



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) NA
ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DA TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*), NAS FORMAS INTEIRA,
EVISCERADA E EM FILÉ, ARMAZENADA EM GELO.**

KAROLINE MIKAELLE DE PAIVA SOARES

Médica Veterinária

MOSSORÓ-RN-BRASIL

Fevereiro-2012

KAROLINE MIKAELLE DE PAIVA SOARES

MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) NA ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*), NAS FORMAS INTEIRA, EVISCERADA E EM FILÉ, ARMAZENADA EM GELO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves.

MOSSORÓ-RN-BRASIL

Fevereiro-2012

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA

S676m Soares, Karoline Mikaelle de Paiva .

Método do índice de qualidade (MIQ) na estimativa da vida útil da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, armazenada em gelo. / Karoline Mikaelle de Paiva Soares. -- Mossoró, 2012.

109 f.: il.

Dissertação (Mestrado Ciência Animal) Área de concentração: Sanidade e Produção Animal. – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: D. Sc. Alex Augusto Gonçalves.

1. Pescado. 2. Tilápia. 3. Qualidade do pescado. 4. Armazenamento de Tilápia. I.Título.

CDD: 639.2

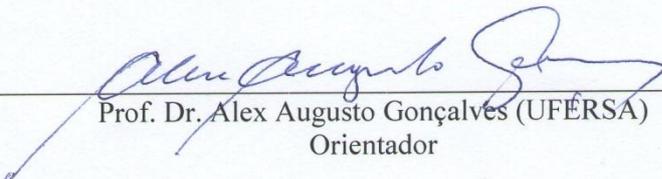
KAROLINE MIKAELLE DE PAIVA SOARES

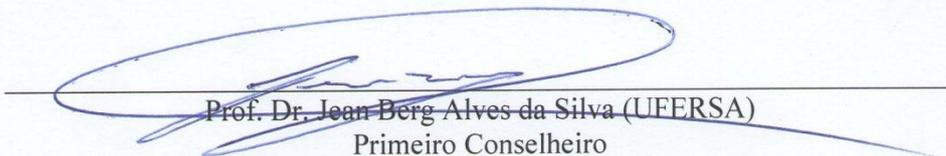
MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) NA ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*), NAS FORMAS INTEIRA, EVISCERADA E EM FILÉ, ARMAZENADA EM GELO

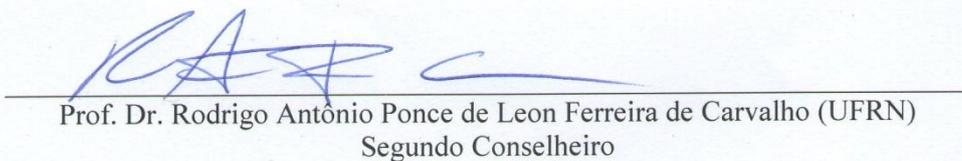
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM: 15/ 02/ 2012

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Alex Augusto Gonçalves (UFERSA)
Orientador


Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva (UFERSA)
Primeiro Conselheiro


Prof. Dr. Rodrigo Antônio Ponce de Leon Ferreira de Carvalho (UFRN)
Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Karoline Mikaelle de Paiva Soares – Nasceu no dia 18 de Agosto de 1987 na cidade de Mossoró-RN, filha de Raimunda Mercês de Paiva Soares e Carlos Alberto Pereira Soares, cursou ensino fundamental no Colégio Sagrado Coração de Maria e a maior parte do ensino médio no Colégio Geo Tambaú (João Pessoa – PB). Em Agosto de 2005 iniciou o ensino superior no Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Durante a graduação foi Bolsista do PIBIC/CNPq, monitora da disciplina de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e estagiária do Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Em julho de 2010, concluiu o curso de Medicina Veterinária e, na ocasião da colação de grau, foi laureada pela instituição por ter obtido o maior coeficiente de rendimento acadêmico da turma de Medicina Veterinária 2010.1 da instituição. No mês Agosto do mesmo ano, após ser selecionada em processo seletivo, iniciou, na mesma instituição, o curso de Mestrado em Ciência Animal. Durante o curso de mestrado, foi bolsista CNPq e cursou todos os créditos obrigatórios exigidos pela grade curricular do curso. Em de Agosto de 2011, foi aprovada em concurso público para professor substituto e passou a lecionar as disciplinas de Biotecnologia de Alimentos e Enzimologia e Tecnologia da Fermentação do Departamento de Ciências Animais da UFERSA.

