas, brilhantes e sem dano aparente. Os músculos, aderidos aos ossos fortemente e de elasticidade marcante. Odor, sabor, cor são característicos da espécie que se trate.

O mesmo regulamento descreve como pescado impróprio para o consumo, e sujeitos a condenação e transformados em subprodutos não comestíveis, aqueles com aspecto repugnante, mutilado, traumatizado ou deformado, que apresente coloração, cheiro ou sabor anormal (BRASIL, 1997b).

O "Institute of Food Science and Technology" (IFT), define a Análise Sensorial como uma disciplina usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, assim como elas são percebidas pelos órgãos da visão, gosto, tato e audição.

Segundo Nunes, Batista e Cardoso (2007), os métodos físicos, químicos, bioquímicos e microbiológicos são muito utilizados e atraentes pela sua objetividade, mas na sua maioria são demorados, destrutivos, dispendiosos e nem sempre demonstram as alterações do pescado

como são percebidas, neste contexto, os métodos sensoriais vem se mostrando uma solução a estes problemas, por serem efetuados de maneira rápida e fácil, além de possuírem os resultados de fácil entendimento. Estes autores ainda acreditam que pelo fato dos métodos sensoriais possuírem uma natureza subjetiva, são necessárias a adoção de critérios de avaliação harmonizados e a participação de provadores treinados e familiarizados com os produtos da pesca e com os critérios de avaliação usados.

### 2.10.1. Método do Índice de Qualidade

O esquema conhecido como “Quality Index Method” (QIM), traduzido para o português como o Método do Índice de Qualidade (MIQ), originalmente desenvolvido por Bremmer (1985) na “Tasmanian Food Research Unit” hoje conhecida como “Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation” (CSIRO) na Austrália, baseia-se na avaliação objetiva dos principais atributos sensoriais de cada espécie de peixe, através de um sistema pontos de demérito. Método promissor, não destrutivo, que proporciona ao usuário (produtores, compradores, vendedores e revendedores) a utilização de uma medida de frescor confiável e padronizado do produto (MARTINSDÓTTIR et al., 2001; HYLDIG, 2011).

O método tomou grande importância na Comunidade Européia como uma medida alternativa para ultrapassar as dificuldades encontradas nas tabelas sensoriais (“Esquema EU”, CEE - Regulamento n.º 103/76) de avaliação do pescado fresco, as quais fazem uso de três níveis de qualificação: E - extra, com alta qualidade; A - boa qualidade; B – satisfatória, não levando em conta as diferenças biológicas entre as espécies, gerando grande deficiência (NUNES; BATISTA, 2004; NUNES; BATISTA; CARDOSO, 2007).

Como vantagem em relação aos métodos tradicionais de análise sensorial, o MIQ permite levantar informações específicas sobre a condição do peixe durante o armazenamento sem deixar de considerar as diferenças entre as espécies de pescado (MARTINSDÓTTIR et al., 2001).

O desenvolvimento de uma aliança estratégica, entre os institutos europeus de pesca, chamada “QIM-EUROFISH”, foi de suma importância para a globalização do método, principalmente com a publicação de um manual em diversas línguas com o esquema MIQ de 13 espécies. Atualmente é o método mais utilizado em indústrias e pelo serviço de inspeção da Europa. Algumas recentes publicações a cerca do tema foram: *Trachurus trachurus* (BEDIANI et al., 2009), *Dicentrarchus labrax* (DI TURI et al., 2009 e MAJOLINI D. et al 2009), *Micropogonias furnieri* (TEIXEIRA et al., 2009), *Megalobrama amblycephala* (YONGLING SONG et al., 2010), *Sparus aurata* (SIMAT et al., 2011; CAMPUS et al., 2011).

O MIQ é baseado na avaliação visual e olfativa de certos atributos do peixe, principalmente a aparência dos olhos, pele e brânquias, juntamente com o odor e textura, através de um sistema de classificação por pontos de demérito, de 0 a 3 (SVEINSDÓTTIR et al., 2003). A pontuação de todos os atributos é somada para dar uma pontuação global sensorial, o chamado Índice de Qualidade (IQ) e quanto menor a pontuação, mais fresco o peixe. (NUNES; BATISTA, 2004). Neste sistema todos os atributos são avaliados em cada peixe seguindo a mesma ordem, além de que não é dada maior importância a nenhum aspecto em particular e, portanto, a avaliação não é baseada em apenas um único atributo (MARTINSDÓTTIR et al., 2001).

Além da avaliação da qualidade do pescado em questão, a previsão da validade comercial da espécie estudada, com a vantagem de ser barato, simples, requerer pouco

treinamento em relação aos outros métodos e não destruir a amostra (SVEINSDOTTIR et al., 2003; BONILLA; SVEINSDOTTIR; MARTINSDÓTTIR et al., 2007).

Portanto, o MIQ, através do qual uma análise sensorial realizada de forma sistemática e segura pode ser utilizada como um método de análise de qualidade verdadeiramente objetivo (MARTINSDÓTTIR et al., 2001).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria-Prima e Acondicionamento

Três lotes do peixe olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) foram capturados através de anzol entre o período de maio a outubro de 2011, na região de Grumari, Rio de Janeiro – RJ totalizando 44 espécimes com características homogêneas de peso (média de  $330.67 \pm 80.53$ g) e tamanho (média de  $27.9 \pm 6.3$  cm).

Na embarcação, os peixes capturados foram acondicionados em recipientes isotérmicos de poliestireno expandido com gelo. Imediatamente ao desembarque, cerca de quatro horas após a captura, os exemplares foram submetidos, sob condições higiênicas, a evisceração e lavagem. Durante o transporte, tempo máximo de duas horas, até o Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro – RJ, os exemplares foram novamente acondicionados em recipientes isotérmicos contendo gelo.

Ao chegar ao laboratório, os peixes foram novamente lavados, pesados, mensurados, e separados de forma homogênea em grupos de acordo com as análises previstas. Os recipientes fechados contendo gelo onde foram acondicionados foram mantidos em refrigerador doméstico com temperatura controlada ( $0^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

O gelo utilizado no experimento foi filtrado picado e fabricado na própria Embrapa Agroindústria de Alimentos, em condições adequadas de potabilidade da água. O gelo permaneceu em contato direto com o peixe, para que a pele se mantivesse úmida e à temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ . O gelo era trocado de acordo com a necessidade, geralmente em um intervalo de dois dias e a proporção de gelo utilizada durante o armazenamento foi de 2:1 (g de gelo/ g de peixe).

As sessões de análise sensorial, as análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas num intervalo de dois e três dias até a completa deterioração, especificamente nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 21 de estocagem em gelo. As análises de textura e cor instrumentais foram realizadas nos dias 0, 4, 9, 14, 18, 21.

#### 3.2. Análise Sensorial pelo Método MIQ

Para o desenvolvimento do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para o olho-de-cão fez-se necessária a participação de uma equipe de julgadores pré-selecionados. Os julgadores selecionados apresentaram experiências prévias em análises sensoriais descritivas e hábitos de compra para o consumo de peixes frescos inteiros.

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análises Sensoriais da Embrapa Agroindústria de Alimentos, de acordo com a metodologia proposta por Martinsdóttir et al. (2001). O laboratório foi munido de iluminação adequada, tanto natural quando artificial, e ainda ventilação natural e forçada. Cabe lembrar, que durante as avaliações, os julgadores (um grupo formado por nove pessoas de ambos os sexos com faixa etária entre 26 e 50 anos) fizeram uso de jalecos, tocas e luvas; além disso, foram instruídos a manipular o pescado apenas quando necessário. Previamente as sessões de análise sensorial o

projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) vinculado a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), sob número 450/11.

De cada lote capturado, três amostras foram escolhidas aleatoriamente e numerados com códigos numéricos de três dígitos. Foram realizadas duas sessões de treinamento e uma sessão de análise do protocolo final, todos durante os dias 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18 e 21 relativos aos dias de estocagem no gelo. Para as sessões, os exemplares eram retirados do gelo meia hora antes e expostos em bandejas brancas. Com o auxílio da lanterna os julgadores realizaram a análise geral visual e olfativa correlacionando com estado de conservação.

### **3.2.1. Treinamento**

A primeira etapa para o desenvolvimento do esquema consistiu no treinamento dos julgadores. Foram realizados dois treinamentos, nos dois primeiros lotes capturados, onde 3 peixes eram avaliados individualmente. O primeiro treinamento teve como objetivo a familiarização com a espécie e a descrição, em detalhes, das alterações na aparência ao longo da estocagem em gelo até a completa putrefação.

Com auxílio dos procedimentos descritos por Martinsdóttir et al. (2001), no que diz respeito ao aspecto geral, foi observado a presença e intensidade do brilho, e a caracterização das cores da pele. A firmeza foi avaliada pressionando o dedo (firmemente mais não com muita força) na região dorsal e observando a velocidade de recuperação do músculo. Para avaliar os olhos evitou-se tocá-los com os dedos, percebendo-se a cor e a transparência da córnea. O formato dos olhos foi avaliado olhando de lado para estes. A cor tanto da pupila quanto da íris foi avaliada olhando perpendicularmente para os olhos. As brânquias foram avaliadas levantando os opérculos, avaliando sua coloração e cheirando o arco branquial, evitando-se manipulação excessiva, alteração no seu aspecto e contaminação. No abdômen eviscerado, foi avaliado a cor da carne e o odor no seu interior.

Neste momento, foram descritas as alterações de cada critério ao longo da estocagem. Os julgadores puderam fazer uso de uma escala de cores e um esquema ilustrativo de possíveis formatos de olhos no acompanhamento dos parâmetros cor e formato. Também foi permitida a livre comunicação entre os julgadores, principalmente para facilitar um consenso com relação às características descritas, sempre orientados por um líder experiente no controle da discussão que permitia a todos expressarem seus pontos de vista.

Após a primeira estocagem, em que todos os atributos foram listados e descritos em detalhes, foram definidos e agrupados os atributos que melhor caracterizaram as alterações sensoriais durante o período de estocagem. Esses resultados foram montados em um esquema preliminar do MIQ, chamado por alguns autores de rascunho do MIQ.



**Figura 03** Treinamento dos julgadores: (a) parte da equipe reunida; (b) detalhe da abertura do opérculo para análise de odor nas brânquias.

A segunda fase do treinamento transcorreu similarmente a primeira, e nesta etapa foi aplicado o rascunho do esquema MIQ ao longo da estocagem. Neste momento, alguns pontos foram modificados como, por exemplo, os odores de ranço e amoniacal, que passaram a ser listados juntos porque apareciam simultaneamente em alguns peixes.

A partir dos atributos e da evolução de suas características estabelecidas pela equipe de julgadores, o líder desenvolveu o esquema finalizado, denominado Protocolo de Qualidade para o olho-de-cão eviscerado, o qual foi apresentado aos julgadores junto com uma sessão de fotos, objetivando a concretização da tabela.

### 3.2.2. Aplicação do protocolo

Esta etapa se sucedeu no último lote de peixes capturados. O protocolo foi aplicado até a completa deterioração do peixe, nos mesmos intervalos de tempo. Porém, diferentemente dos treinamentos, onde os exemplares foram avaliados individualmente pelos julgadores, nesta etapa, três exemplares foram expostos para serem avaliados de forma conjunta, para simular uma análise de lote. Os julgadores que participaram desta etapa foram os mesmos do treinamento e não foi permitida a comunicação entre eles.

### 3.3. Análises Bacteriológicas

As análises de Contagem Total de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (BHAM) e Psicotróficas (BHAP) foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos e a metodologia para coleta e execução das análises seguiu as recomendações da APHA (2001).

Nos intervalos supramencionados, um peixe inteiro foi encaminhado ao laboratório, totalizando 10 amostras de olho-de-cão. Uma porção representativa de 25g de carne foi retirada assepticamente da região antero-dorsal, homogeneizadas com 225 ml de água peptona em equipamento stomacher blender (Nova Ética, 130/1, São Paulo, Brazil). Depois de realizadas as diluições seriadas  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , 0,1ml foi semeado por “Spread-Plate” (espalhamento na superfície do meio com o auxílio da alça “Drigalski”) em duplicata nas placas de Petri contendo Ágar de Contagem Padrão (Plate Count Agar DIFCO™).

O meio de cultura desidratado foi preparado conforme as instruções de fabricação, ajustado pH, aquecido até completa dissolução e esterilizado em autoclave.

Para as contagens de microrganismos mesófilos as placas de Petri foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica incubadora (Marconi - MA 415/s, Piracicaba, SP, Brasil) a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24 a 48 horas. Para a contagem de microrganismos psicotróficos as placas invertidas foram incubadas em aparelho refrigerador, a  $7 \pm 1^\circ\text{C}$  por 7- 10 dias.

Terminado esse período, era realizada a contagem manual (visual) das unidades formadoras de colônias das amostras. Para contagem selecionou-se as placas que tinham entre 25 e 250 colônias. Para chegar ao resultado, a média aritmética das contagens foi multiplicada pelo fator de diluição e por 10 (correção do volume para 1 ml) expressando assim um resultado em UFC/g.

### **3.4. Análises Físico-Químicas**

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Agroindústria de Alimentos, exceto as análises de textura e cor instrumentais que foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental, e as análises de BVT, realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da faculdade de veterinária da Universidade Federal Fluminense.

#### **3.4.1. Análises de composição centesimal**

As análises de composição centesimal foram realizadas em duplicata a partir de um “pool” de três exemplares no primeiro dia e de outros três no último dia do período de armazenamento em gelo, coletados da musculatura da região antero-dorsal.

##### *Umidade*

Esta análise foi realizada em estufa à vácuo (SOLAB, Piracicaba, SP, Brasil, com regulador de pressão e temperatura) de acordo com o método gravimétrico nº 252.08 da AOAC (2010) nas condições de temperatura e pressão de  $70^\circ\text{C}$  e 660mmHg ocorreu a evaporação da água presente na amostra, até peso constante.

##### *Cinzas*

A metodologia utilizada foi de acordo com o método gravimétrico nº 923.03 da AOAC (2010). Ocorreu a incineração da matéria orgânica, em forno tipo mufla (JUNG - J 100, Blumenau, SC, Brasil) a  $550^\circ\text{C}$ , até peso constante.

##### *Proteína*

O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl nº 2001.11 da AOAC (2010) com fator de conversão de Nitrogênio total para proteína de 6,25. Ocorreu a digestão da matéria orgânica, em um sistema de digestão (Tecnal - 040 125, Piracicaba, SP, Brasil), pelo ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) na presença do catalisador sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), onde o nitrogênio foi transformado em sal amoniacal. Na destilação (Destilador de Nitrogênio,

Tecnal-0363, Piracicaba, SP, Brasil) a amônia ( $\text{NH}_3$ ) é liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido e recebida numa solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) de volume e concentração conhecidos, para obtenção do borato de amônio  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{BO}_3$ . Na titulação determinou-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com hidróxido.

#### *Lipídios*

A determinação dos lipídios totais ocorreu por hidrólise ácida pelo método nº 922.06 da AOAC (2010). Ocorreu a hidrólise prévia da amostra por ácido clorídrico, seguida da secagem, extração com éter de petróleo e remoção do solvente por evaporação (rota- evaporador 60°C, Büchi, Suíça) e quantificação do resíduo obtido.

#### **3.4.2. Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH)**

As análises de pH foram procedidas em duplicata nos intervalos supracitados em potenciômetro (Titulador automático Metrohm, Basic Titrino – 794, São Paulo, SP, Brasil) previamente calibrado, operando de acordo com as instruções do manual do fabricante, segundo método N° 981.12 – AOAC (2005). Foram homogeneizadas 10g de músculo em 100 ml de água destilada até as partículas ficarem uniformemente suspensas e então, realizada a aferição direta.

#### **3.4.3. Determinação de bases voláteis totais (BVT)**

A quantificação de bases voláteis totais - BVT foi realizada pelo método da Microdifusão em Placa de Conway, de acordo com Manual do Laboratório Nacional de Referência Nacional – LANARA (BRASIL, 1981). O nitrogênio volátil presente extrato do pescado, que foi liberado graças a ação do carbonato de potássio, difundiu-se numa solução de ácido bórico que posteriormente sofreu uma titulação com ácido clorídrico.

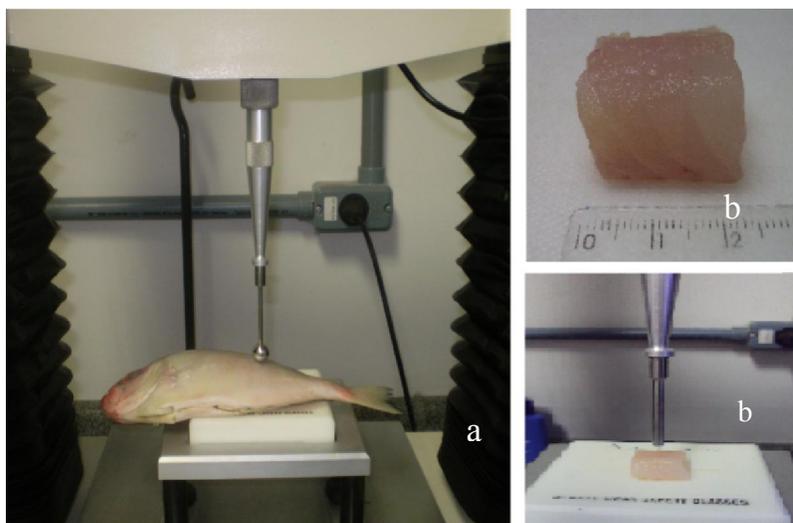
#### **3.4.4. Análise de textura instrumental**

Para acompanhar a firmeza instrumental do músculo do peixe ao longo da estocagem foi utilizado o analisador de textura modelo TA.Hdi (Stable Micro System, Goldalming, Inglaterra), que possui interface com o programa “Texture Expert Excelld”. As medições foram realizadas nos filés e nos peixes inteiros, na região antero-dorsal e nos intervalos 0, 4, 9, 14, 18, 21 referentes aos dias de estocagem, seguindo a metodologia proposta por Majolini et al. (2009) com modificações. Para as análises nos filés, dois peixes foram retirados do gelo com meia hora de antecedência, filetados e retiradas peças nas dimensões de 15mm espessura, 20mm de largura e comprimento. Utilizou-se probe cilíndrico (P/5) de 5mm de diâmetro. As peças foram posicionadas centralmente na base do equipamento e atingidos pelo probe paralelamente a orientação das fibras musculares.

A análise de firmeza em peixes inteiros ocorreu sobre a pele na região mais espessa do músculo epaxial (região antero-dorsal), com a utilização do probe esférico (P/05s) de 5mm de

diâmetro, durante os intervalos mencionados supracitados. Três peixes inteiros foram escolhidos aleatoriamente no primeiro dia de estocagem, codificados, e a cada dia de análise retirados do gelo com meia hora de antecedência e avaliados em duplicata e novamente acondicionados. Objetivando simular a compressão realizada manualmente e reduzir os danos causados as fibras musculares, foi utilizada baixa velocidade e menor distância de compressão.

O equipamento foi operado com força máxima da célula de carga de 50 kg, velocidade do pré-teste 1,50 mm/s; velocidade do teste 1,0 mm/s; velocidade do pós-teste 1,0 mm/s, e distância de penetração de 5,0mm tanto no filé quanto no peixe inteiro.

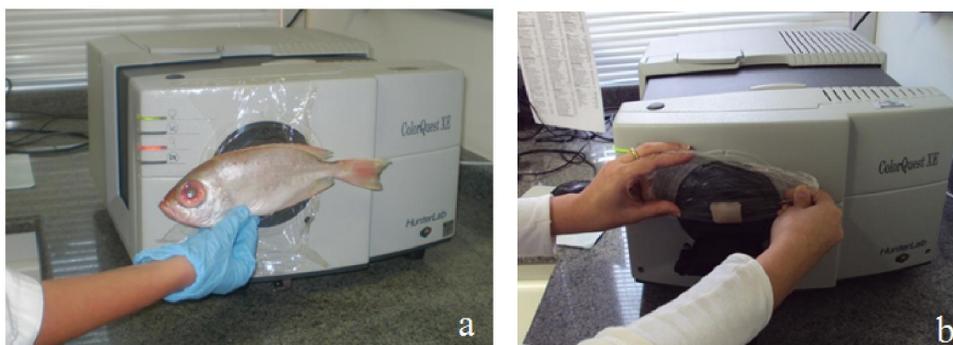


**Figura 04** Análise de textura instrumental em olho-de-cão: (a) análise do peixe inteiro; (b) análise do filé.

### 3.4.5. Análise de cor instrumental

O efeito do tempo de estocagem sobre a cor dos filés e sobre a cor da pele foi investigado instrumentalmente seguindo a metodologia proposta por Pavlidis, Papandroulakis e Divanach (2006) com modificações, houve a necessidade de envolver as amostras com papel filme, devido a metodologia analítica do próprio laboratório. As amostras foram aferidas com o emprego do espectrofotômetro Color Quest XE (HunterLab, USA) usando Sistema CIELCh, abertura de 10 mm de diâmetro, que por reflectância realizou a leitura dos parâmetros: L\* indica luminosidade, que varia de 100 (branco perfeito) a zero (preto perfeito); a\* indicando tonalidade vermelha quando positivo, cinza quando zero e esverdeado quando negativo; b\* indicando tom amarelo quando positivo, cinza quando zero e azul quando negativo; C\* intensidade de cor, Chroma  $(a^*^2 + b^*^2)^{1/2}$  em um sistema de coordenadas polares; e H° ângulo hue  $(b^*/a^*)$  em um sistema de coordenadas polares, para cada amostra.

Os filés e os peixes amostrados para a análise de cor instrumental foram os mesmos utilizados nas análises de textura, que eram avaliados primeiramente pela cor e posteriormente pela textura. Os filés foram analisados em duplicata e os peixes inteiros em triplicata. A leitura nos peixes inteiros foi realizada, sobre a pele na região dorsal.



**Figura 05** Análise de cor instrumental em olho-de-cão: (a) análise do peixe inteiro; (b) análise do filé.

### 3.5. Tratamento Estatístico

Todos os resultados foram submetidos a cálculos de valores de tendência central (média aritmética e desvio padrão) no Microsoft Excel 2007. Também foi aplicada a análise de variância simples (One Way ANOVA) na amostra, em delineamento inteiramente casualizado, seguida de teste de médias de Fisher (LSD) no nível de 5% de significância, exceto nos resultados da análise sensorial, que foram submetidos a análises de regressão em modelo linear. Análises de regressão em modelo linear também foram realizadas nos resultados das análises bacteriológicas e de firmeza instrumental.

Análise Multivariada de Componente Principal (ACP) foi realizada a partir dos dados não ajustados. Na ACP, em matriz de covariância, as linhas foram referentes às médias dos atributos sensoriais do esquema MIQ e as colunas aos tratamentos, ou seja, dias de estocagem em gelo.

O modelo matemático para a cinética de reação do pH, BVT, e do ângulo hue, foram analisados quanto à ordem de reação e calculadas as respectivas constantes de reação (K), coeficiente de correlação linearizada ( $R^2$ ), e o valor do desvio percentual médio (P), precedido segundo Labuza et al. (1997) e definido pelo método de estimação linearizada (ou não linearizada). Para a determinação da ordem de reação e sua constante de velocidade, foram plotados os valores de teor das respectivas análises versus tempo de armazenamento, e realizada a regressão linear desses valores. A inclinação obtida na regressão linear, de cada tratamento, corresponde aos valores de k (constante de velocidade da reação).

Os resultados das análises físicas e químicas e das análises bacteriológicas foram submetidos à análise de Correlação de Pearson, objetivando verificar a sua correlação com a pontuação de Índice de Qualidade obtido do esquema MIQ desenvolvido.

Todos os testes estatísticos foram realizados a partir do software estatístico Statistica 7.0 (STATSOFT Inc., 2004).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise Sensorial

O Protocolo desenvolvido para o olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) cru eviscerado (Tabela 03 e Anexo A) apresentou quatro grandes critérios de qualidade divididos em onze atributos sensoriais. Esses parâmetros foram: Aspecto Geral (brilho, cor da pele e firmeza da carne); Olhos (formato e cor da íris e cor da pupila); Brânquias (cor e odor); Abdômen (relacionado com a cor e odor da carne do interior cavidade abdominal) e Nadadeiras (elasticidade, umidade e cor). Durante a aplicação do protocolo, os julgadores avaliaram todos os parâmetros incluídos no esquema sem determinar quais os parâmetros eram mais importantes. Para cada atributo de qualidade foi dada uma pontuação de demérito que variou de 0 a 2 ou 0 a 3 (no caso do odor das brânquias e abdômen) somando um total de 24 pontos de demérito, designado de Índice de Qualidade (IQ).

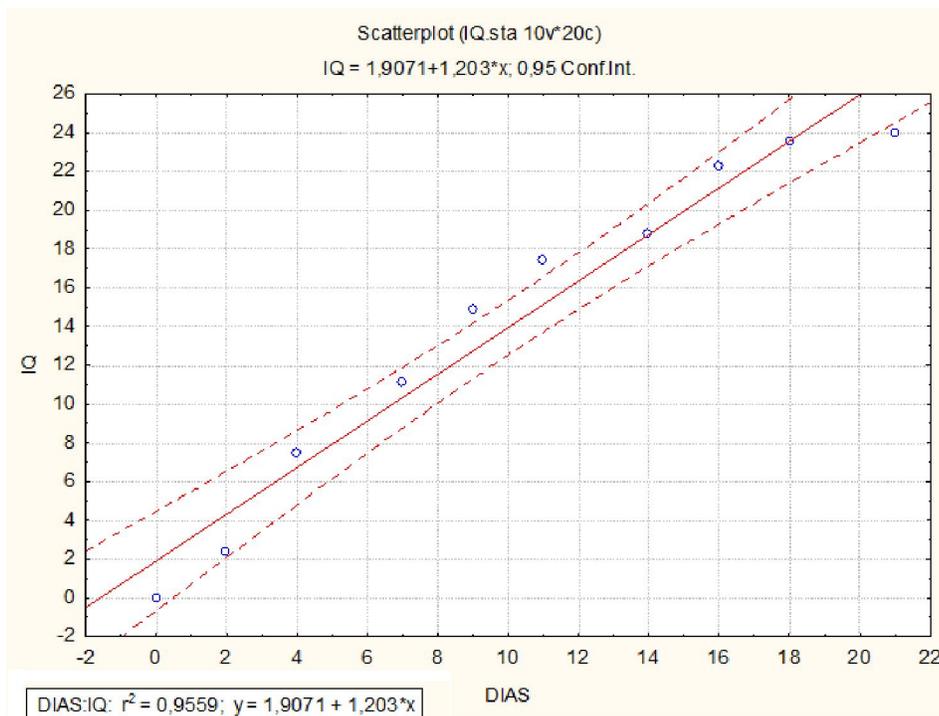
Semelhante ao protocolo estabelecido nesse estudo para o olho-de-cão, Sveinsdóttir et al. (2002) também finalizaram o protocolo para o salmão (*Salmo salar*) com onze parâmetros sensoriais de qualidade e pontuação máxima possível de 24. Rehbein et al. (1994) apresentaram um esquema MIQ para o peixe-vermelho (*Sebastes mentella/marinus*), que, embora não pertença a mesma família, possui características morfológicas semelhantes ao do olho-de-cão, totalizou 23 pontos de demérito e com alguns parâmetros diferentes, como por exemplo, a presença e característica de muco nas brânquias e também o aspecto do sangue na cavidade abdominal. Recentemente, Sant'Ana, Soares e Vaz-Pires (2011) desenvolveram um esquema para o goraz (*Pagellus bogaraveo*) que incluiu 6 critérios de qualidade, incluindo características de resistência da boca e aspecto da região anal, com 14 atributos sensoriais, somando 30 pontos de demérito.

**Tabela 03.** Esquema MIQ para o olho-de-cão (*P. arenatus*) eviscerado.

<b>Parâmetros de Qualidade</b>	<b>Descrições</b>	<b>Pontos</b>		
<b>ASPECTO GERAL</b>	<b>BRILHO</b>	Brilho intenso	0	
		Pouco Brilho	1	
		Sem brilho	2	
	<b>COR DA PELE</b>	Vermelha	0	
		Vermelha com manchas brancas	1	
		Tom esbranquiçado predominante	2	
	<b>FIRMEZA</b>	Elástica	0	
		Ligeiramente amolecida	1	
		Muito amolecida	2	
<b>OLHOS</b>	<b>FORMATO</b>	Convexa	0	
		Plana	1	
		Côncava, afundada	2	
	<b>ÍRIS</b>	Vermelho brilhante	0	
		Rosada	1	
		Amarelada/ Esverdeada	2	
	<b>PUPILA</b>	Preta, límpida e translúcida	0	
		Cinza, enevoada e opaca	1	
		Branca leitosa	2	
<b>BRÂNQUIAS</b>	<b>COR</b>	Vermelho vivo	0	
		Vermelho pálido	1	
		Amarelada	2	
		Marrom	3	
	<b>ODOR</b>	Característico de peixe fresco	0	
		Maresia	1	
		Amoniacal/ Ranço	2	
		Pútrido	3	
<b>ABDÔMEN</b>	<b>COR</b>	Amarelo claro	0	
		Amarelo escuro/ acastanhado	1	
	<b>ODOR</b>	Característico de peixe	0	
		Maresia	1	
		Amoniacal/ Ranço	2	
		Pútrido	3	
	<b>NADADEIRAS</b>	<b>APARÊNCIA</b>	Úmidas, elásticas com tom vermelho predominante	0
			Pouco umidificadas, pouco elásticas e amareladas	1
Secas, sem elasticidade, tom amarela predominante			2	
<b>Índice de Qualidade</b>		<b>0- 24</b>		

O objetivo do desenvolvimento do MIQ para várias espécies é a obtenção de uma relação linear em que o Índice de Qualidade aumente com o tempo de armazenagem em gelo (MARTINSDÖTTIR et al., 2001). O esquema desenvolvido mostrou bom resultado com relação as mudanças ocorridas no olho-de-cão durante o armazenamento em gelo. O Índice de Qualidade cresceu como era esperado, do primeiro ao último dia de experimento, mostrando

uma alta correlação linear ( $R^2 = 0,9559$ ) com o tempo de estocagem. Sua evolução pode ser expressa pela equação  $IQ = 1,9071 + 1,203 \times \text{dias em gelo}$  (Figura 06). Essa correlação linear também foi descrita por Sant'Ana, Soares e Vaz-Pires (2011), Majolini et al. (2009) e Sykes et al. (2008), respectivamente em estudos com goraz (*Pagellus bogaraveo*) ( $R^2 = 0,957$ ), robalo (*Dicentrarchus labrax*) ( $R^2 = 0,95$ ) e choco (*Sepia officinalis*) ( $R^2 = 0,9866$ ).



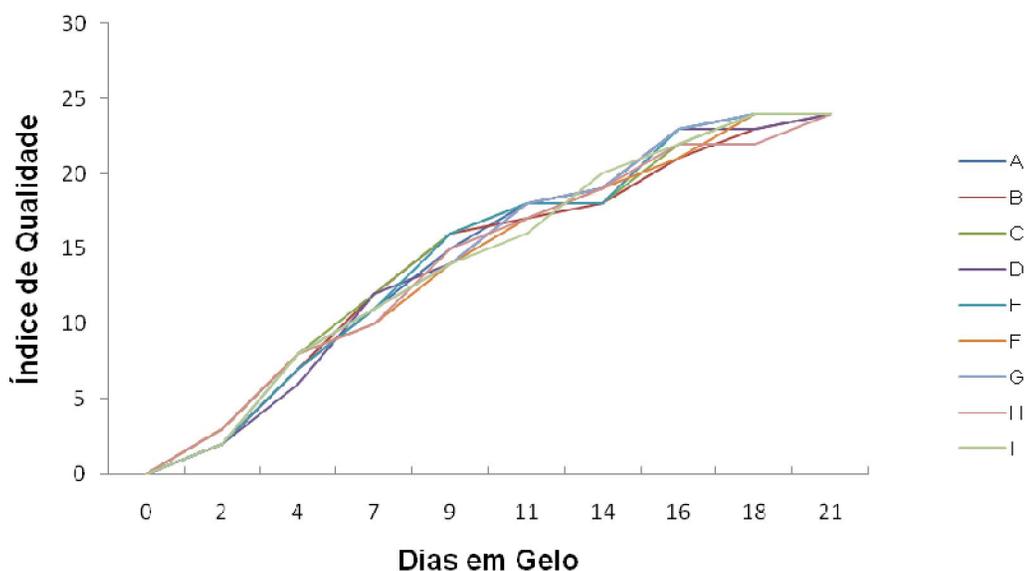
**Figura 06.** Modelo de regressão linear de 24 pontos de demérito do esquema MIQ desenvolvido para o olho-de-cão durante a estocagem em gelo. Linhas tracejadas representam os limites de confiança de 95% da regressão.

A performance individual dos julgadores foi analisada e está apresentada na Tabela 04. Observou-se em linhas gerais que os resultados obtiveram um baixo desvio padrão, sugerindo pouca variação entre os membros da equipe na avaliação das amostras de olho-de-cão e indicando que as sessões de treinamento foram suficientes na formação de uma equipe consistente (Figura 07). Os resultados de Sveinsdottir et al. (2002) apresentaram-se semelhantes. No entanto, Oliveira et al. (2009), ao desenvolverem o esquema MIQ para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado, perceberam um menor ajuste entre os resultados dos julgadores nos dias 8 e 14 de estocagem em gelo, considerado um período de difícil avaliação por ser um período intermediário entre o aceitável e o inaceitável.

**Tabela 04.** Valores do Índice de Qualidade (IQ) de cada julgador por dia de estocagem em gelo.

Dias	Julgador									Média ± DP
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ± 0.0
2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2 ± 0.5
4	7	7	8	6	7	8	8	8	8	7 ± 0.7
7	11	12	12	12	11	10	11	10	11	11 ± 0.8
9	15	16	16	14	16	14	14	15	14	15 ± 0.9
11	18	17	18	18	18	17	18	17	16	17 ± 0.7
14	19	18	18	19	18	19	19	19	20	19 ± 0.7
16	23	21	22	23	23	21	23	22	22	22 ± 0.8
18	24	23	24	23	24	24	24	22	24	24 ± 0.7
21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24 ± 0.0

DP = Desvio Padrão



**Figura 07.** Representação gráfica apresentando o consenso da equipe de julgadores na avaliação sensorial da qualidade (IQ) do peixe olho-de-cão durante estocagem em gelo.

No presente estudo, a aplicação do esquema MIQ mostrou que todos os atributos analisados tiveram um aumento linear e foram altamente correlacionados ( $R^2 > 0,80$ ) com o tempo de estocagem, como pode ser observado na Tabela 05. A evolução de cada atributo de qualidade e a sua pontuação de IQ estão dispostos em representações gráficas, na Figura 09, em função do tempo de armazenagem em gelo. Mais adiante, da Figura 10 a Figura 14, estão dispostas as imagens fotográficas referentes aos atributos de qualidade avaliados.

**Tabela 05.** Valores médios de IQ para os atributos de qualidade avaliados pelo esquema MIQ para olho-de-cão (*P. arenatus*) eviscerado e suas correlações com o tempo de estocagem em gelo.

Atributos	Pontos	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 7	Dia 9	Dia 11	Dia 14	Dia 16	Dia 18	Dia 21	Correlação (R <sup>2</sup> )
BR	0-2	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	0.89
CP	0-2	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	0.81
FR	0-2	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	0.89
FO	0-2	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	0.8
CI	0-2	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	0.9
CPU	0-2	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0.98
CB	0-3	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	0.93
OB	0-3	0	0	1	2	2	2	2	3	3	3	0.96
CA	0-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0.81
OA	0-3	0	0	0	1	2	2	2	2	3	3	0.94
AN	0-2	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0.98
<b>IQ*</b>	<b>0-24</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>0.96</b>

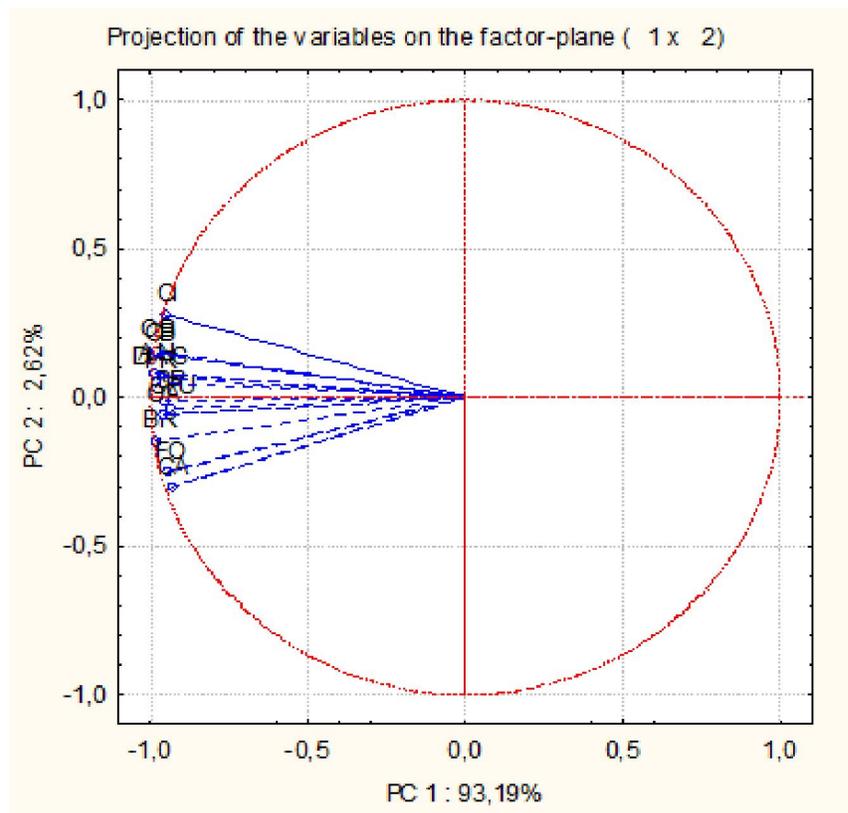
IQ - Índice de Qualidade; BR - brilho; CP - cor da pele; FR - firmeza; FO - formato do olho; CI - cor da íris; CPU - cor das pupilas; CB - cor das brânquias; OB - odor das brânquias; CA - cor do abdômen; OA - odor do abdômen; AN - aparência das nadadeiras

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada a partir dos Índices de Qualidade (IQ) médios dos onze atributos sensoriais obtidos da aplicação do esquema MIQ em olho-de-cão durante 21 dias de estocagem em gelo (Tabela 06). Os resultados mostraram que a soma dos dois componentes principais contribuíram com 95,8130% das informações totais dadas pelos 24 pontos de deméritos do esquema MIQ. O primeiro componente (PC1) explicou a maioria das variações (93,19%) dos atributos, enquanto que o segundo componente (PC2) contribuiu com 2,62%. Todas as variáveis (atributos) apresentaram correlações altas com o primeiro componente principal, acima de 0,93. Parâmetros mais importantes (acima de 0,98) para PC1 foram aparência das nadadeiras (NA), odor das brânquias (OB), brilho (BR), firmeza (FR) e cor das brânquias (CB).