Aos meus pais, Carlos e Raimunda, por todos os preciosos ensinamentos e pelo grande incentivo a minha formação profissional, a minha filha, Maria Clara, por ser a grande razão e motivação de tudo na minha vida e ao meu esposo Wilson pelo amor, dedicação, apoio e força em todos os momentos, fáceis ou difíceis em que esteve sempre ao meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela existência, por guiar meus passos e me ajudar a concluir mais essa grande etapa na minha vida.

À minha filha, Maria Clara, que é o meu grande tesouro e o meu grande amor que me dá força e me estimula a vencer cada etapa importante da minha vida!

À minha mãe Raimunda Mercês e o meu pai Carlos Alberto por tudo que fizeram por mim, por todas as renúncias em prol da minha formação e por sempre me guiarem para o melhor caminho.

Ao meu esposo, Wilson, por ter me feito descobrir o que realmente é amor, pelo companheirismo, pelo incentivo, por me ensinar muita coisa importante, e, principalmente, por estar sempre ao meu lado e me fazer muito feliz!

Aos meus queridos irmãos Kerol e Segundo por serem grande amigos, pela nossa infância maravilhosa, pelas brincadeiras, e principalmente pela união de sempre.

A todos que fazem parte da UFERSA pela minha formação acadêmica e profissional. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, incluindo todos os professores, funcionários, colegas de turma pela parceria durante todo o curso de Mestrado.

Ao meu orientador, Alex Gonçalves, por todas as orientações na execução do presente trabalho, e principalmente, por ser um grande exemplo profissional, no qual busco aprender mais e mais a cada dia. Além dos conhecimentos que tive a oportunidade de adquirir na área do pescado, desde que o conheci.

Ao professor Jean Berg, por ter me ajudado desde o princípio da minha vida acadêmica, me orientando desde os primeiros trabalhos científicos que tive a oportunidade de realizar, por me aceitar como estagiária em vários momentos importantes da graduação, por ter tido uma contribuição fundamental na minha formação e na área que escolhi atuar e principalmente por ser um grande amigo.

À professora Edna Aroucha por ter sido minha orientadora de iniciação científica, o que foi muito importante na minha inserção na área acadêmica e também pela parceria e amizade ao longo destes anos.

À discente Lara Souza e ao técnico de Laboratório de Tecnologia de Alimentos José Aldenor pela ajuda na execução das análises do presente trabalho.

Às amigas Êlika Suzianny e Érika Pedrina por preciosos conselhos e ajudas em momentos muito importantes da minha vida, nos quais estiveram dispostas a me ajudar. À minha grande amiga, Ana Luiza, pela linda história de amizade que construímos desde a graduação, pelas brincadeiras, pelo estudo em dupla, viagens, congressos, enfim por vários momentos marcantes que vou sempre guardar em minhas lembranças!

Ao CNPq pela concessão de bolsa durante o Mestrado. Enfim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na conclusão desta importantíssima etapa da minha vida.

MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ) NA ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*), NAS FORMAS INTEIRA, EVISCERADA E EM FILÉ, ARMAZENADA EM GELO.

SOARES, Karoline Mikaelle de Paiva. **Método do Índice de Qualidade (MIQ) na estimativa da vida útil da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, armazenada em gelo.** 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