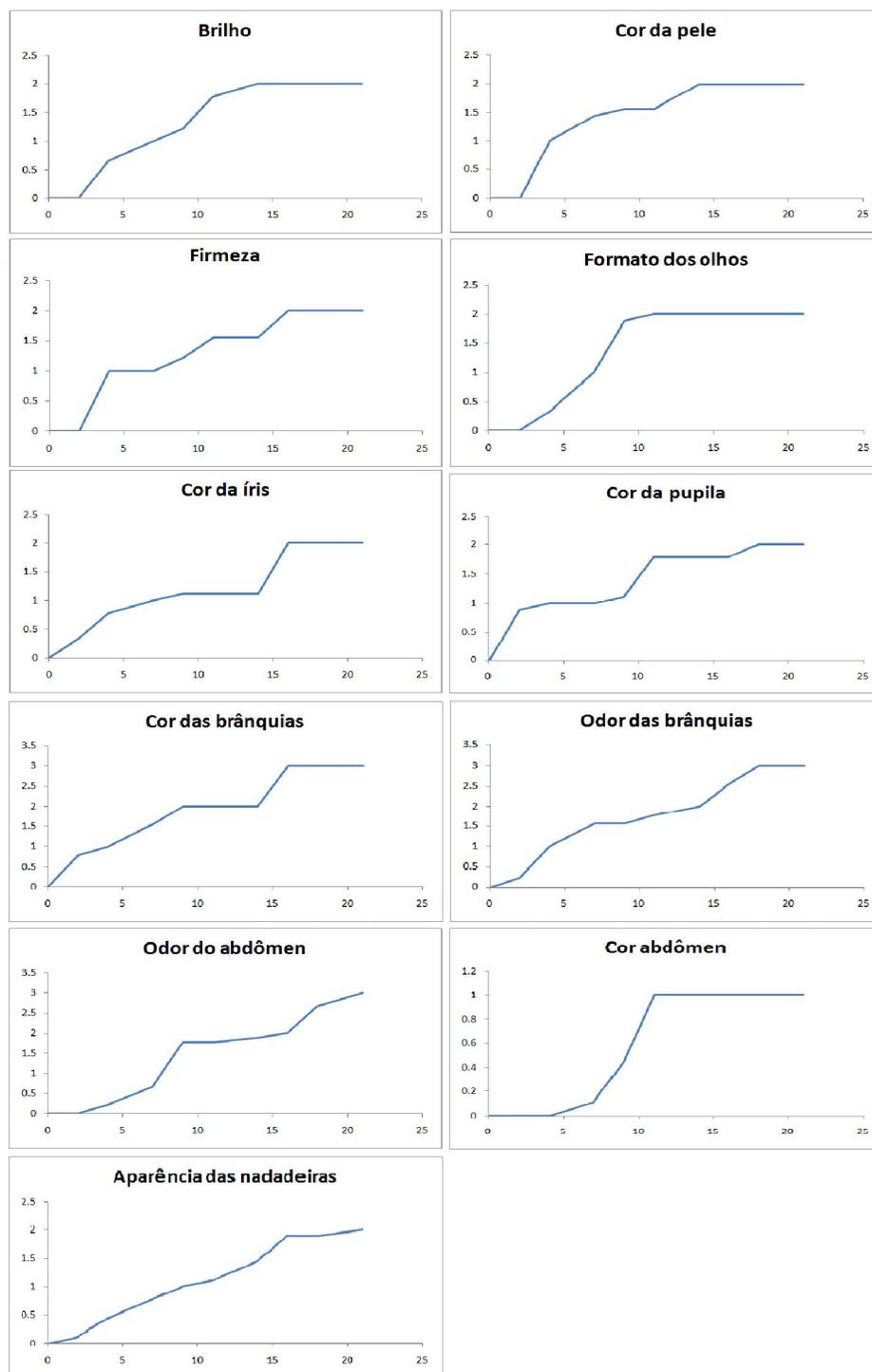
**qTabela 06.** Cargas fatoriais dos atributos de qualidade utilizados no esquema MIQ e tempo de armazenamento em gelo.

Componentes	PC1	PC2
DIAS	-0,980901	0,065878
BR	-0,981182	-0,142900
CP	-0,953691	-0,012523
FR	-0,979960	0,050650
FO	-0,944986	-0,249385
CI	-0,956041	0,277815
CPU	-0,941927	-0,033894
CB	-0,977731	0,147119
OB	-0,983101	0,157080
CA	-0,929949	-0,301330
OA	-0,963651	-0,058701
AN	-0,988866	0,079291

DIAS- dias; BR - brilho; CP - cor da pele; FR - firmeza; FO - formato do olho; CI - cor da íris; CPU - cor das pupilas; CB - cor das brânquias; OB - odor das brânquias; CA - cor do abdômen; OA - odor do abdômen; AN - aparência das nadadeiras.



**Figura 08.** Análise multivariada de Componentes Principais dos atributos de qualidade utilizados nos 24 pontos de demérito do esquema MIQ e tempo de armazenamento em gelo. DIAS- dias; BR - brilho; CP - cor da pele; FR - firmeza; FO - formato do olho; CI - cor da íris; CPU - cor das pupilas; CB - cor das brânquias; OB - odor das brânquias; CA - cor do abdômen; OA - odor do abdômen; AN - aparência das nadadeiras.



**Figura 09.** Representações gráficas da evolução dos atributos de qualidade do olho-de-cão (*P. arenatus*) eviscerado estocado em gelo. Onde o eixo X representa os dias em gelo e o eixo Y o valor médio do IQ atribuído ao atributo.

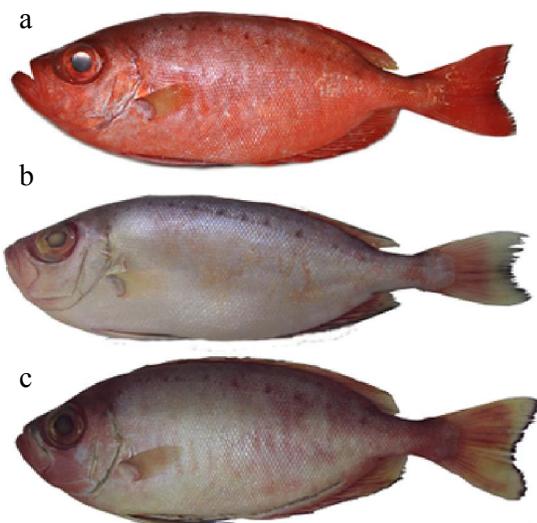
Recém capturado o olho-de-cão chama atenção pela sua coloração vermelho intensa e pelos grandes olhos brilhantes com coloração vermelho cintilante e pupilas bem definidas. Com o passar dos dias em gelo, essas características se modificaram e se tornam menos evidentes.

No primeiro dia de avaliação do olho-de-cão pelo método MIQ foi encontrada uma pontuação média do Índice de Qualidade igual a zero, que é justificável pelo fato da sessão ter ocorrido cerca de 10 horas após a captura dos peixes, portanto em estado muito fresco, uma vez que por todo o tempo foram mantidos em gelo (Figura 10).

Até o segundo dia de estocagem ocorreram poucas alterações evidentes, de qualquer forma, foram evidenciadas alterações na cor da pupila, enevoada e opaca, provavelmente pelo contato direto com o gelo, e um tom vermelho pálido nas branquias foi percebido.

No 4º dia de estocagem em gelo as alterações nos atributos de qualidade se mostraram mais evidentes. O tom do vermelho vibrante deu lugar a uma pele descorada, caracterizada pelas manchas brancas, que ascenderam da região ventral para a região dorsal, até a predominante descoloração, evidente entre os dias 9 e 11 de estocagem em gelo. Um estudo realizado por Rehbein et al. (1994) sobre o tempo de conservação da validade comercial do peixe-vermelho (*Sebastes mentella/marinus*), caracterizou o estágio final da coloração da pele deste peixe como baça, que lhe era atribuído o demérito 2.

O brilho da pele do olho-de-cão permaneceu intenso até o 2º dia, reduzindo progressivamente até o dia 4º com pouco brilho, e no 11º dia estava sem brilho, similar ao encontrado por Erkan e Özden (2008) com sardinhas (*Sardina pilchardus*)

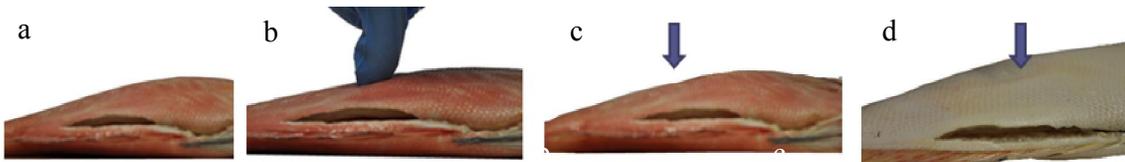


**Figura 10.** Aspecto geral do olho-de-cão (*P. arenatus*) durante a estocagem em gelo: (a) pontuação 0; (b) pontuação 1 e (c) pontuação 2.

A avaliação sensorial da firmeza foi determinada por prensagem do dedo sobre o músculo e observando como a carne se recuperava, de acordo com Martinsdóttir et al. (2001). Foi realizada sempre no mesmo local, de acordo com as informações detalhadas passadas aos julgadores. Caso a marca do dedo desaparecesse rapidamente a caracterização era elástica, se a carne se recuperasse em 3 segundos era considerada ligeiramente amolecida e caso demorasse mais era muito amolecida. A Figura 11 explica didaticamente como realizar esta análise, observando o movimento de pressão do dedo e a análise da impressão na carne.

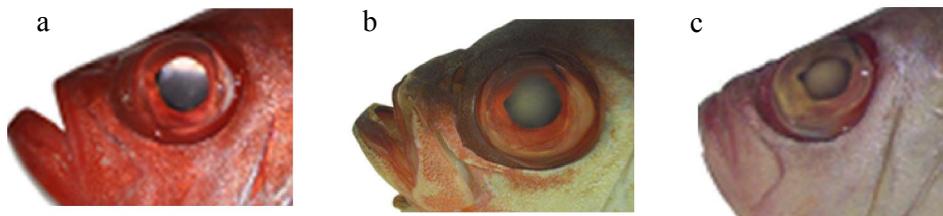
No dia zero e dia 2 a musculatura era elástica, mas aos 4 dias em gelo já era caracterizada como ligeiramente amolecida, que evoluiu progressivamente até 11 dias, quando atingiu seu último estágio, pontuação 2, muito amolecida.

Alguns autores evidenciaram um estado de rigor nos peixes, no primeiro dia de análise, inclusive classificam rigor como o primeiro atributo sensorial da firmeza da pele, como feito por Sveinsdottir et al. (2002) e Bollina et al. (2005), que o estado de rigor, também chamado de firme, recebia a pontuação zero, em com salmão (*Salmo salar*) e *Gadus morhua*, respectivamente. No entanto, como no presente estudo, em todos os lotes, os peixes não se encontravam mais em estado de rigor, ao chegarem ao laboratório, não foi avaliado o rigor.



**Figura 11.** Através da compressão manual a verificação da textura do olho-de-cão (*P. arenatus*) estocado em gelo: (a) amostra antes da análise; (b) pressionado o dedo levemente; (c) textura elástica e (d) textura muito amolecida.

As alterações nos olhos (Figura 12) também se iniciaram no 2º dia, pois a pupila apresentava com coloração cinza enevoada, passando a cor branca leitosa aos 11 dias em gelo. Quanto mais fresco mais vermelho intenso e brilhante é a cor da íris, sua cor passou de vermelho intenso a rosada no 4º dia, e com 16 dias coloração da íris ficou bem alterada, passou a ter um tom amarelo/esverdeado. O formato dos olhos (Figura 13) evolui semelhantemente peixe-vermelho (*Sebastes mentella/marinus*), descrito por Rehbein et al., 1994. O formato do olho permaneceu convexo até o 4º dia, ao 7º dia formato era plano, e a partir dos 9 dias o formato permaneceu côncavo.

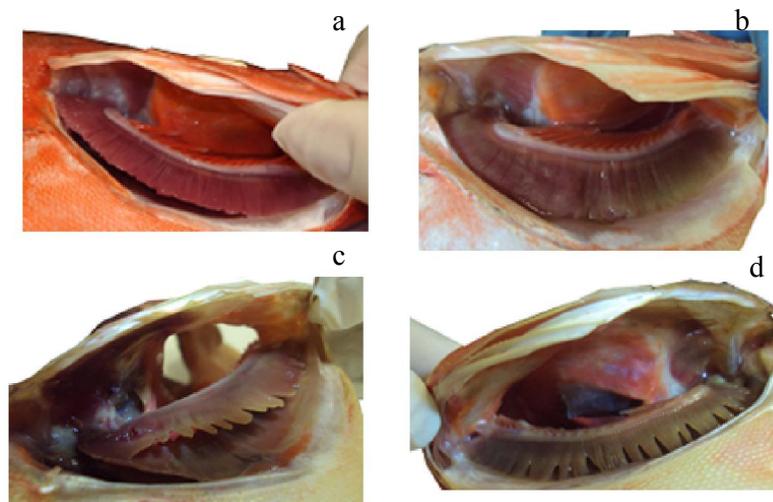


**Figura 12.** Evolução das alterações da cor dos olhos do olho-de-cão (*P. arenatus*) estocado em gelo: (a) pontuação 0; (b) pontuação 1 e (c) pontuação 2, tanto para da íris quanto para pupila.



**Figura 13.** Evolução das alterações no formato dos olhos do olho-de-cão (*P. arenatus*) estocado em gelo: (a) convexo, pontuação 0; (b) plano, pontuação 1 e (c) côncavo, pontuação 2.

As brânquias (Figura 14) passam de cor vermelho vivo pra vermelho pálido já no 2° dia em gelo, no 7° dia eram amareladas e aos 16 dias apresentavam a cor marrom escuro. Com relação ao seu odor, o cheiro característico de peixe fresco perdeu a intensidade ao longo dos dias, dando origem aos odores ruins, que surgem discretamente, mas que se intensificam com o passar dos dias, corroborando com Hyldig et al. (2011). No 4° dia odor de maresia foi instalado, relacionado com a produção de compostos resultantes da decomposição, a partir do 7° dia o dor de ranço e amônia surgiram discretamente nas brânquias que se intensificou progressivamente, aos 9 dias era intenso e desagradável, e com 16 dias era pútrido. O odor caracterizado como podre, devido a presença de ácidos de cadeia curta, álcoois, aminas e compostos de enxofre vem provavelmente a partir de actividade microbiana (OLAFSDOTTIR; FLEURENCE, 1997).



**Figura 14.** Alterações na cor das brânquias do olho-de-cão (*P. arenatus*) estocado em gelo: (a) vermelho vivo, pontuação 0; (b) vermelho pálido, pontuação 1; (c) amarelada, pontuação 2 e (d) marrom, pontuação 3.

No abdômen foram avaliados o odor e a cor da musculatura aparente. As evoluções dos odores na cavidade abdominal ocorreram de forma similar a evidenciada nas brânquias. O odor de maresia foi expressivo no 7° dia, e os odores de ranço e amônia com 9 dias, permanentes até o 18° dia com o odor pútrido. As nadadeiras eram pouco elásticas e com coloração amarelada no 7° dia, e com 16 dias estavam secas, sem elasticidade e predominantemente amareladas.

A maioria dos atributos sensoriais com pontos de demérito variando de 0-2 (brilho, cor da pele, formato do olho, cor da pupila e firmeza), alcançou sua pontuação máxima (2) entre os dias 9 e 11 em gelo (Tabela 05). Os atributos sensoriais, com pontos de 0 até 3 (cor da brânquia, odor da brânquia e odor do abdômen), receberam pontuação 2 entre 7 e 9 dias. Esses resultados já sugerem o estado de deterioração, uma vez que a pontuação máxima está relacionada com estados avançados de deterioração.

As pontuações 3, foram utilizados a partir do dia 16 de estocagem, final do período de avaliação, indicando estado de putrefação avançado. De acordo com Sveinsdottir et al. (2002), a pontuação máxima pode não ser utilizada, como no caso do salmão (*Salmo salar*)

que permaneceu com a pontuação de odor igual a 2 (ácido) até o fim da estocagem, e a pontuação 3 (pútrido) não foi utilizada pelos julgadores.

De acordo com Hyldig et al. (2011) o prazo de validade comercial é definido como o número de dias que os peixes frescos podem ser mantidos em gelo até que se tornem impróprios para o consumo humano, e enfatizam que o tempo de validade comercial estimado baseia-se em condições ótimas de captura e armazenamento. Ainda, a deterioração proveniente de atividade microbiana é a principal limitação para determinação do prazo de validade comercial, e a segunda limitação importante é a rancidez. Segundo Martinsdottir et al. (2001), o odor é um fator muito importante no momento da compra de pescado, determinante para a rejeição. Corroborando com tal premissa, Vaz-Pires et al. (2008) e Sykes et al. (2008), estipularam como prazo máximo de armazenamento em gelo para choco (*Sepia affinis*) 10 e 8 dias, respectivamente, principalmente pela presença de odores desagradáveis.

Portanto, a partir da avaliação dos 9 julgadores treinados, da pontuação de IQ obtida e das modificações ocorridas ao longo da estocagem em gelo, sugere-se um limite de aceitabilidade para o olho-de-cão eviscerado em gelo na pontuação IQ entre 15 e 17, referente a 9 e 11 dias em gelo. Semelhante ao momento de rejeição do peixe-espada-preto (*Aphanopus carbo*) em 9 dias, com 19 pontos de IQ, ao peixe-espada-branco (*Lepidopus caudatus*) em 11 dias com 17 pontos e semelhante a pontuação IQ do carapau (*Trachurus trachurus*) que foi de 16 pontos no momento da rejeição, aos 8 dias em gelo (NUNES; BATISTA; CARDOSO, 2007).

No presente estudo, as amostras foram rejeitadas antes da pontuação máxima do IQ, corroborando com Martinsdottir et al. (2001), Sveinsdottir et al. (2002), Rehbein et al. (1994), Oliveira et al. (2009), Majolini et al. (2009), Sant'Ana, Soares e Vaz-Pires (2011), e entre outros, que reconhecem que a rejeição pode e deve acontecer antes que a pontuação máxima do esquema MIQ seja alcançada. Bollina et al. (2005), ao avaliarem o *Gadus morhua* estocado em gelo por 14 dias, pelo método MIQ, desenvolveram um Protocolo de Qualidade com 8 parâmetros e uma pontuação máxima de 18, no entanto estimaram o tempo máximo de armazenagem para a espécie de 8 dias em gelo, com pontuação do IQ de 10.

Adiante discutiremos a respeito da estimação do tempo remanescente de conservação do olho-de-cão em gelo. Embora o MIQ seja importante para prever o fim da validade comercial ou o momento da rejeição, ele deve ser estimado com a ajuda e o apoio da avaliação de outros parâmetros químicos e microbiológicos (SYKES et al., 2008).

## 4.2. Análises Bacteriológicas

A Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicrotróficas são importantes para avaliarem o grau de deterioração das amostras e estado higiênico sanitário. Sabe-se que quanto mais alta esta contagem, mais rápida é a sua deterioração e menor será a sua validade comercial (SOARES et al., 2011).

A deterioração bacteriana em peixes refrigerados e produtos de pesca sob condições de armazenagem aeróbica são causadas por organismos psicrotróficos gram-negativos, tais como *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Flavobacterium* spp., e bactérias produtoras de H<sub>2</sub>S (incluindo *Shewanella putrefaciens*) (FAO, 1995).

Os dados bacteriológicos (médias das duplicatas) foram expressos em logaritmos do número de unidades formadoras de colônias (UFC/g), como pode ser observado na Tabela 07. Foi observado um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicrotróficas (UFC/g) em olho-de-cão eviscerado, ao longo da

estocagem em gelo, com uma correlação com o tempo de estocagem de 0,78 para as mesófilas e 0,94 para as psicotróficas.

**Tabela 07.** Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicotróficas (UFC/g) em olho-de-cão eviscerado, durante a estocagem em gelo.

Tempo	Mesófilos (Log UFC/g)	Psicotróficas (Log UFC/g)
Dia 0	< 1	< 1
Dia 2	< 1	< 1
Dia 4	< 1	2.0
Dia 7	< 1	3.6
Dia 9	4.2	4.0
Dia 11	3.0	4.6
Dia 14	3.3	5.1
Dia 16	3.8	5.7
Dia 18	3.9	6.3
Dia 21	4.7	6.8

As contagens bacteriológicas iniciais para as bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas foram inferiores a uma unidade formadora de colônia (UFC) /g desde o dia da captura até o 7° dia em gelo, já as bactérias psicotróficas mantiveram este valor até o 2° dia em gelo. Esses resultados são consistentes com um estudo realizado em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) evisceradas, onde a contagem das bactérias psicotróficas mantiveram-se inferiores a uma unidade até o 4° dia de estocagem em gelo (RODRIGUES et al., 2008), e também com Lanzarin et al. (2011), que manteve este valor em pintados até o 8° dia em gelo.

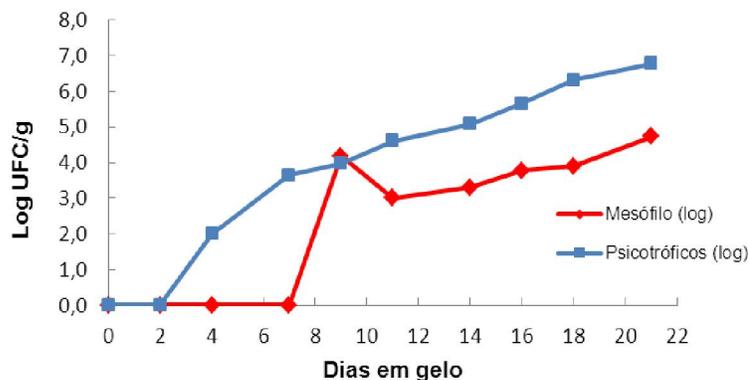
Sveinsdottir et al. (2002) também se depararam com baixa contagem microbiológica nos primeiros dias de armazenamento do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) cultivado e estocado em gelo. Este autor acredita que isso se deve ao fato de que a carne de peixes recém-capturados é estéril, já que o sistema imunológico dos peixes impede o crescimento das bactérias. No entanto, quando o peixe morre ocorre o colapso do sistema imunológico e conseqüentemente, durante o armazenamento, as bactérias passam a invadir a carne, como já havia sido discutido por FAO (1995). O mesmo autor defende que apenas um número limitado de organismos realmente invade a carne, e o crescimento microbiano ocorre principalmente na superfície, sendo a deterioração provavelmente uma conseqüência de enzimas bacterianas que se difundiram. Corroborando, a microbiota bacteriana em peixes recém-capturados depende mais do ambiente em que é capturado do que da espécie dos peixes (SHEWAN, 1962).

Portanto, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se avaliar que o olho-de-cão capturado foi considerado um peixe de boa qualidade e oriundo de um ambiente marinho limpo, com baixo teor de poluição, como também observou por Borges (2005), em estudos com corvinas capturadas em Niterói-RJ, assim como por Teixeira et al. (2009). Eiroa (1980) se deparou com este aspecto ao relatar que os peixes capturados próximo à costa podem apresentar a microbiota aumentada em relação aos peixes capturados em águas profundas.

Na Figura 15 podemos observar a reprodução gráfica do crescimento bacteriano. Os primeiros dias no gelo podem ser considerados como uma fase de latência, uma adaptação das

bactérias ao ambiente frio, quando possíveis células injuriadas ainda se recuperam. Esta fase foi mais longa nas bactérias mesófilas, compreendendo o período em que as bactérias demoram em crescer ativamente, desde o dia da captura até o 7º dia em gelo. Durante este período as alterações que ocorrem são principalmente atribuídas as reações autolíticas, mediadas por enzimas endógenas (SANT'ANA; SOARES; VAZ-PIRES, 2011).

A fase log ou exponencial, caracterizada pelo intenso crescimento bacteriano, nas mesófilas ocorreu a partir do 7º dia, e nas psicotróficas foi perceptível a partir do 2º dia, permanecendo em crescimento até o fim do experimento.



**Figura 15.** Reprodução gráfica do crescimento das Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Psicotróficas (Log UFC/g) em olho-de-cão eviscerado e estocado durante 21 dias em gelo.

Foi percebida uma maior evolução no crescimento das psicotróficas em relação as mesófilas, justificável por que as bactérias psicotróficas se adaptam e multiplicam bem a baixas temperaturas (FRANCO; LANDGRAF, 2005). Além disso, elas se diferenciam das mesófilas, uma vez que possuem melhor mobilidade de membrana, facilitando o transporte de nutriente (JAY, 2005).

Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para contagem em placas de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas em pescado. Soares (2011), ao avaliar a qualidade sanitária de filés de peixes na cidade de Botucatu-SP, levou em consideração os limites estabelecidos internacionalmente pela “International Commission on Microbiological Specifications for Foods” (ICMSF), que preconiza o limite de 5 log UFC/g, como indicativo de boa qualidade e de 6 log UFC/g como qualidade aceitável. Neste mesmo estudo o autor relata que valores de microrganismos mesófilos superiores a 6 log UFC/g de carne de peixe foram considerados críticos com relação ao grau de frescor.

Estudos semelhantes ao de Soares (2011), supracitado, avaliaram a qualidade de peixes comercializados nas cidades de Seropédica - RJ (AGNESE et al., 2001) e Maceió – AI (LIRA; PEREIRA; ATHAYDE, 2001) observaram alguns peixes sensorialmente desclassificados com a contagem de bactérias mesófilas, na musculatura, inferior a 6 log UFC/g.

Nos últimos dias do experimento os peixes se encontravam em estado de putrefação muito avançada, e mesmo assim não atingiram os limites máximos que colocam em risco a saúde dos consumidores, de 7 log CFU/g (ICMSF, 1986) durante todo o experimento. Segundo Yongling Song et al. (2011) uma rejeição sensorial precoce pode indicar que não só o número de bactérias desempenha um papel importante no prazo de validade comercial do

peixe, mas que outros fatores também são de igual importância, como tipo de bactérias, atividade autolítica, propriedades bio-físico-química dos peixes e as condições de armazenamento. Semelhante ao relatado por Britto et al. (2007), Oliveira (2007) e Taliadourou et al. (2003) demonstraram em seus estudos que grande parte das alterações foram de cunho autolítico endógeno e que a qualidade sensorial foi de suma importância para determinar o fim da validade comercial dos peixes, corroborando com os resultados do presente estudo.

Um estudo realizado com o objetivo de estimar prazo de validade comercial de filés de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) frescos embalados e estocados (0° - 3°C) não levou em consideração a contagem de bactérias heterotróficos aeróbios psicrotróficos para rejeitar os peixes, por não atingirem 7 log CFU/g até o 31° dia de estocagem, sugerindo cautela no uso desse parâmetro na avaliação de qualidade do produto (LANZARIN et al., 2011). Como também descreveu Taliadourou et al. (2003), ao estipular o prazo de validade comercial do robalo (*Dicentrarchus labrax*) entre 12 e 13 dias, enquanto que análises bacterianas na musculatura encontravam-se em níveis aceitáveis até 15 dias em gelo.

Erkan e Özden (2008), com sardinhas (*Sardina pilchardus*) inteiras e evisceradas estocadas em gelo, fizeram uso dos valores limite para bactérias mesófilas de 6 log UFC/g e 5 log UFC/g para psicrotróficas, como havia descrito Gobantes, Choubert e Gomez (1998) com a truta (*Oncorhynchus mykiss*) em gelo. O peixe-vermelho (*Sebastes mentella/marinus*) teve esses valores atingidos aos 12 dias em gelo (REHBEIN et al., 1994). Com referencia a este valor limite de 5 log UFC/g estabelecido para as bactérias psicrotróficas, no presente estudo com o olho-de-cão, foi atingido aos 14 dias de gelo. A lula (*Loligo plei*) atingiu valores iguais a 5 log UFC/g ao 16° dia de estocada em gelo, mas com 7 dias ela foi rejeitada sensorialmente por um painel composto por 14 julgadores treinados (LAPA-GUIMARÃES et al., 2000).

Portanto, os resultados das análises bacteriológicas mostraram importantes informações a cerca da qualidade do olho-de-cão: foram capturados em locais de água limpa, além de submetidos a adequadas condições de manipulação e estocagem. Mesmo sendo baixas as contagens bacteriológicas, foram obtidas boas correlações com o tempo de estocagem.

Ainda, de encontro com os resultados de Lanzarin et al. (2011), Soares (2011), Agnese et al. (2001), Lira, Pereira e Athayde (2001) e entre outros, os resultados do presente estudo reforçam a necessidade de se aprofundar pesquisas no sentido de instituir os limites máximos desses microrganismos para peixe fresco na legislação brasileira.

Cabe ressaltar alguns fatores importantes que possivelmente contribuíram com a qualidade bacteriológica das amostras. Além da excelente qualidade do produto na origem, a evisceração é um procedimento recomendado como forma de descontaminação do pescado (CEREDA; SANCGES, 1983; JAY, 1992). A pele grossa, própria de algumas espécies, também é um fator de proteção, pois o badejo (*Merlangius merlangus*) e o *Gadus morhua* de tegumento muito frágil, se deterioram muito rapidamente em comparação com peixes, por exemplo, os peixes chatos como a solha (*Pleuronectes platessus*), de derme e epiderme mais robustas (FAO, 1995).

O tipo de captura também pode afetar a qualidade microbiológica do pescado. Segundo Eiroa (1980), quando o peixe é capturado de rede de arrasto, normalmente carrega uma carga microbiana de 10 a 100 vezes maior do que aquele capturado de anzol, isso porque o arrasto agita os sedimentos que podem conter grande carga bacteriana, ainda, com a movimentação o peixe pode ter o conteúdo intestinal rompido, espalhando o conteúdo intestinal. O fato de no presente estudo os exemplares terem sido capturados por anzóis podem ter contribuído para a baixa contaminação microbiológica inicial do peixe.

Ainda, de acordo com Franco e Landgraf (2005), baixos valores na contagem de bactérias mesófilas nos levam a crer que, no presente estudo, não ocorreram flutuações de

temperaturas que indicassem deficiência durante o armazenamento. Ótimas condições de captura, manipulação, transporte e estocagem, e redução da temperatura (0°C) no armazenamento promovem um atraso nas contagens bacterianas.

### 4.3. Análises Físico-Químicas

#### 4.3.1. Análises de composição

Os valores encontrados para umidade, cinzas, lipídios totais e proteínas do olho-de-cão no dia zero foram respectivamente: 75,11 g/100g; 1,36 g/100g; 3,83 g/100g e 20,81 g/100g (Tabela 08). De acordo com Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2006) estes valores são semelhantes aos da corvina de água doce (*Plagioscion squamosissimus*) crua e a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) inteira crua. Os resultados também estão de acordo com os valores encontrados no pargo (*Lutjanus purpureus*) e no robalo (*Dicentrarchus labrax*) descritos por Cândida (2005) e Grigorakis Taylor e Alexis (2003), respectivamente. No entanto a concentração de lipídios foi superior ao da corvina (*Micropogonias furnieri*) do mar (1,6 g/100g) e ao do pintado (*Pseudoplatistoma coruscans*) (1,3 g/100g) e inferior ao da pescada (*Macrodon oncyodon*) crua e ao da pescada branca (*Cynoscion spp.*) crua (4,6 g/100g) (TACO, 2006).

Segundo Ogawa e Maia (1999) o músculo do pescado pode conter de 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína, de 1 a 2% de cinzas, de 0,3 a 1,0% de carboidrato e de 0,6 a 36% de lipídios. Dados que acordam com valores encontrados neste trabalho, acordando também com Stansby e Olcott (1967) quando relataram que a soma dos teores de umidade e extrato etéreo num estudo de composição química centesimal em peixes deve estar próxima a 80%.

De acordo com Pigott e Tucker (1990), uma forma de classificação dos peixes quanto ao teor de gordura está baseada na seguinte relação: menor que 2% de conteúdo de lipídeos, é um pescado de baixo conteúdo de gordura; entre 2 e 5%, é um pescado moderado em conteúdo de gordura; e maiores que 5%, é considerado um pescado com alto conteúdo de gordura. Nossos resultados classificam a espécie como um peixe com moderado teor de gordura (2 a 5%), também chamado de pescado semi-gordo. Ainda, segundo Stansby e Olcott (1967) o olho-cão pode ser classificado como peixe de alto teor de proteína (15 a 20%). Portanto, considerando estes resultados a referida espécie possui excelente qualidade nutricional.

**Tabela 08.** Composição Centesimal do olho-de-cão e a variação percentual após a estocagem.

Determinações	Dia 0 (g/100g)	Dia 21 (g/100g)	Varição %
Umidade	75,11±0,02 <sup>a</sup>	79,56±0,5 <sup>b</sup>	5,92
Cinzas	1,36±0,01 <sup>a</sup>	0,7±0,01 <sup>b</sup>	48,53
Lipídios	3,83±0 <sup>a</sup>	2,21±0,13 <sup>b</sup>	42,30
Proteínas**	20,81±0,05 <sup>a</sup>	18,91±0,07 <sup>b</sup>	9,32

Média ± desvio padrão. Dados, na mesma linha, seguidos de letra diferentes, diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. \*\* Valor de Conversão = 6,25

Se compararmos a composição centesimal do dia de captura com o último dia de estocagem, no caso 21 dias em gelo, diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) foram encontradas em cada uma das determinações (Tabela 08). A umidade teve um acréscimo no seu valor ao longo da estocagem, pois subiu de 75,11 g/100g para 79,56 g/100g. As demais determinações tiveram um decréscimo em seus valores. O teor de cinzas passou de 1,36 g/100g para 0,7 g/100g; o teor das proteínas caiu de 20,81 g/100g para 18,91 g/100g e valor dos lipídios totais sofreu uma queda de 3,83 g/100g para 2,21 g/100g. Dessa forma, podemos dizer que os valores sofreram influência do período de armazenamento.

Resultados semelhantes foram descritos por Sykes, et al. (2008), que avaliou a evolução dos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios ao longo da estocagem, 13 dias, de chocos (*Sepia affinalis*) em gelo. Este autor constatou que existiram diferenças significativas (5%) no teor de umidade, que cresceu ao longo do tempo, e nos teores de cinzas e proteínas, que diminuíram ao longo do tempo. O valor de lipídios apresentou uma elevação não significativa. Essas diferenças foram relacionadas, pelo autor, com alterações de *post-mortem* ao longo do armazenamento. A deterioração protéica foi descrita como decorrência da degradação das proteínas miofibrilares causada por atividade autolítica das proteases, que desencadeia num aumento da fração de água que é o chamado efeito esponja (“sponge effect”).

Sabe-se que, devido à sua composição, a fração proteica sofre uma rápida degradação após a morte. Isto é devido a enzimas endógenas e bacterianas, onde proteinases desempenham um papel importante (HURTADO, BORDERIAS, MONTERO, 1999).

Os resultados do presente estudo confirmam os achados supracitados, apesar de não terem sido realizados testes de qualidade das proteínas e quantidade de nucleotídeo protéico, uma vez que a determinação do teor protéico foi dada a partir do conteúdo total de nitrogênio, que não evidencia se houve alteração na qualidade dessas proteínas. Porém, Losada, et al. (2004), dentre outras análises, avaliou a evolução da qualidade das proteínas ao longo da estocagem (22 dias sob gelo) de Carapau (*Trachurus trachurus*). A queda de teores protéicos percebidos foram correlacionados com o grau de deterioração e o aparecimento de dois polipeptídeos (25 e 14 kDa), que seriam produzidos a partir de processos proteolíticos que afetam as frações miofibrilar e sarcoplasmático (PAPA et al., 1996 e VÉRREZ-BAGNIS et al., 1999).

Diferentemente do que relatou Sanches (1990) ao avaliar os componentes químicos da Pescada do Piauí (*Plagioscion Squamosissimus*) sob refrigeração: do primeiro ao último dia de estocagem o teor de proteínas sofreu pequenas oscilações que, de acordo com o autor, não sugerem uma cisão das moléculas protéicas por ação dos microrganismos e enzimas, mas sim uma variação nesses teores entre indivíduos da espécie. A variação da umidade também foi percebida com um ligeiro aumento de 78,88 g/100g para 80,28 g/100g com 28 dias de estocagem em gelo. De acordo com Arbeláez-Rojas et al. (2002), a quantidade de gordura influencia positivamente a aceitação do peixe pelo mercado consumidor, que se justifica porque os lipídeos associados aos demais constituintes melhoram a palatabilidade e conferem sabor mais agradável à carne. Porém, os lipídeos podem influenciar negativamente a qualidade final, em consequência de mudanças degradativas pós-morte, que ocorrem de forma mais rápida em peixes com maiores concentrações lipídicas. Esse fato pode levar a uma redução da validade comercial, principalmente em decorrência das reações oxidativas durante o armazenamento.

As variações nos componentes nutricionais do músculo do pescado são muito mais estudadas em relação ao tempo de armazenamento sobre congelamento. Neste caso, as amostras são submetidas a temperaturas muito baixas, inferiores a  $-15^{\circ}\text{C}$ , que não impede mudanças físico-químicas e biológicas na estrutura muscular do pescado, as quais podem

comprometer sua qualidade sensorial e funcional (ANESE; GORMLEY, 1996; HUIDOBRO; MONTERO; BORDERÍAS, 1998). Alterações como desnaturação protéica, diminuição da água livre, formação de cristais de gelo, oxidação e hidrólise de lipídios, interações lipídio-proteína e proteína-carboidrato e formação de ácidos graxos livres podem ocorrer em pescado congelados (SGARBIERI, 1996; UNDELAN; EKSTRAND; LINGNER, 1998).