RESUMO: O pescado é um grupo de alimentos com elevado potencial de deterioração e, por essa razão, é fundamental o emprego de ferramentas de avaliação do frescor destes produtos. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver o Método do Índice de Qualidade (MIQ) para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, armazenada em gelo e aplicá-lo no estabelecimento da sua vida útil. Neste sentido, realizaram-se três experimentos simultâneos. Nos experimentos I, II e III, foi desenvolvido o MIQ para a tilápia do Nilo inteira, tilápia inteira eviscerada e filés sem pele, respectivamente. Exemplares de tilápia de Nilo, com aproximadamente 650g, foram separados em três lotes, e colocados em caixas isotérmicas com gelo na proporção de 1:1, cada caixa continha 36 peixes, que correspondiam às amostras de cada experimento. As caixas foram armazenadas sob refrigeração, com temperatura externa de aproximadamente 4°C e interna de 0°C. A avaliação do frescor das amostras de peixes durante o armazenamento foi realizada através de análises sensoriais (MIQ), físico-químicas (pH e N-BVT) e microbiológicas (contagem bacteriana total, contagem de micro-organismos psicrotróficos, contagem de *Staphylococcus aureus* e número mais provável de coliformes totais e termotolerantes) a cada 72 horas, a partir do tempo zero. As análises foram realizadas com três repetições. A análise sensorial foi realizada por julgadores previamente treinados. O fim do período de armazenamento foi determinado pela análise sensorial, quando as amostras receberam a pontuação de IQ máxima. O ponto de rejeição pelo MIQ foi atingindo aos 9, 18 e 15 dias, respectivamente, para as tilápias nas formas inteira, eviscerada e em filé. As contagens microbiológicas dos peixes durante o armazenamento não ultrapassaram os limites preconizados pela ICMSF e ANVISA. Detectou-se ausência de *S. aureus* coagulase positivo em todas as amostras de tilápia nas três formas estudadas. Registraram-se aumentos nos teores de N-BVT com o armazenamento, porém no ponto de rejeição sensorial, estes teores estavam de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação brasileira (máximo 30 mg N/100g). A rejeição pelo pH coincidiu com a rejeição pelo MIQ. A vida útil máxima da tilápia inteira, eviscerada e em filé, mantida em gelo pode ser estimada em 9, 18 e 15 dias, respectivamente. O MIQ foi considerado eficiente na avaliação da tilápia do Nilo, já que a rejeição sensorial foi determinante no estabelecimento da vida útil.

Palavras chave: pescado, frescor, análise sensorial, vida útil.

QUALITY INDEX METHOD (QIM) FOR SHELF LIFE ESTIMATION OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) IN WHOLE, GUTTED AND SKINNED FILLETS FORMS, KEPT IN ICE.

SOARES, Karoline Mikaelle de Paiva. **Quality Index Method (QIM) for shelf life estimation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in whole, gutted and skinned fillets forms, kept in ice.** 2012. 109 f. Dissertation (Master's degree in Animal Science: Animal Health and Production) – Federal University Rural of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

ABSTRACT: Fish is a food group with high potential for deterioration and for this reason it is fundamental the use of tools to assess the freshness of these products. The objective of this study was develop the Quality Index Method (QIM) for farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), and apply it in the establishment of its useful life. In this sense, three simultaneous experiments were done. For experiments I, II and III QIM were developed for whole, whole and gutted and skinned fillets. The fishes, containing approximately 650 g, were separated into three batches, and placed in cool boxes with ice in a 1:1 ratio, each box contained 36 copies, which correspond to samples of each experiment. The boxes were stored at refrigeration temperature (4°C - external and 0°C – internal). To evaluate the freshness during storage, sensory analysis (QIM), physicochemical (pH and TVB-N) and microbiological (total bacterial count, psychrotrophic count, *Staphylococcus aureus* and most probable number of total coliforms and thermotolerant) were done every 72 hours from zero time. Analyses were performed with three replicates. Sensory analysis was performed using the QIM by a team consisting of panelists previously trained. The end of the storage period was determined by sensory analysis, when samples received the highest IQ scores. The point of rejection by the QIM was reached 9, 18 and 15 days for whole tilapia, whole and gutted tilapia and tilapia fillet, respectively. The microbiological counts of fish during storage did not exceed the limits recommended by the ICMSF and ANVISA. Was detected in the absence of *S.aureus* coagulase positive in all samples tilapia studied in three ways. There have been increases in levels of TVB-N during storage, but at the point of sensory rejection, these levels were in accordance with criteria established by Brazilian legislation (maximum 30mgN/100g). The rejection by the Ph coincided with the rejection by QIM. The life of the whole tilapia, whole and gutted tilapia and tilapia fillet can be estimated at 9, 18 and 15 days, respectively. The QIM was considered effective in the assessment of Nile tilapia, since the sensory rejection was instrumental in establishing the shelf life.