Segundo Sykes (2008), existem algumas justificativas para variações nos componentes nutricionais de pescado estocados em gelo. Vários processos podem ocorrer simultaneamente, além da degradação de proteínas e lipídios provocados por enzimas endógenas e/ou enzimas bacterianas, ocorre também o derretimento do gelo incorporação de água gerada (hidratação) gerando a lixiviação de materiais.

Não podemos esquecer a possibilidade destacada por alguns autores, de que as possíveis variações podem existir de peixe para peixe. Mesmo sendo um lote homogêneo, existe o fato de que os constituintes químicos no pescado além de variar entre diferentes espécies, época e local de captura, também podem variar entre indivíduos de mesma espécie, sexo, idade, entre outros fatores (JACQUOT, 1961; STANSBY, 1954; STANSBY, 1962).

De qualquer forma, para garantir a permanência da qualidade nutricional de pescado temos que privilegiar condições adequadas de captura, transporte, estocagem e distribuição, sempre mantendo sobre gelo, nunca quebrando a cadeia do frio.

#### 4.3.2. Análises de pH e BVT

Os resultados encontrados nas análises de pH e BVT para o olho-de-cão durante a estocagem em gelo por 21 dias estão dispostos na Tabela 09. Observou-se o aumento progressivo bem como diferenças significativas nos valores dos dois parâmetros ao longo do período de estocagem, evidenciando uma influencia significativa do tempo.

Segundo FAO (1995), diversos fatores influenciam na glicólise *post mortem* e, conseqüentemente no pH de peixes frescos, entre eles a espécie do pescado, o estado nutricional do peixe, a quantidade e grau de esgotamento no momento da morte. Os valores de pH do olho-de-cão aumentaram progressivamente durante a estocagem em gelo demonstraram boa correlação com o tempo. Os valores médios variaram de 5,76 no dia zero de estocagem a 6,60 com 21 dias em gelo. As mudanças de pH no presente estudo seguiram os mesmos padrões que estudos realizados em corvinas (*Micropogonias furnieri*) (BORGES et al., 2007) e tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (RODRIGUES et al., 2008), ambas evisceradas e estocadas me gelo. No primeiro dia de estocagem em gelo a corvina apresentou o pH igual a 5,9 e 6,6 aos 21 dias em gelo e as tilápias 5,8 no primeiro dia e 6,9 no 22º dia .

Valores baixos para o pH inicial, semelhantes aos encontrados no presente estudo, também foram encontrados por Ben-Gigirey et al. (1998) para *Thunnus alalunga*, apresentando valor de pH igual a 5,81 no dia zero de armazenamento. Porém, valores iniciais inferiores (5,4) foram relatados por Capillas e Moral (2005) num estudo realizado com *T. obesus*. Diferentemente, Xuepeng Li et al. (2010) encontrou pH de 6,65 no primeiro dia de estocagem da garoupa amarela (*Epinephelus awoara*), que ainda foi inferior ao pH inicial do robalo (*D. labrax*) de 7,33 (TALIADOUROU et al., 2003).

Segundo FAO (1995), o baixo pH inicial se justifica porque, após a morte dos peixes, o glicogênio é a única fonte energética disponível, que se degrada de forma anaeróbia produzindo e acumulando ácido lático e conseqüentemente diminuindo o pH muscular.

De acordo com Kyrana, Lougovious e Valsamis (1997), o pH muscular baixo no início do período de armazenamento pode refletir o bom estado nutricional dos peixes, o que poderia contribuir para o aumento da validade comercial do peixe. Ainda, quanto mais baixo o pH do

músculo, menor será o crescimento bacteriano (efeito desejável) mas também menor será a capacidade de retenção de água das proteínas musculares (efeito indesejável), o que faz ser interessante haver um equilíbrio entre estes dois efeitos da diminuição do pH (GRIGORAKIS; TAYLOR; ALEXIS, 2003).

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 1997a) o pescado considerado fresco é aquele cujo pH é inferior a 6,8 na carne externa e a 6,5 na carne interna. No presente estudo, valores iguais a 6,5 foram atingidos no 9º dia, corroborando com os resultados encontrados na análise sensorial pelo esquema MIQ, que caracterizou neste mesmo período a presença de odor amoniacal e rançoso.

O aumento do pH enquanto as bactérias ainda apresentavam em baixas contagens sugere o efeito dos eventos bioquímicos que depreciam a qualidade do pescado nas etapas iniciais de armazenagem, pois os catabólitos das bactérias, como a amônia originada da atividade sobre os aminoácidos da carne, somente seriam responsáveis numa segunda fase da degradação, com tendência dos valores de pH a neutralidade, como descrito por Rodrigues et al. (2008), corroborando com o que já havia sido descrito por Contreras-Guzmán (1994).

Semelhante ao presente estudo, El Marrakchi et al. (1990) com sardinhas (*Sardina pilchardus*) armazenadas em gelo encontraram valores de pH de 5,8 no dia zero e 6,4 no dia 9. Em estudos com corvinas (BORGES et al., 2007), o pH foi um importante indicador de qualidade atingindo o limite de 6,5 aos 16 dias de gelo, juntamente com o aparecimento dos atributos considerados negativos durante a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Semelhante, a o estudo com tilápia (*Oreochromis niloticus*) teve o prazo de validade comercial estipulado pela avaliação sensorial e valor de pH aos 15 dias de armazenagem, quando a análise bacteriológica apresentava contagem de 3 log UFC/g (RODRIGUES et al., 2008). Abbas et al. (2008) em seu estudo deixou clara a correlação da análise de pH em músculo de peixes com o frescor dos mesmos, assim como Simat et al. (2011).

O mesmo não ocorreu com a merluza europeia (*Merluccius merluccius*) estocada em gelo, segundo Baixas-Nogueras et al. (2003) e Rodríguez et al. (2004). O valor de pH considerado limite para a espécie, igual a 7,0, foi alcançado aos 10 e 12 dias, respectivamente. Massa, et. al. (2005) também utilizaram valor limite de pH igual a 7,0 para o linguado (*Paralichthys patagonicus*), atingido aos 9 dias de estocagem em gelo.

As variações nos valores do pH dos peixes durante o armazenamento sob refrigeração variam de acordo com a espécie e até mesmo entre espécimes da mesma espécie, de acordo com variações biológicas. Podem ocorrer, ainda, ciclos de flutuações durante o período de estocagem (HAARD, 2000). A determinação do pH é usada como um guia para avaliar o estado de frescor dos peixes, apesar de alguns autores considerarem ser um índice de qualidade não seguro (MORAL, 1987; FAO, 1995; OGAWA e MAIA, 1999).

**Tabela 09.** Valores de pH e BVT de olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

Tempo	pH	BVT (mg de N/100g)
Dia 0	5.76 ± 0.04 <sup>a</sup>	8.82 ± 1.78 <sup>a</sup>
Dia 2	6.17 ± 0.01 <sup>bc</sup>	8.82 ± 1.78 <sup>a</sup>
Dia 4	6.14 ± 0.01 <sup>b</sup>	10.08 ± 0.00 <sup>ab</sup>
Dia 7	6.44 ± 0.04 <sup>d</sup>	11.34 ± 1.78 <sup>abc</sup>
Dia 9	6.55 ± 0.00 <sup>e</sup>	12.60 ± 5.35 <sup>abcd</sup>
Dia 11	6.19 ± 0.00 <sup>c</sup>	13.86 ± 5.35 <sup>bcde</sup>
Dia 14	6.43 ± 0.02 <sup>d</sup>	13.86 ± 1.78 <sup>bcde</sup>
Dia 16	6.61 ± 0.01 <sup>f</sup>	15.12 ± 3.56 <sup>cde</sup>
Dia 18	6.61 ± 0.00 <sup>f</sup>	16.38 ± 1.78 <sup>de</sup>
Dia 21	6.60 ± 0.01 <sup>ef</sup>	17.64 ± 0.00 <sup>e</sup>

Média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Com relação ao conteúdo de bases voláteis totais (BVT) em pescado, os valores são geralmente baixos nas primeiras etapas de armazenamento em gelo, e somente quando o pescado apresenta perda de qualidade, esse conteúdo aumenta rapidamente. No entanto, o modo como evolui a deterioração e a produção de BVT podem variar entre as espécies, inclusive entre espécimes da mesma espécie (FAO, 1995).

No presente estudo, os resultados encontrados para compostos básicos voláteis totais no músculo do olho-de-cão variaram de 8,82 ± 1,78 (mg de N/100g) no dia zero, aumentando gradativamente e significativamente até atingir 17,64 ± 0,00 (mg de N/100g) no 21º dia de estocagem em gelo (Tabela 09).

Os teores de BVT do olho-de-cão mantiveram-se dentro dos limites legais estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1997b) ao longo de todo o experimento, que preconiza como limite para o pescado ser considerado aceitável 30mg de N/100g de carne.

Uma evolução similar ao presente estudo foi encontrada por Borges et al. (2006) ao avaliar corvinas (*Micropogonias furnieri*) inteiras e por Borges et al. (2007) em corvinas evisceradas estocadas em gelo, que apresentaram valores iniciais de 6,22 mg de N/100g e 10,08 mg de N/100g, respectivamente. As duas espécies foram rejeitadas através da avaliação sensorial antes dos valores de BVT atingirem o limite legal vigente, sendo as corvinas inteiras rejeitadas aos 9 dias e BVT igual a 6,6mg de N/100g; e as evisceradas aos 14 dias com BVT igual a 20,0mg de N/100.

Da mesma forma, a merluza européia (*Merluccius merluccius*) obteve valores iniciais para BVT relativamente baixos (13,55 ± 0,06mg de N/100g). O aumento foi evidenciado ao longo da estocagem em gelo, mas os níveis não ultrapassaram 20mg de N/100g no 13º dia, último dia de estocagem (ORBAN et al. 2011).

O atum (*T. atlanticus*), o robalo (*Ducentrarchus labrax*), a dourada (*Sparus aurata*) apresentaram valores de BVT iniciais e finais superiores aos encontrados no presente estudo, mas similarmente, não atingiram 30mg de N/100g no momento em que foram rejeitados. O atum com o prazo de validade comercial estabelecido aos 10 dias (4 ± 1°C) obteve 20,05mg de N/100g (ANDRADE, 2006). O robalo no último dia de estocagem em gelo, 16º dia, atingiu 27,52mg de N/100g (TALIADOURO et al., 2003). A dourada alcançou níveis de

25mg de N/100g no 15° dia em gelo, prazo estabelecido por Grigorakis, Taylor e Alexis (2003), corroborando com os resultados encontrados por de Civera et al. (1995) ao avaliarem três espécies da família da dourada (Sparidae) durante armazenamento sob refrigeração.

Rehbein et al. (1994) com o peixe-vermelho (*Sebastes mentella/marinus*) descreveu que as análises de BVT não deram nenhuma informação sobre as mudanças de qualidade durante os primeiros 12 dias de armazenamento em gelo.

Porém, discordando com os achados no presente estudo e com os achados dos autores supracitados, o valor limite para a produção de 30 mg de N/100g no músculo foi considerado baixo se comparado com as alterações sensoriais de alguns peixes. No salmão (*Pseudoperca semifasciata*) estudado por Hozbo et al. (2006) foi detectado 35mg de N/100g no 1° dia do armazenamento em gelo, e 70 mg de N/100g após 20 dias. McCarthy et al. (1989) relataram que o *Gadus morhua* mostrou alguns sinais de deterioração (odor) quando o teor de BVT foi de 64mg de N/100g. Varga et al. (1980) defende valores até 80 mg de N/100g para filés de *Gadus morhua* em estágio comestível.

Nas condições em que o presente estudo foi realizado, os resultados indicaram que esta análise não foi um indicador muito confiável da qualidade do frescor do olho-de-cão. Diferentemente relatado por Gülsün Özyurt et al. (2008) em estudos com o salmonete (*Mullus barbatus*) e *Upeneus moluccensis*, e por Bekaert et al. (2006) em estudos com o bacamarte (*Chelidonichthys lucernus*), que consideraram a determinação de BVT um bom indicador da validade comercial do pescado conservado em gelo.

Em suma, observamos que algumas espécies em estado de deterioração avançada não alcançaram a faixa de corte de níveis de BVT. Ao contrário, outras espécies ainda se encontraram aptas para o consumo, inclusive quando as análises bacteriológicas ultrapassaram o limite, mantendo o tema passível de discussão e talvez a necessidade de rever os limites estabelecidos de acordo com a espécie.

Nos alimentos, a maioria das reações que apresentam importantes perdas de qualidade é caracterizada por modelos de ordem zero (qualidade de alimentos congelados, escurecimento não enzimático) ou modelos de primeira ordem (perda de vitaminas, crescimento ou morte de microrganismos, oxidação da cor, perda de textura em alimentos processados) (TAOUKIS; LABUZA; SAGUY, 1997).

Os parâmetros utilizados na determinação do modelo com melhor ajuste foram o valor do coeficiente de correlação linearizada  $R^2$  (o mais próximo da unidade), e o valor do desvio percentual médio (P), que é a média da diferença percentual relativa entre os valores experimentais e valores preditos. Lomauro, Bakshi e Labuza (1985) mostraram que valores de P menores que 5 representam bom ajuste do modelo, enquanto que valores de P maiores que 10, um ajuste deficiente do modelo.

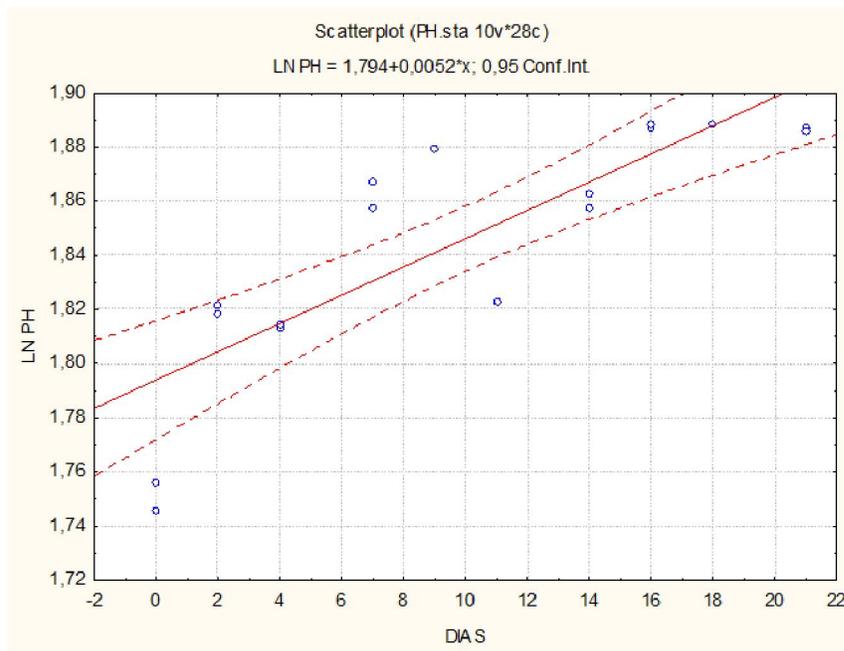
A partir dos dados coletados, determinou-se a ordem da reação e os parâmetros da cinética da evolução dos teores de pH e BVT durante o período de estocagem em gelo.

Ambos se ajustaram ao modelo cinético de primeira ordem, linearizada, apresentando  $R^2$  igual a 0,67 e menor valor de P igual a 1,05 para a cinética do pH, e  $R^2$  igual a 0,74 e valor de P igual a 4,48 para a cinética do BVT.

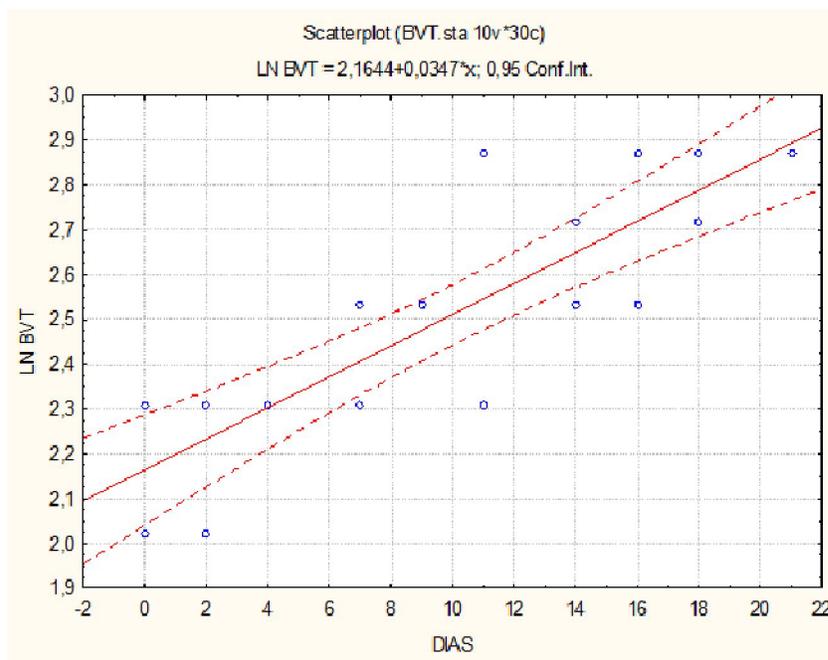
**Tabela 10.** Parâmetros cinéticos do pH e BVT do olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

Análise	Ordem de Reação	Constante de velocidade de reação k (-dia)	Coefficiente de correlação (R <sup>2</sup> )	Desvio percentual médio (P)
pH	0 (zero)	0,032639	0,68033001	1,92
	1 linearizada	0,005220	0,67333	1,05
	1 não-linearizada	0,005086	0,67337	1,94
BVT	0 (zero)	0,432386	0,73617206	10,71
	1 linearizada	0,034669	0,74292445	4,48
	1 não-linearizada	0,033062	0,73020	11,09

Para a cinética da reação de primeira ordem, o cálculo da constante de velocidade de reação (k) é dado pela equação  $k = (\ln A - \ln A_t) / t$ , onde a linha reta é obtida plotando o logaritmo neperiano da variável versus o tempo de estocagem (Figuras 16 e 17).



**Figura 16.** Progressão do pH no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo.



**Figura 17.** Progressão do BVT no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

### 4.3.3. Análises de textura instrumental

As análises de textura instrumental realizada em filés e em peixes inteiros foram realizadas com o objetivo de acompanhar a evolução da firmeza ao longo da estocagem, simulando uma compressão com o dedo sobre a carne e o peixe. Os resultados estão dispostos na Tabela 11 e representados na forma de gráfico na Figura 18.

Foi evidenciada uma redução significativa da firmeza ao longo da estocagem, apresentando coeficiente de correlação linear ( $R^2$ ) com o tempo de 0,72 para o peixe inteiro e 0,91 para o filé. Nos filés, a queda da firmeza não foi brusca como ocorreu no peixe inteiro, havendo diferença significativa entre os valores encontrados no dia zero e no dia 21. No peixe inteiro, a diminuição acentuada foi observada no 4º dia de estocagem, semelhante aos resultados de análise sensorial de firmeza.