Keywords: seafood, freshness, sensory analysis, shelf life.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em peixes por diversos autores.....	42
Tabela 2 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em moluscos cefalópodes por diversos autores	43
Tabela 3 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em crustáceos por diversos autores	44
Tabela 4 - Médias e os desvios padrões do IQ para a tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira e inteira eviscerada estocada em gelo por 12 e 21 dias.....	71
Tabela 5 – Resultados médios de NMP coliformes totais e termotolerantes em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), inteira e inteira eviscerada, armazenadas em gelo durante 12 e 21 dias.....	81
Tabela 6 – Resultados médios de NMP coliformes totais e termotolerantes em filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) armazenados em gelo durante 18 dias	82
Tabela 7 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira armazenada em gelo durante 12 dias	90
Tabela 8 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química de filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) armazenados em gelo durante 18 dias	90
Tabela 9 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira eviscerada armazenada em gelo durante 21 dias.....	90
Tabela 10 – Principais atributos de qualidade obtidos no dia da rejeição sensorial das três formas de apresentação da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliar o frescor do arenque estocado em gelo	37
Quadro 2 – Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo SOARES (2010), utilizada no treinamento para avaliação de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira.....	50
Quadro 3 - Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo RODRIGUES (2008), utilizada no treinamento para avaliação de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira eviscerada.....	51
Quadro 4 – Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo BONILLA et al. (2008), utilizada no treinamento para avaliação de filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	52
Quadro 5 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação sensorial de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo	60
Quadro 6 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação sensorial de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira eviscerada, estocada em gelo.....	61
Quadro 7 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação de filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) estocados em gelo.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) cultivada	19
Figura 2 - Evolução típica da análise sensorial de pescado, obtida através de métodos usuais	33
Figura 3 - Curva de calibração obtida no desenvolvimento do MIQ para a carapeba, <i>Eucinostomus gula</i>	38
Figura 4 - Captura e abate por hipotermia da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) em Unidade de Cultivo de peixes em viveiros	45
Figura 5 - Acondicionamento de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), inteira, em caixa isotérmica com gelo na proporção gelo: peixe de 1:1	46
Figura 6 - Etapas de evisceração de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), A - tilápia inteira lavada; B – incisão longitudinal ventral para abertura da cavidade abdominal e retirada das vísceras; (C e D) - acondicionamento dos peixes eviscerados em caixas isotérmicas contendo gelo na proporção 1:1 (gelo: peixe)	47
Figura 7 - Etapas do processo de filetagem da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), A – Incisão transversal no início da porção muscular; B – Retirada de uma porção muscular que originou o filé; C – Retirada da pele do filé; D – Embalagem dos filés em sacos plásticos através de uma seladora; E – Filé em embalagem, com atmosfera normal, selada; F - acondicionamento dos filés em caixas isotérmicas contendo gelo na proporção 1:1 (gelo: peixe)	48
Figura 8 - Câmara de fluxo unidirecional com bico de Bunsen para a realização de análises microbiológicas em condições de assepsia	54
Figura 9 – Aparelho de destilação das bases voláteis totais - (A): Antes do recebimento das Bases Voláteis Totais (cor vermelha) – (B): Após o recebimento das Bases Voláteis Totais (cor verde)	56
Figura 10 - Aspecto sensorial das brânquias com escore 2, “descorada nos bordos” da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira aos 12 dias de armazenamento em gelo	58

Figura 11 - Aspecto e coloração da parede abdominal da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) eviscerada, armazenada em gelo por 3 (A), 6 (B), 9 (C) e 18 (D) dias	59
Figura 12 – Curva de calibração do Índice de Qualidade (IQ) para tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias	63
Figura 13 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, fresca, no tempo zero de armazenamento, logo após captura	64
Figura 14 – Evolução sensorial dos atributos relacionados aos olhos: córnea, pupila e globo ocular durante o armazenamento de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, armazenada em gelo por 0, 3, 6 e 9 dias.....	65
Figura 15 – Evolução sensorial das vísceras durante o armazenamento de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, armazenada em gelo por 0, 3, 6 e 9 dias.....	66
Figura 16 – Aspecto das vísceras da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, aos 12 dias de estocagem em gelo	66
Figura 17 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, aos 12 dias de estocagem em gelo	67
Figura 18 – Evolução sensorial das brânquias de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira eviscerada aos 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias de estocagem em gelo ...	69
Figura 19 – Evolução sensorial dos atributos relacionados aos olhos: córnea, pupila e globo ocular durante o armazenamento de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira eviscerada aos 0, 9, 15 e 18 dias de estocagem em gelo	70
Figura 20 – Evolução sensorial da musculatura do filé de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) durante o armazenamento em gelo por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias	73
Figura 21 – “Gaping” aos 15 dias de estocagem em gelo em filé de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	74
Figura 22 – Aspecto geral do filé de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) durante o	