**Tabela 11.** Médias de textura instrumental de filés e peixes inteiros durante a estocagem em gelo.

Tempo	Firmeza do Filé (N)*	Firmeza Peixe Inteiro (N)**
Dia 0	1.37 ± 0.4 <sup>a</sup>	13.48 ± 1.2 <sup>a</sup>
Dia 4	1.29 ± 0.4 <sup>ab</sup>	7.49 ± 5.0 <sup>b</sup>
Dia 9	1.24 ± 0.1 <sup>ab</sup>	7.13 ± 4.6 <sup>bc</sup>
Dia 14	1.01 ± 0.3 <sup>ab</sup>	7.4 ± 4.2 <sup>b</sup>
Dia 18	1.07 ± 0.2 <sup>ab</sup>	6.56 ± 2.6 <sup>bc</sup>
Dia 21	0.96 ± 0.2 <sup>b</sup>	3.39 ± 2,0 <sup>c</sup>

Média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. \*n = 4; \*\*n = 6.

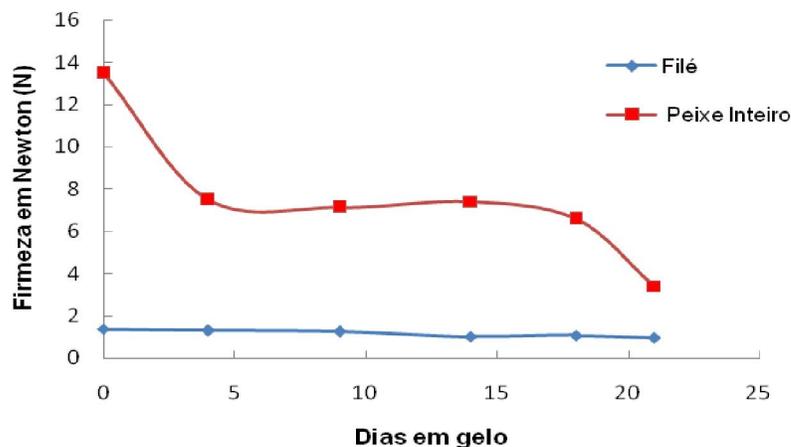
A firmeza encontrada para o filé do olho-de-cão no dia zero (1,37 N) foi inferior a firmeza encontrada para filé do pirarucu no mesmo período, 501g (4,9N) (OLIVEIRA, 2007). Mesmo assim, aos 18 dias de estocagem os resultados foram bem semelhantes: 1,98 g (1,9 N). Este autor também realizou análise de textura em pirarucus inteiros, e seus resultados foram inferiores aos encontrados para o olho-de-cão durante toda a estocagem. No dia zero de estocagem o pirarucu apresentou dureza de 733g (7,2 N) e aos 18 dias estava com 346g (3,4 N). Essas variações podem ter ocorrido pelo fato do autor ter utilizado uma velocidade de penetração superior (2mm/s) a utilizada no presente estudo (1 mm/s) e ainda ter usado um filé de maior espessura (20mm). Cabe ressaltar que este autor fez uso da unidade força-grama, e para conversão dos valores para Newton, foi utilizada uma relação proposta pelo mesmo autor, multiplicando o resultado em g pelo fator 9,807/1000.

Também no dia zero, Larsen, Quek e Eyres (2011) encontrou valor da firmeza dos filés de *Oncorhynchus tshawytscha*, conhecido como salmão da Nova Zelândia, igual a 0,7 N, inferior ao encontrado para o olho-de-cão no mesmo período.

O decréscimo da firmeza de files também foi observado por Guillerm-Regost et al. (2006) em um estudo sobre as características de qualidade no alibute (*Hippoglossus hippoglossus*), no entanto, os valores de firmeza encontrados foram muito superior ao encontrado no presente estudo. No primeiro dia de estocagem foi encontrado um valor em torno de 21 N, que caiu significativamente até o 8º dia para 11 N, se mantendo constante até os 26 dias de experimento.

Majolini et al. (2009) realizaram testes de firmeza em filés de robalo (*Dicentrarchus labrax*) ao longo da estocagem. Diferentemente da maioria dos estudos, observaram um ligeiro acréscimo nos níveis de dureza desde o dia zero (5 N) até o 4º dia (7 N) em gelo, o que teria sido atribuído como estado de *rigor*. No presente estudo, o decréscimo da firmeza desde o início do período pode ser explicado pelo fato de que os peixes já teriam chegado ao laboratório com o estado de *rigor* finalizado.

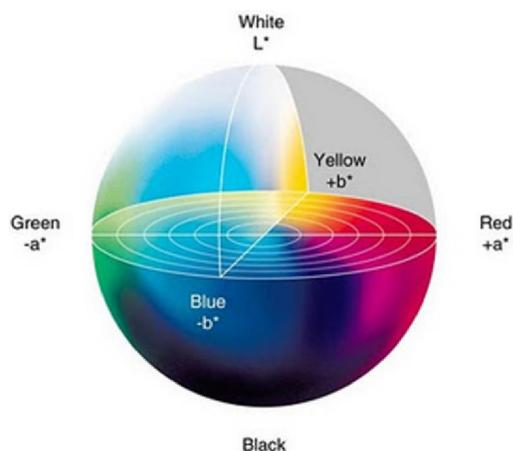
A análise de textura instrumental é uma análise sensível, passível de grande variabilidade nas replicatas, além da complexa estrutura muscular também ser variável entre espécies e indivíduos. A região anatômica escolhida, espessura da amostra, o tipo de probe e a velocidade de teste podem gerar variações entre resultados, dificultando a comparação com outros estudos.



**Figura 18.** Representação gráfica das médias de firmeza em filés de olho-de-cão e no peixe inteiro durante a estocagem em gelo.

#### 4.3.4. Análise de cor instrumental

Os resultados de cor instrumental da pele e do filé do olho-de-cão durante a estocagem em gelo estão dispostos na Tabela 12 e Tabela 13, respectivamente. Os resultados demonstram o efeito do tempo de estocagem sobre a cor dos filés e sobre a cor da pele do olho-de-cão, desde o dia da captura até a completa deterioração.



**Figura 19.** Representação sólida tridimensional das tonalidades. Fonte: “Konica Minolta Colorimetric Technology”

**Tabela 12.** Média dos resultados da análise de cor instrumental da pele do olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

Tempo	a*	b*	L*	C*	h*
Dia 0	14.09 ± 2.51 <sup>a</sup>	6.32 ± 2.46 <sup>a</sup>	51.77 ± 9.26 <sup>a</sup>	15.53 ± 3.09 <sup>a</sup>	23.65 ± 6.14 <sup>a</sup>
Dia 4	5.56 ± 3.53 <sup>b</sup>	5.52 ± 1.35 <sup>ab</sup>	60.01 ± 4.73 <sup>ab</sup>	8.11 ± 3.04 <sup>b</sup>	50.31 ± 19.01 <sup>b</sup>
Dia 9	2.40 ± 2.37 <sup>c</sup>	4.41 ± 2.54 <sup>d</sup>	66.24 ± 5.11 <sup>bc</sup>	5.25 ± 3.06 <sup>c</sup>	76.67 ± 35.81 <sup>c</sup>
Dia 14	0.47 ± 1.00 <sup>d</sup>	1.96 ± 1.27 <sup>c</sup>	54.29 ± 5.48 <sup>bc</sup>	2.14 ± 1.43 <sup>c</sup>	85.93 ± 22.92 <sup>c</sup>
Dia 18	0.17 ± 0.81 <sup>d</sup>	1.74 ± 0.84 <sup>c</sup>	57.59 ± 4.34 <sup>c</sup>	1.94 ± 0.88 <sup>c</sup>	94.02 ± 27.79 <sup>c</sup>
Dia 21	-0.36 ± 0.81 <sup>d</sup>	0.99 ± 0.91 <sup>c</sup>	58.40 ± 3.59 <sup>d</sup>	1.14 ± 1.00 <sup>d</sup>	117.48 ± 34.94 <sup>d</sup>

Média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade, n = 9.

Segundo Pavlidis, Papandroulakis e Divanach (2006) padrões de coloração da pele em peixes são de importância fisiológica, comportamentais e ecológicas. Pavlidis et al. (2006), em estudo com pargos (*Pagrus pagrus*, *P. caeruleostictus*) observou que a coloração, além de ser considerado como um índice de bem-estar animal na aquicultura, é um fator econômico importante para determinação do valor de varejo, especialmente de peixes de pele vermelha, que quando pálida indica perda da qualidade da matéria-prima ou armazenamento em longo prazo.

O parâmetro  $a^*$ , que indica a ocorrência do tom vermelho, caiu significativamente ao longo da estocagem até a perda desta tonalidade no 14º dia de estocagem. No dia 14 o valor de  $a^*$  igual a zero sugere uma tonalidade cinza, a qual se manteve constante até o fim da estocagem. Essa evolução foi observada nitidamente na avaliação sensorial, quando aos 9 dias a equipe caracterizou a presença predominante do tom esbranquiçado.

O parâmetro  $b^*$  decresceu significativamente até o 14º dia, com valores próximos a zero, indicando uma tonalidade cinza que se manteve sem variação até 21 dias em gelo. A luminosidade,  $L^*$ , apresentou maior variação de resultados ao longo da estocagem. De um modo geral, esse valor subiu mostrando uma tendência a cor branca.

O ângulo hue ( $h^*$ ) e o croma ( $C^*$ ) apresentaram diferenças significativas até o último dia de estocagem. O  $h^*$  é responsável pela tonalidade, enquanto que o  $C^*$  a intensidade e pureza dessa tonalidade. Um ângulo hue mais próximo de 0º indica a tonalidade vermelha. A medida que o grau aumenta para 90º essa tonalidade muda para amarelo, para 180º é verde e para 270º é azul (Figura 19). Observou-se que o ângulo hue aumentou significativamente até o último dia de estocagem, demonstrando a perda da tonalidade vermelha, observada no primeiro dia no valor de 23,65. A elevação do ângulo hue se estende até o 18º dia, demonstrando tonalidade amarelo. A variável  $C^*$  é dada pela relação entre  $a^*$  e  $b^*$  e quanto maior que zero seu valor é, maior é pureza e/ou intensidade do tom. Portanto, a queda significativa desse valor até o último dia de estocagem mostrou a perda da nitidez e da intensidade dos tons.

Semelhantemente aconteceu com a pele de robalos (*Dicentrarchus labrax*) que, de um modo geral, mostrou aumento de  $L^*$  e diminuição de  $a^*$  e  $b^*$ , ao longo da estocagem em gelo, este trabalho também percebeu uma similar evolução observada na cor dos files (MAJOLINI et al., 2009).

Pavlidis, Papandroulakis e Divanach (2006) observaram que ao longo da estocagem em gelo de pargos (*Pagrus pagrus*, *P. caeruleostictu*) as variáveis  $L^*$ , hue e  $C^*$ , avaliadas na região dorsal, caíram significativamente a partir do 3º dia até o 7º dia. Em estudos anteriores realizados em peixes de pele vermelha, também relataram um aumento da luminosidade da pele e diminuição dos componentes de cor vermelha e amarela, com o aumento do tempo de armazenamento. Embora não exista um padrão estabelecido para as alterações nos parâmetros de cromaticidade da pele em peixes no *post-mortem*, elas podem estar associadas com alterações na reflexão da luz, devido a autólise celular, a desnaturação de proteínas musculares (resultando na redução de retenção de água na carne) e / ou com as mudanças na intensidade dos pigmentos dentro cromatóforos da pele.

**Tabela 13.** Média dos resultados da análise de cor instrumental do filé do olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

Tempo	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$C^*$	$h^*$
Dia 0	-1.44 ± 1.42 <sup>a</sup>	4.35 ± 3.63 <sup>a</sup>	59.61 ± 4.16 <sup>a</sup>	5.41 ± 2.4 <sup>a</sup>	121.32 ± 39.75 <sup>a</sup>
Dia 4	-1.58 ± 2.21 <sup>a</sup>	0.89 ± 3.81 <sup>b</sup>	57.24 ± 1.02 <sup>ab</sup>	4.15 ± 1.86 <sup>ab</sup>	169.90 ± 62.08 <sup>b</sup>
Dia 9	-1.79 ± 0.39 <sup>ab</sup>	-0.49 ± 0.68 <sup>b</sup>	56.64 ± 4.54 <sup>bc</sup>	1.95 ± 0.44 <sup>bc</sup>	192.86 ± 20.08 <sup>b</sup>
Dia 14	-2.09 ± 0.53 <sup>ab</sup>	-0.91 ± 0.91 <sup>b</sup>	51.30 ± 1.54 <sup>cd</sup>	2.42 ± 0.61 <sup>cd</sup>	197.72 ± 26.60 <sup>b</sup>
Dia 18	-2.46 ± 0.15 <sup>ab</sup>	-0.98 ± 0.95 <sup>b</sup>	50.10 ± 0.98 <sup>de</sup>	2.77 ± 0.39 <sup>cd</sup>	199.66 ± 18.37 <sup>b</sup>
Dia 21	-2.89 ± 0.38 <sup>b</sup>	-1.15 ± 1.09 <sup>b</sup>	53.76 ± 1.31 <sup>e</sup>	3.27 ± 0.47 <sup>d</sup>	199.78 ± 18.40 <sup>b</sup>

Média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade, n = 8.

Avaliando a tonalidade dos filés, observou-se que o tom amarelado foi mais evidente desde o dia zero ( $b^* = 4,35$ ), confirmado pelo ângulo hue, que no dia zero apresentou uma angulação próxima de  $90^\circ$  equivalente a esta cor. O valor de  $b^*$  caiu significativamente do dia zero ao 4º dia mantendo-se constante com a tonalidade cinza. Essa mesma variação significativa aconteceu com ângulo hue. A queda do valor de  $L^*$  indica uma tendência de escurecimento dos filés. Diferentemente aconteceu com os filés de alibute (*Hippoglossus hippoglossus* L.) estocados em gelo, porque  $L^*$  e  $b^*$  aumentaram significativamente até 6º dia de estocagem e o valor negativo de  $a^*$  mostrou que os filés tinham cor esverdeada, e este valor diminuiu significativamente do dia 4 ao 6 (GUILLERM-REGOST et al., 2006)

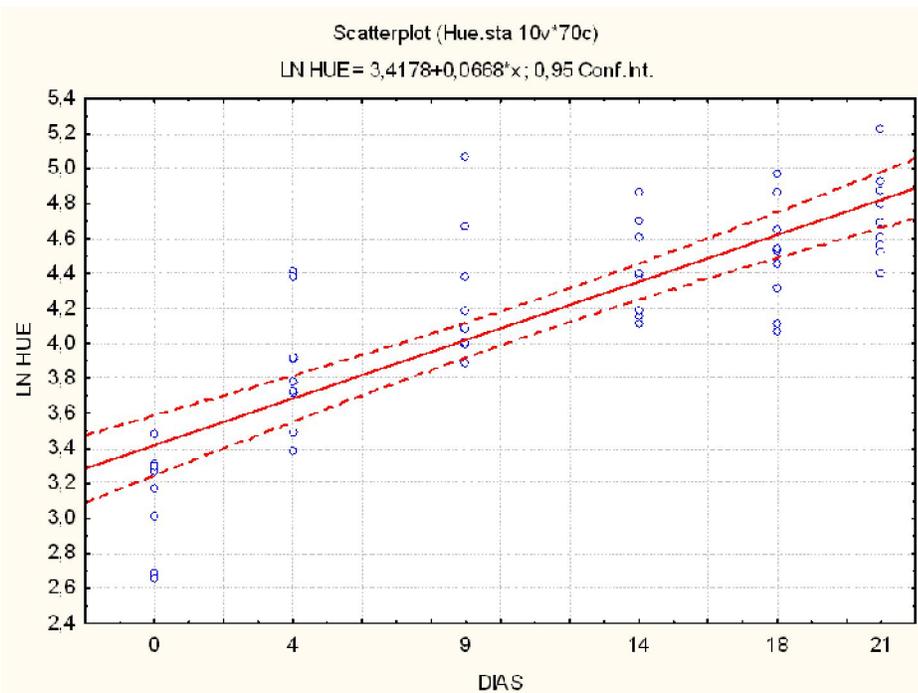
Foi determinada a ordem da reação e os parâmetros da cinética da evolução do ângulo hue da pele do olho-de-cão durante o período de estocagem em gelo. Os parâmetros utilizados na determinação do modelo com melhor ajuste foram o coeficiente de correlação linearizada  $R^2$  (o mais próximo da unidade), e o valor do desvio percentual médio (P), que é a média da diferença percentual relativa entre os valores experimentais e valores preditos.

A evolução do ângulo hue se ajustou ao modelo cinético de primeira ordem, linearizada, conforme o preconizado por Lomauro, Bakshi e Labuza (1985).

**Tabela 14.** Parâmetros cinéticos do ângulo hue do olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

Análise	Ordem de reação	Constante de velocidade de reação k (-dia)	Coeficiente de correlação ( $R^2$ )	Desvio percentual médio (P)
Ângulo	0	3.99129	0,57890668	27,13
Hue	1 linearizada	0.066818	0,67465671	6,43
	1 não-linearizada	0.051096	0,54752	34,08

Para a cinética da reação de primeira ordem, o cálculo da constante de velocidade de reação (k) é dado pela equação  $k=(\ln A - \ln A_t)/t$ , onde a linha reta é obtida plotando o logaritmo neperiano da variável versus o tempo de estocagem (Figuras 20).



**Figura 20.** Progressão do ângulo hue no modelo ajustado (ordem 1 linearizada) em olho-de-cão durante a estocagem em gelo.

#### 4.4. Análise de Correlação

Os resultados de BVT, pH, ângulo hue (peixe inteiro), firmeza (peixe inteiro), análises bacteriológicas e a pontuação média do Índice de Qualidade obtida dos resultados da equipe treinada ao longo dos 21 dias de estocagem foram submetidos à análise de correlação de Pearson (Tabela 15), com o objetivo de verificar a correlação existente entre essas análises e a pontuação do IQ obtido pelo MIQ.

Quando a correlação é igual a 1 significa uma correlação positiva perfeita, quando é igual a -1, indica uma correlação negativa. Uma correlação igual a zero significa que as variáveis não dependem linearmente uma da outra, mas ainda pode existir uma dependência não linear que pode ser investigado por outros meios (LIRA, 2004). Segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de correlação ( $\rho$ ) pode ser avaliado qualitativamente da seguinte forma:

- se  $0,00 < \rho < 0,30$ , existe fraca correlação linear;
- se  $0,30 \leq \rho < 0,60$ , existe moderada correlação linear;
- se  $0,60 \leq \rho < 0,90$ , existe forte correlação linear;
- se  $0,90 \leq \rho < 1,00$ , existe correlação linear muito forte.

O resultado demonstrou que as variáveis químicas, físicas e bacteriológicas analisadas foram bem correlacionadas entre si, e principalmente, foram bem correlacionadas com a pontuação do Índice de Qualidade do esquema MIQ desenvolvido, sendo todas superiores a 0,868. Portanto, tais resultados mostram um respaldo estatístico da importância do MIQ desenvolvido para o olho-de-cão e da sua utilização de forma objetiva.

**Tabela 15.** Análise de Correlação de Pearson entre o IQ e os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas durante a estocagem do olho-de-cão em gelo.

Variáveis	IQ	BVT	pH	hue*	Firmeza**	Mesófilas	Psicrotróficas
IQ	1	<b>0,971</b>	<b>0,948</b>	<b>0,977</b>	<b>-0,868</b>	<b>0,906</b>	<b>0,999</b>
BVT	<b>0,971</b>	1	<b>0,877</b>	<b>0,971</b>	<b>-0,836</b>	<b>0,887</b>	<b>0,979</b>
pH	<b>0,948</b>	<b>0,877</b>	1	<b>0,930</b>	<b>-0,880</b>	<b>0,926</b>	<b>0,941</b>
Hue*	<b>0,977</b>	<b>0,971</b>	<b>0,930</b>	1	<b>-0,919</b>	<b>0,913</b>	<b>0,985</b>
Firmeza**	<b>-0,868</b>	<b>-0,836</b>	<b>-0,880</b>	<b>-0,919</b>	1	<b>-0,751</b>	<b>-0,877</b>
Mesófilas	<b>0,906</b>	<b>0,887</b>	<b>0,926</b>	<b>0,913</b>	<b>-0,751</b>	1	<b>0,905</b>
Psicrotróficas	<b>0,999</b>	<b>0,979</b>	<b>0,941</b>	<b>0,985</b>	<b>-0,877</b>	<b>0,905</b>	1

Valores em negrito indicam significância no nível de 5%. \* Firmeza instrumental do peixe inteiro. \*\* Ângulo hue do peixe inteiro.

#### 4.5. Estimativa da Validade Comercial e Validade Comercial Remanescente

Embora o MIQ seja uma ferramenta importante para predizer o fim da validade comercial ou o tempo de rejeição, ele deve ser estimado com a ajuda e o apoio de outros métodos de avaliação (SANT'ANA; SOARES; VAZ-PIRES, 2011).

Cabe lembrar, que o prazo de validade comercial de peixes é definido como o número de dias que os peixes frescos podem ser mantidos em gelo até que se tornem impróprios para o consumo humano, e enfatizam que a validade comercial estimado baseia-se em condições ótimas de captura e armazenamento (HYLDIG et al., 2011).

Segundo FAO (1995), a velocidade e o modo de deterioração dos peixes são afetados por muitos parâmetros, interferindo diretamente na validade comercial desses peixes. Em geral pode-se afirmar que os peixes maiores deterioram mais lentamente do que os peixes pequenos, os peixes chatos mais lentamente que peixes redondos, e peixes magros mais lentamente do que peixes gordos, sob condições aeróbicas. Vários fatores, provavelmente, contribuem para essas diferenças e que alguns são evidentes, muitos ainda estão no nível das hipóteses.

Os resultados obtidos da determinação de pH (valor limite de 6,5 vigente na legislação) e da avaliação sensorial através da aplicação do esquema MIQ (atingimento da pontuação de demérito 2 na maioria dos atributos), foram determinantes para estimar a validade comercial do olho-de-cão em até 9 dias em gelo. A partir da validade comercial estimado para cada unidade de IQ até 9 dias, a validade comercial remanescente foi calculado por diferença, como pode ser observado na Tabela 16 e Anexo B.

Quando a correlação linear entre o Índice de Qualidade (IQ) e tempo de armazenamento em gelo é obtido, as pontuações totais demérito podem ser utilizadas para prever o período de validade comercial restante (BOTTA, 1995). O manuseio dos peixes, a rápida e ininterrupta redução da temperatura, tipos de pesca, método de evisceração e de sangria e também época do ano e local de captura, são importantes fatores que podem tem um efeito no tempo de validade comercial. As equações das regressões são empregadas na previsão do tempo de armazenamento em gelo a partir dos valores do Índice de Qualidade. A validade comercial remanescente corresponde à diferença entre a validade comercial e o tempo de armazenagem previsto (MARTINSDÓTTIR, 2001).

Hyldig et al. (2011) sugere a necessidade de validação do esquema MIQ para predição confiável do tempo de estocagem e consequentemente do tempo remanescente. O resultado da

“calibração” do método permite calcular o Erro Padrão de Predição (Standard Error of Prediction – SEP) que resulta na confiabilidade de utilização do esquema. Este erro de estimativa pode levar a uma variação de 0,5 a 2 dias de estocagem em gelo, conforme dados encontrados na literatura.

Nunes, Batista e Cardoso (2007) encontraram o mesmo prazo de validade comercial, para o carapau (*Trachurus trachurus*) e para o peixe-espada-preto (*Aphanopus carbo*), 9 e 8 dias em gelo respectivamente; Bollina et al. (2005) determinaram para o *Gadus morhua* estocado em gelo, um período de 8 dias; Baixas-Nogueras et al. (2003) delimitaram entre 8 e 10 dias em gelo para merluza européia (*Merluccius merluccius*); e El Marrakchi et al. (1990) 9 dias para as sardinhas (*Sardina pilchardus*).

No entanto, o ponto de rejeição do goraz, definido através das análises sensoriais, físicas e bacteriológicas foi de 12 -13 dias em gelo (SANT’ANA; SOARES; VAZ-PIRES, 2011); Borges, (2005) concluiu que as corvinas evisceradas tiveram um prazo de validade comercial de 14 dias enquanto que as corvinas inteiras tiveram esse prazo reduzido em seis dias, portanto 9 dias em gelo. Rodrigues et al. (2008) sugeriu um prazo de validade comercial entre 15 e 18 dias para tilápia cultivada; eviscerada e estocada em gelo. A partir de 28 dias em gelo o pirarucu apresentou características impróprias para consumo (OLIVEIRA, 2007).

Muitos desses autores supracitados encontraram na avaliação sensorial uma importância decisiva na determinação da validade comercial do pescado.

**Tabela 16.** Estimativa da validade comercial e da validade comercial remanescente do olho-de-cão (*P. arenatus*).

Índice de Qualidade	Validade Comercial (dias) *	Validade Comercial Remanescente (dias)
1	0	9
2	0	9
3	1	8
4	2	7
5	3	6
6	3	6
7	4	5
8	5	4
9	6	3
10	7	2
11	8	1
12	8	1
13	9	0

\* estimado através da regressão linear expressa pela equação  $IQ = 1,9071 + 1,203 \times \text{dias em gelo}$

Cyprian et al (2008) fez uso da pontuação do Índice de Qualidade, obtido pelo esquema MIQ, para então, determinar a validade comercial remanescente do *Salvelinus alpinus*, pertencente a família *Salmonidae*, em dois experimentos diferentes, um onde os peixes eram corretamente acondicionados em gelo após a captura enquanto que no outro antes da correta armazenagem os exemplares foram expostos a abusos de temperatura. Nos resultados os autores observaram que o esquema MIQ estimou corretamente a validade comercial restante para cada experimento e um pequeno aumento na temperatura por um curto

período de tempo foi responsável por elevar a pontuação final e conseqüentemente reduzir esse prazo de validade comercial remanescente.

Aplicação do Protocolo de Qualidade com a utilização de pontos de deméritos faz da análise sensorial, tão importante para avaliação do frescor do pescado, um método objetivo, permitindo de forma confiável e rápida, avaliação da matéria-prima, seja a bordo das embarcações, no controle da matéria-prima nas indústrias, ou nos entrepostos e em postos de venda. Além disso, o conhecimento do tempo de validade remanescente do pescado permite aos pescadores, processadores e varejistas um planejamento dos seus estoques pesqueiros e o melhor controle de seus mercados. Como já ocorre na União Européia, a aplicação da metodologia MIQ nos serviços de inspeção, permite o aumento da proporção de peixes de alta qualidade no mercado, elevando os valores das exportações, além de limitar as perdas por causa da deterioração dos peixes (MAUSSE et al., 2000; MARTINSDÖTTIR et al., 2001; NUNES; BATISTA; CARDOSO, 2007; SYKES et al., 2008; HYLDIG et al., 2011; SANT'ANA; SOARES; VAZ-PIRES, 2011).

## 5 CONCLUSÃO

- Em conclusão, o presente estudo mostrou importantes informações a cerca do processo de deterioração do olho-de-cão (*Priacanthus arenatus*) estocado em gelo, uma vez que não são encontrados na literatura estudos sobre bioquímica pós-morte e validade comercial da espécie.
- O Método do Índice de Qualidade aplicado para o olho-de-cão estocado em gelo demonstrou ser uma ferramenta eficiente de análise do frescor da espécie, além de ser rápido e de fácil execução. Neste contexto, é esperado que o MIQ se torne a metodologia de referência para estudos de diagnóstico, por exemplo, a bordo das embarcações, no controle da matéria-prima nas indústrias, nos entrepostos e postos de venda.
- Através da aplicação do Protocolo de Qualidade desenvolvido para o olho-de-cão, e da pontuação do IQ foi possível estimar a validade comercial da espécie e paralelamente sua validade comercial remanescente.
- Os resultados das análises bacteriológicas sugeriram que os exemplares utilizados no experimento foram capturados em águas limpas e que foram submetidos a adequadas condições de manipulação e de manutenção da temperatura a 0°C ao longo da estocagem.
- Ao longo da estocagem, as análises bacteriológicas não se mostraram determinantes para estimar o momento de rejeição da espécie. Enfatizando a relevância dos aspectos sensoriais no limite de aceitação da espécie.
- As análises de composição centesimal permitiram considerar a espécie *Priacanthus arenatus* de moderado teor de gordura e alto valor protéico. Apesar das diferenças encontradas entre o primeiro e último dia do experimento, não foi possível fazer uma correlação com o tempo de estocagem, porque estas podem estar relacionadas com variações individuais. Para maiores informações a cerca disso, mais estudos devem ser realizados, principalmente com foco em análises de qualidade de proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas e análises de oxidação lipídica.
- Nas condições do presente estudo, o pH atingiu limite máximo permitido de 6,5 aos 9 dias de gelo, diferentemente do teor de BVT, que não atingiu o limite vigente durante o experimento.
- As análises físicas instrumentais e químicas mostraram ter boa correlação (superiores a 0,868) com o Índice de Qualidade determinado pelo esquema MIQ desenvolvido, demonstrando o respaldo estatístico para a utilização do esquema.
- Com base em todos os resultados estudados, sugeriu-se o consumo até 9 dias e uma pontuação de IQ de 15 pontos de demérito para o olho-de-cão estocado em gelo, embora haja necessidade de validação do esquema MIQ para predição confiável do tempo de estocagem e conseqüentemente do tempo remanescente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABABOUC, L. H.; SOUBRI, L.; RHALIBY.; OUAHDI, O.; BATTAL, M.; BUSTA, F.F. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. **Food Microbiology**, v. 13. P 123-132, 1996.
- AGNESE, A. P.; DE OLIVEIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica - RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 88, p. 67-70, 2001.
- ALBANESE, D.; CINQUANTA, L.; LANORTE, M. T.; DI MATTEO, M. Squid (*Sepia officinalis*) stored in active packaging: some chemical and microbiological changes. **Italian Journal of Food Science**, v. 17, n. 3, p. 325–332, 2005.
- ALMEIDA FILHO E. S; SIGARINI C.O, RIBEIRO J. N; DELMONDES E. C.; STELATTO E.; ARAUJO A. Características microbiológicas de “pintado” (*Pseudoplatystoma fasciatum*) comercializado em supermercados e feira livre no município de Cuiaba-MT. **Revista Higiene Alimentar**, v. 16, n.99, p. 84-8, 2002.
- ANESE, M.; GORMLEY, R. Effects of dairy ingredients on some chemical, physico-chemical and functional properties of minced fish during freezing and frozen storage. **Lebensmittel-Wissenschaft und. Technologie**, v. 29, p. 151-157, 1996.
- ANDRADE, P. F. **Avaliação do Prazo de Vida Comercial do Atum (*Thunnus atlanticus*) Armazenado sob refrigeração**. Programa de Pós-Graduação em medicina Veterinária. Universidade federal Fluminense. Niterói, 2006.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg, MD, 2010.
- APHA – American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001. 676 p.
- ARBELAÉZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1059-1069, 2002.
- BADOLATO, E.S.G. et al. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.
- BAIXAS-NOGUERAS, S.; BOVER-CID, S.; VECIANA-NOGUÉS, T.; NUNES, M. L.; VIDAL-CAROU, M. C. Development of a Quality Index Method to Evaluate Freshness in Mediterranean Hake (*Merluccius merluccius*). **Journal of Food Science**, v. 68, p. 1067–1071, 2003.

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

BEN-GIGIREY, B.; SOUSA, J. M. V. P.; VILLA, T. G. BARROS-VELAZQUEZ, J. Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 5, p. 608-615, 1998.

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

BEKAERT, K. (2006). Development of a quality index method scheme to evaluate freshness in tub gurnard (*Chelidonichthys lucernus*). In: LUTEN, J.B. et al. (Ed.). **Seafood research from fish to dish: quality, safety and processing of wild and farmed fish**. 2006. p. 289-296.

BONILLA, A. C.; SVEINSDOTTIR, K.; MARTINSDOTTIR, E. Development of Quality Index (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. **Food Control**, v. 18, p. 352-358, 2005.

BORGES, A.; TEIXEIRA, M. S.; FREITAS M.Q.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E.T.; SÃO CLEMENTE, S.C.de.; Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0°C. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 37, n. 1, p. 259-264, 2007.

BORGES, A.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E.T.; SÃO CLEMENTE, S.C.de.; Zúñiga, N. O. C. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) inteira em diferentes períodos de estocagem à temperatura de 0°C. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 3, p. 194-196, 2006.

BOTTA, J. R. **Evaluation of seafood freshness quality**. New York: VCH Publishers, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). **Métodos analíticos oficiais para controle de Produtos de Origem animal e seus ingredientes**. I – Métodos físicos e químicos. LANARA, Brasília, DF, p. 123, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Aprovado pelo decreto n. 30691 de 29/03/52, alterado pelo decreto n. 1255 de 25/06/62. Brasília, DF, 1997a.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 185, e 13 de maio de 1997. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Brasília, DF, 1997b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MMA Nº 53, de 22 de novembro de 2005. Brasília, DF, n. 225, Seção 1, p. 86-87, 2005.

BREMNER, H. A. A convenient easy-to-use system for estimating the quality of chilled seafoods. *Fish processing Bull.*, 7:59-70, 1985. In: NUNES, M.; BATISTA, I.; CARDOSO,

C. **Aplicação do Índice de Qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado**. Lisboa: IPIMAR, 2007. 51 p.

BRIONES, L. S.; REYES, J. E.; TABILO-MUNIZAGA, G. E.; PÉREZ-WONB, M. O. Microbial shelf-life extension of chilled Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and abalone (*Haliotis rufescens*) by high hydrostatic pressure treatment. **Food Control**, v.21, n. 11, p. 1530–1535, 2010.

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

BURGER, J. Fishing, fish consumption, and awareness about warning is a university community in central New Jersey in 2007, and comparison with 2004. **Environmental Research**, New York, v. 108, p. 107-116, 2008.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.

CAMPUS, M.; BONAGLINI, E.; CAPPUCINELLI, R.; PORCU, M. C.; TONELLI, R.; ROGGIO, T. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality Index Method (QIM) Scores of Farmed Gilthead Seabream (*Sparus aurata L.*) at Low and Abused Temperatures. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 3, p. 185-191, 2011.

CEREDA, M. P.; Sanches, L. **Manual de armazenamento e de embalagem de produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais, 1983. 263 p.

CIVERA, T.; TAURI, R.M.; PARISI, E.; FAZIO, G. Further investigations on total volatile basic nitrogen and trimethylamine in some mediterranean teleostean during cold storage. **Sci. Aliments**, v. 15, p. 179-186, 1995.

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

CORSER, P. I.; FERRARI, G. T.; MARTINÉZ, Y. B.; SALAS, E. M.; CAGNASSO, M. A. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales em doce espécies de pescado de importância comercial em Venezuela. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición – ALAN**, Caracas, v. 50, n. 2, 2000.

DAVIGLUS, L.M. et al. Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality -A metaanalysis of cohort studies. **Circulation**. v.109, p. 2705-2711, 2004.

EHIRA, S.; UCHIYAMA, H. Determination of fish freshness using the K value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness. In RAMER D. E.; LISTON, J. (Eds.), Seafood quality determination. Amsterdam, **Elsevier Science**. p. 185–193, 1987.

EIROA, M. N. U. Aspecto microbiológico associado a conservação e ao consumo de pescado. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 54 p. 9-37. 1980.

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

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

FAO, Fisheries and Aquaculture Department. **Quality and quality changes in fresh fish**. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 1995. 348 p.

FAO, Fisheries and Aquaculture Department. **Garantia da qualidade dos produtos da pesca**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768P/T1768P00.htm#TOC>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

FAO, Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Part 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. **Boletim de extensão rural pescado processados: Maior vida de prateleira e maior valor agregado**. Lavras, MG, 26 p., 2002. Disponível em: <<http://www.nucleoestudo.ufla.br>>. Acesso em: 15 mai. 2011.

FERREIRA, T. **O milagre da multiplicação dos peixes**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2009. Disponível em: <[http://desafios2.ipea.gov.br/003/00301009.jsp?ttCD\\_CHAVE=12624](http://desafios2.ipea.gov.br/003/00301009.jsp?ttCD_CHAVE=12624)>. Acesso em: 08 jan. 2012.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Editora Ateneu, 2005. 182p.

FREIRE, K, M, F; FILHO, A, C. Richness of common names of Brazilian reef fishes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 2, p. 96-145, 2009.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Varela, 2003.

GIULIETTI, N.; ASSUMPÇÃO, R. Indústria Pesqueira no Brasil. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 1995. In: ABDALLAH, P. R.; BACHA, C. J. C. Evolução da atividade pesqueira no Brasil: 1960 – 1994. **Teor. Evid. Econ.**, Passo Fundo, v. 7, n. 13, p. 9-24, 1999.

GOBANTES, I.; CHOUBERT, G.; GOMEZ, R. Quality of pigmented (*astaxanthin* and *canthaxanthin*) rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets stored under vacuum packaging during chilled storage. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 46, p. 4358–4362, 1998.

- GRAM, L.; FAO, H. H. Microbial spoilage of fish and fish products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33: p. 121-137, 1996.
- GRAM, L.; MELCHIORSEN, J. Interaction between fish spoilage bacteria *Pseudomonas* spp. and *Shewanella putrefaciens* in fish extracts and on fish tissue. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 80 p. 589–595, 1996.
- GRIGORAKIS, K.; TAYLOR, K. D. A.; ALEXIS, M. N. Seasonal patterns of spoilage of ice-stored cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v. 81, p. 263–268, 2003.
- GUILLERM-REGOST, C.; HAUGEN, T.; NORTVEDT, R.; CARLEHÖG, M.; LUNESTAD, B. T.; KIESSLING, A.; RØRÅ, A. M. Quality characterization of farmed atlantic halibut during ice storage. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, 2006.
- HAARD, N. F. The role of adaptation and other intraspecific factors. In HAARD, N. F.; SIMPSON, B. J. **Seafood enzymes**. New York: Marcel Dekker, p. 1–36, 2000.
- HANNA, J. Rapid microbial methods and fresh fish quality assessment. In G. M. HALL (Ed.), **Fish processing technology**. London: Black Academic & Professional, VCR Publishers, 1992, p. 275-305.
- HARRIS, W.S. 1999 Nonpharmacologic treatment of hypertriglyceridemia: focus on fish oils. **Clinical Cardiology**, 22(suppl. II): 40-43.
- HOBBS, B. C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 235 p. 1987. Tradução de: Food poison and food hygiene. 1998.
- HOZBOR, M. C.; SAIZ, A. I.; YEANNES, M. I.; FRITZ, R. Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). **LWT- Food Science and Technology**, v. 39, p. 99–104, 2006.
- HUIDOBRO, A.; MONTERO, P.; BORDERÍAS, A. J. Emulsifying Properties of an Ultrafiltered Protein From Minced Fish Wash Water. **Food Chemistry**, v. 61, p. 333-339, 1998.
- HUREAU, J.C. Priacanthidae. p. 712-713. In. QUERO, J. C.; HUREAU, J. C.; KARRER, C.; SALDANHA P. E. L. **Check-list dos peixes do Atlântico tropical oriental (CLOFETA)**. JNICT, Lisboa; SEI, Paris e UNESCO, Paris, v. 2,1990. Disponível em: < [http:// eol.org](http://eol.org) >. Acesso em: 15 out. 2011.
- HURTADO, J. L.; BORDERÍAS, J.; MONTERO, P.; AN, H. Characterization of proteolytic activity in octopus (*Octopus vulgaris*) arm muscle. **Journal of Food Biochemistry**, v. 23, p. 469–483, 1999.
- HYLDIG, G., MARTINSDÓTTIR, E.; SVEINSDÓTTIR, K.; SCHELVIS, R.; BREMMER, A. Quality Index Method. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Sensory Analysis of Foods of Animal Origin**. CRC Press, 2011. Cap. 15, p. 268-284.

ICMS. Internaional comissiono n microbiological specificatins for food. **Microorganisms in food**. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specif applications. University of Toronto Press, Toronto, 1974.

IGFA, 2001. **Banco de dados de registros dobrando IGFA até 2001**. IGFA, Fort Lauderdale, EUA. Banco de dados de todos os registros gravados pelo IGFA até agosto de 2001. Disponibilizados para FishBase. <http://www.igfa.org/>

JACQUOT, R. Organic Constituents of Fish and Other Aquatic Foods. In: BORGSTROM, G. (Ed.), **Fish Food**. London: Academic Press, 1961. v. 1, p. 145-210.

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

KYRANA, V.R.; LOUGOVIOUS, V.P.; VALSAMIS, D.S.; Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. **International Journal of Science and Technology**, v. 32, p. 339-347, 1997.

LABUZA, T. P. **Shelf life dating of foods**. Westport: Food & Nutrition Press Inc., 1982. 500 p.

LANZARIN, M.; ALMEIDA FILHO, E. S .; RITTER, C.A.; MELLO, G.S.S. IGNÁCIO , C.M.S. Ocorrência de Aeromonas sp. e microrganismos psicrotróficos e estimativa do prazo de validade comercial de filé de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) mantidos sob refrigeração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1541-1546, 2011.

LARSEN, D.; QUEK, S. Y.; EYRES, L. Evaluating instrumental colour and texture of thermally treated New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their relation to sensory properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 1814-1820, 2011.

LAPA-GUIMARÃES, J.; APARECIDA. A. S. M.; EDUARDO, F. P.; CONTRERAS GUZMAN, E. Sensory, colour and psychrotrophic bacterial analyses of squids (*Loligo plei*) during storage in ice. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, v. 35, p. 21–29, 2000.

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

LINTON, M. J. M.; CLEMENTS, M. C.; PATTERSON, F. Changes in the microbiological quality of shellfish, brought by treatment with high hydrostatic pressure. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 38 p. 713–727, 2003.

LIRA, G. M., PEREIRA, W. D., ATHAYDE A. H. Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió - Al. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 84, p. 67-74, 2001.

LIRA, S. A.. **Análise de correlação: abordagem teórica e de Construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 196 p. Dissertação (mestrado em Ciências) Curso de Pós- Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

- LOMAURO, C. J.; BAKSHI, A. S.; LABUZA, T. P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: Fruit, vegetables and meat products. *Lebensm. Wiss. U. Technology*, v. 18, n. 2, p. 111-117, 1985.
- LOSADA, V.; PINEIRO, C.; BARROS-VELAZQUEZ, J.; AUBOURG, S. P. Inhibition of chemical changes related to freshness loss during storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in slurry ice. **Food Chemistry**, v. 93, p. 619–625, 2005
- MAIA, E.L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 433-437, 1999
- MACHADO, Z.L. **Tecnologia de produtos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos**. Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife, 1984. 277p.
- MACIEL, E. S. **Perspectiva do consumo perante produto proveniente da cadeia produtiva de tilápia do Nilo rastreada (*Oreochromis niloticus*) – consumo de pescado e qualidade de vida**. 2011. 304f. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MCCARTHY, H. T.; ELLIS, C. P.; SILVIA, M. L.; MILLS, B. Comparison of volatile acid number test with enzymatic acetic acid assay for assessment of seafood quality. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v. 72, p. 828–834, 1989.
- MAJOLINI, D.; TROCINO, A.; TAZZOLI, M.; XICCATO, G. Evolution of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) freshness during storage. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, n. 3, p. 282-284, 2009.
- MARTINSDÓTTIR, E.; SVEINSDÓTTIR, K.; LUTEN, J.; SCHELVIS-SMIT, R.; HYLDIG, G. **Sensory evaluation of fish freshness. Reference manual for the fish sector**. QIM-Eurofish, the Netherlands, 2001, 2004. Disponível em: <<http://www.qim-eurofish.com>>. Acesso em: 13 nov. 2010.
- MASSA, A.E.; PALACIOS, D.L.; PAREDI, M.E.; CRUPKIN, M. *Post mortem* changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). **J Journal of Food Biochem.** v.29, p. 570–590, 2005.
- MAUSSE, E. C. J. **Shelf life of red fish stored in ice and modified atmosphere (MA) and some aspects on the development of a Quality Index Method (QIM) scheme for red fish stored in MA**. Fisheries Training Programme. The United Nations University. Final Project 2000. Beira, Mozambique.
- MEDEIROS, S. D. **Higiene e tecnologia de pescado**. Deterioração. p. 1-2, 2002.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, 2010**. Brasília, fevereiro de 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap>>. Acesso em: 02 mar. 2012.

MORAL, A. Metodos Fisco-quimicos de control de calidad de pescado. **Alimentacion Equipos y Tecnologia**, p. 115–122, 1987.

MORISHITA, T.; UNO, K.; ARAKI, T.; TAKAHASHI, T. Comparison of the amounts of extractive nitrogenous constituents in the meats of cultured red sea bream of different localities and culture methods and those of wild fish. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 55, p. 1565–1573, 1989.

MOYLE, P. B.; J. J. CECH, Jr. **Fishes: An introduction to ichthyology**. 2ed. Prentice Hall. Englewood, Cliffs, NJ, USA. 1998. 559p.

MURRAY, C. K.; SHEWAN, J. M. (1979). The microbial spoilage of fish with special reference to the role of psychrotrophs. In: FAO, H. H. Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, Fisheries Technical Paper. n.348. 1995.

NEJIB, G.; MOZA ABDALLAH, A. B.; ISMAIL MOHAMMED, A. B. The effect of storage temperature on histamine production the freshness of yellow fin tuna (*Thunnus albacares*). **Food Research International**, v. 38, p. 215-222, 2005.

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

OETTERER, M. **Industrialização do pescado Cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200 p.

OGAWA, M.; MAIA, E. L.; **Manual de Pesca, Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999, v. 1, 453 p.

OLIVEIRA, P. R. **Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas*) procedente da piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados**. Programa de Pós- Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Natureza. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

OLIVEIRA, V. M.; FREITAS M.Q.; SÃO CLEMENTE, S.C.de.; MÁRSICO, E. T. Método do índice de qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) CULTIVADO. **Revista de Ciência da Vida**, EDUR, v. 29, n. 1, p. 60-71, 2009.

OLAFSDOTTIR G, FLEURENCE J. 1997. Evaluation of fish freshness using volatile compounds—classification of volatile compounds in fish. In: SVEINSDÓTTIR, K., MARTINSDÓTTIR, E., HYLDIG, G., JORGENSEN, B., & KRISTBERGSSON, K. **Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*)**. Journal of Food Science, v. 67, p. 1570-579, 2002.

ORBAN, E.; NEVIGATO, T.; LENA, G.; MASCI, M.; , CASINI, I.; CAPRONI, R.; RAMPACCI, M. Total volatile nitrogen and trimethylamine nitrogen levels during ice storage of European hake (*Merluccius merluccius*): A seasonal and size differentiation. **Food Chemistry**, v. 128, p. 679–682, 2011.

ÖZYURT, G.; KULEY, E.; ÖZKÜTÜK, S.; ÖZOGUL, F. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. **Food Chemistry**, v. 114, p. 505–510, 2009.

PAEZ, M. L. D. Exploração de recursos pesqueiros no Brasil. Revista de Administração. São Paulo, 1993. In: ABDALLAH, P. R.; BACHA, C. J. C. Evolução da atividade pesqueira no Brasil: 1960 – 1994. **Teor. Evid. Econ.**, Passo Fundo, v. 7, n. 13, p. 9-24, 1999.

PAPA, I.; ALVAREZ, C.; VERREZ-BAGNIS, V.; FLEURENCE, J.; BENYAMIN, Y. Post-mortem release of fish white muscle alpha-actinin as a marker of disorganisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 72, p. 63–70, 1996.

PAVLIDIS, M.; PAPANDROULAKIS, N.; DIVANACH, P. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. **Aquaculture**, p. 211-219. 2006.

PEDROSA-MENABRITO, A.; REGENSTEIN, J.M. Shelf-life extension of fresh fish. A review. Part III. Fish quality and methods of assessment. **Journal of Food Quality**. v.13, p. 209-223, 1990.

PIGOTT, G.M.; TUCKER, B.W. **Seafood: effects of technology on nutrition**. New York: Marcel Dekker, 362p., 1990.

QUIGNARD, J. P.; TOMASINI, J. A. 2000 Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Mediterr.* 7(3):1-66. Disponível em: <<http://>>. Acesso em: 13 out. 2011.

RANDALL, J. E. **Priacanthidae**. Western Central Atlantic. (ed.) W. Fischer. v. 4. In. FAO folhas de identificação de espécies para fins de pesca. Fishing Area 31, 1978. Disponível em: <[http:// zipcodezoo.com/Animals/P/Priacanthus\\_arenathus/](http://zipcodezoo.com/Animals/P/Priacanthus_arenathus/)>. Acesso em: 10 out. 2011.

REHBEIN H, MATINSDÓTTIR E, BLOMSTERBERG F, VALDIMARSSON G, OEHLENSCHLAGER J. “Shelf life of ice-stored redfish, *Sebastes marinus* and *S. mentellas*”, **International Journal of Science and Technology**, v. 29, p. 303-314, 1994.

RODRIGUES, T. R.; FREITAS M.Q.; MÁRSICO, E.T.; FRANCO, R. M.; MELLO, S. C. R. P. Avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (*Micropogonias furnieri*) cultivada, eviscerada e conservada em gelo. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 67-71, 2008.

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, p. 2253-2259, 2011.

SANCHEZ, L.; GOMES, M. I. Armazenamento da pescada do Piauí, plágioscion squamosissimus (heckel, 1840), resfriadas. I. Evolução da composição química e alguns indicadores de frescor. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 2, n. 1, p. 73-82, 1990.

SARMA, J. et al. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*). **Food Research International**, Ottawa, v. 33, p. 815-820, 2000.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Editora-Livraria Varela, 1996. 517 p., p.139-157.

SIGURGILADOTTIR, S.; HAFSTEINSSON, H.; JONSSON, A.; LIE, O.; NORTVEDT, R.; THOMASSEN, M.; TORRISSEN, O. Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 1, p. 99-104, 1999.

SIMAT, V.; BOGDANOVIC, M.; KRZELJ, T.; SOLDI, A.; MARSIC- LUCIC, J. Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, p. 95-101, 2011.

SIQUEIRA, A. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2001. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SHAKILA, R. J.; VIJAYALAKSHIM, K.; JEYSEKARAN, G. Changes in histamine and volatile amines in six commercially important species of fish the Thoothukkudi coast of Tâmil Nadu, India stored at ambient temperature. **Food Chemistry**, v. 82, p. 347-352, 2003.

SHEWAN, J. M. The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: HAWTHORN, J.; MUILE LEITCH, J. London, **Recent advances in food science**, v. 1, p. 167-193, 1962.

SOARES, V. M.; PEREIRA, J. G.; IZIDORO, T. B.; MARTINS, O. A.; PINTO, J. P. A. N.; BIONDI, G. G. Qualidade Microbiológica de Filés de Peixe Congelados Distribuídos na Cidade de Botucatu, **Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 13, n. 2, p. 85-88, 2011.

SONODA, D. Y. **Demanda por pescado no Brasil entre 2002 e 2003**. 2006. 119 p. Tese (doutorado em Ciências – Área de concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SONG, Y. LIU, L.; SHEN, H.; YOU, J.; LUO, Y. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). **Food Control**, v. 22, p. 608-615, 2011.

STANSBY, M. E. Composition of Certain Species of Freshwater Fish. I. Introduction the determination of the variation of composition of fish. **Food Research**, v. 19, n. 2, p. 231-234, 1954.

STANSBY, M. E. Proximate Composition of Fish. In: HEEN, E.; KREUZER, R. (Eds.), **Fish in Nutrition**. London: Fishing News, p. 55-60, 1962.

STANSBY, M. E.; OLCOTT, H. S. Composición del pescado. In: STANSBY, M. E.; DASSOW, J. A. **Tecnología de la Industria Pesquera**. Zaragoza: Acribia, 1967. p. 391-402.

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

SVEINSDÓTTIR, K., MARTINSDÓTTIR, E., HYLDIG, G., JORGENSEN, B., & KRISTBERGSSON, K. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, v. 67, p. 1570-1579, 2002.

SVEINSDÓTTIR, K., HYLDIG, G., MARTINSDÓTTIR, E., JORGENSEN, B., & KRISTBERGSSON, K. Quality index method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 237-245, 2003.

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

SZPILMAN, M. **Aqualung guide to fishes: a practical guide to the identification of Brazilian coastal fishes**. Aqualung, 307 p., 1992.

STARNES, W. C 1981 Priacanthidae. Em W. Fischer, Bianchi G. Scott e WB (eds.) FAO folhas de identificação de espécies para fins de pesca. Atlântico Centro-Este; áreas de pesca 34, 47 (em parte). Departamento de Pesca e Oceanos do Canadá e da FAO. Vol. 3. pag. var. <http://www.fao.org/docrep/009/ag419e/ag419e00.htm>Vol.I Disponível em: <<http://>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

SCOTT, W. B.; SCOTT M. G. 1988. Atlantic fishes of Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219:731 p. Disponível em: <<http://>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. Versão II. 2a. ed. Campinas: Unicamp; 2006.

TALIADOUROU, D.; PAPADOPOULOS, V.; DOMVRIDOU, E.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted Mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 83, n. 13, p. 1373-1379, 2003

TAOUKIS, P. S.; LABUZA, T. P.; SAGUY, I. S. Kinetics of Food Deterioration and Shelf-life Prediction. In: VALENTAS, K. J.; ROTSTEIN, E.; SINGH, R. P. **The Handbook of Food Engineering Practice**. Boca Raton: CRC Press, 1997. Cap. 10, p. 361-402.

TEIXEIRA, M. S.; BORGES, A.; FRANCO, R. M.; SÃOCLEMENTE,S.C.de.; FREITAS M.Q. Método de índice de qualidade (QIM): desenvolvimento de um protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). . **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 16, n. 2, p. 83-88, 2009.

TONONI, J. R. **Indústria do pescado**. Disponível em: <<http://vix.sebraees.com.br/arquivos/biblioteca/Industria%20do%20Pescado.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

TURI, D. L.; RAGNI, M.; ANNA CAPUTI JAMBRENGHI, A. C.; LASTILLA, M.; VICENTI, A.; COLONNA, M. M.; GIANNICO, F.; VONGHIA, G. Effect of dietary

rosemary oil on growth performance and flesh quality of farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, n. 2, p. 857-859, 2009.

UNDELAND, I.; EKSTRAND, B.; LINGNER, T. Lipid oxidation in herring (*Clupea harengus*) light muscle, dark muscle, and skin, stored separately or as intact fillets. **J Amer Oil Chem Soc**, v. 75, p. 581-590, 1998

UYENO, T.; MATSUURA, K.; FUJII, E. E. **Peixes de arrastão em Suriname e Guiana Francesa e Japão**. Research Center, Tokyo, Japan, 1983. 519 p.

URENHA, A. J. Peixes do Brasil – água salgada. 2012. Disponível em: <<http://revistapescaecompanhia.uol.com.br/peixes-do-brasil/agua-salgada.aspx?c=301>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

VARGA, S.; KEITH, R. A.; MICHALIK, P.; SIMS, G. G.; REIGER, L.W. Stability of lean and fatty fish in hypobaric storage. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 1487–1491, 1980.

VAZ-PIRES, P., SEIXAS, P. MOTA, M.; LAPA-GUIMARÃES, J.; PICKOVA, J.; LINDO, A.; SILVA, T. Sensory, microbiological, physical and chemical properties of cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). **Food Science and Technology**, v. 41, p. 1655-1664, 2008.

VÉRREZ-BAGNIS, V.; NOEL, J.; SAUTEREAU, J.; FLEURENCE, J. Desmin degradation in postmortem fish muscle. **Journal of Food Science**, v. 64, p. 240–242, 1999.

VISENTAINER, J.V. Relação entre teores de colesterol em filés de tilápias e níveis de óleo de linhaça na ração. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 310-314, 2005.

VISENTAINER, J. V.; CARVALHO, P.; IKECAKI, M.; PARK, Y. K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 90-93. 2000.

## ANEXOS

### ANEXO A - Tabela do Esquema MIQ

Protocolo do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para o olho-de-cão (*P. arenatus*).

Parâmetros de Qualidade		Descrições	Pontos
ASPECTO GERAL	BRILHO	Brilho intenso	0
		Pouco Brilho	1
		Sem brilho	2
	COR DA PELE	Vermelha	0
		Vermelha com manchas brancas	1
		Tom esbranquiçado predominante	2
	FIRMEZA	Elástica	0
		Ligeiramente amolecida	1
		Muito amolecida	2
OLHOS	FORMATO	Convexa	0
		Plana	1
		Côncava, afundada	2
	ÍRIS	Vermelho brilhante	0
		Rosada	1
		Amarelada/ Esverdeada	2
	PUPILA	Preta, límpida e translúcida	0
		Cinza, enevoada e opaca	1
		Branca leitosa	2
BRÂNQUIAS	COR	Vermelho vivo	0
		Vermelho pálido	1
		Amarelada	2
		Marrom	3
	ODOR	Característico de peixe fresco	0
		Maresia	1
		Amoniacal/ Ranço	2
ABDÔMEN	COR	Amarelo claro	0
		Amarelo escuro/ acastanhado	1
	ODOR	Característico de peixe	0
		Maresia	1
		Amoniacal/ Ranço	2
		Pútrido	3
		NADADEIRAS	APARÊNCIA
Pouco umidificadas, pouco elásticas e amareladas	1		
Secas, sem elasticidade, tom amarelo predominante	2		
Índice de Qualidade			0- 24

## ANEXA B - Estimativa Validade Comercial e Validade Comercial Remanescente

Estimativa da validade comercial e validade comercial remanescente do olho-de-cão (*P. arenatus*).

IQ	Validade Comercial	Validade Comercial Remanescente
1	0	9
2	0	9
3	1	8
4	2	7
5	3	6
6	3	6
7	4	5
8	5	4
9	6	3
10	7	2
11	8	1
12	8	1
13	9	0