armazenamento em gelo por 18 dias, com IQ máximo de 14 pontos	74
Figura 23 – Contagens bacterianas totais em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias	75
Figura 24 – Contagens de micro-organismos psicrotróficos em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.....	78
Figura 25 – Crescimento de <i>Staphylococcus</i> sp. em placas de Petri analisadas em duplicata, contendo amostras de filés de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	83
Figura 26 – Valores de pH em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias	85
Figura 27 – Teores de N-BVT em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 A TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochomis niloticus</i>): CARACTERÍSTICAS GERAIS ...	19
3.2 O PESCADO COMO ALIMENTO: CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CARNE DE PESCADO	20
3.3 A QUALIDADE DO PESCADO.....	21
3.3.1 Manipulação do pescado	23
3.4 FENÔMENOS BIOQUÍMICOS <i>POST MORTEM</i>	24
3.4.1 Rigor mortis ou rigidez cadavérica	24
3.4.2 Deterioração enzimática	25
3.4.3 Decomposição bacteriana	25
3.4.4 Oxidação lipídica	27
3.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO	27
3.5.1 Métodos físico-químicos	28
3.5.2 Métodos microbiológicos	30
3.5.3 Métodos sensoriais	31
3.6 MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ)	34
3.6.1 Princípio	36
3.6.2 Especificidade e utilização da metodologia MIQ	38
3.6.3 Esquema MIQ para peixes	40
3.6.4 Esquema MIQ para moluscos cefalópodes	43
3.6.5 Esquema MIQ para crustáceos	44
4 MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	45
4.2 OBTENÇÃO DOS EXEMPLARES DE TILÁPIA DO NILO.....	45
4.3 PREPARO E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS	46
4.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE	48
4.4.1 Análise sensorial: Método de Índice de Qualidade (MIQ)	48

4.4.1.1 Treinamento da equipe de julgadores.....	49
4.4.1.2 Aplicação do Método do Índice de Qualidade	52
4.4.2 Análises microbiológicas	53
4.4.2.1 Contagem Bacteriana Total e de micro-organismos psicrotóxicos	54
4.4.2.2 Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulase positivo	54
4.4.2.3 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes.....	55
4.4.3 Análises físico-químicas	55
4.4.3.1 Medição do potencial hidrogeniônico (pH)	55
4.4.3.2 Medição do teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT).....	55
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1 ANÁLISE SENSORIAL.....	58
5.1.1 Desenvolvimento do Método do Índice de Qualidade (MIQ) em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé	58
5.1.2 Aplicação do MIQ em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé	62
5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	75
5.2.1 Contagem Bacteriana Total em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé	75
5.2.2 Contagem de micro-organismos psicrotóxicos em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé.....	77
5.2.3 Estimativa de NMP de Coliformes totais e termotolerantes em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé	80
5.2.4 Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulase em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé.....	82
5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	84
5.3.1 Valores de pH em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) nas formas inteira, eviscerada e em filé.....	84
5.3.2 Teores de N-BVT em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) inteira e inteira eviscerada nas formas inteira, eviscerada e em filé	86
6 CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS.....	93

1 INTRODUÇÃO

O consumidor brasileiro segue a tendência mundial de consumo de alimentos mais saudáveis. Deste modo, o pescado assume destaque pelo seu alto valor proteico e baixo teor de gordura, sugerindo tendência de aumento do consumo interno (SOARES et al., 2011). O termo pescado designa todo organismo aquático (animal ou vegetal) de origem fluvial, marinha ou estuarina, destinados à alimentação humana, como peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios, quelônios, mamíferos, algas, dentre outros (GONÇALVES, 2011). O pescado representa uma das principais fontes de proteínas na alimentação humana, sendo utilizado também na indústria de óleos, rações, farinha de peixe e outros produtos de alto valor comercial (ORDONEZ, 2005).

Apesar da elevada importância nutricional, o pescado é o alimento de origem animal com condições mais prováveis de deterioração, principalmente por apresentar pH próximo à neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos, alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos micro-organismos, acentuado teor de fosfolipídios, estrutura muscular aberta devido à baixa quantidade de tecido conjuntivo, rápida ação destrutiva das enzimas endógenas e exógenas presentes nos tecidos e nas vísceras, estresse acentuado no momento da captura resultando em uma rápida instalação do *rigor mortis* e entre outros fatores intrínsecos e extrínsecos que aumentam a susceptibilidade deste grupo de alimentar ao processo de deterioração (GASPAR JR et al., 1997; LEITÃO, 1997; MASSAGUER, 2005; JAY, 2005).

O aproveitamento dos benefícios nutricionais da carne do pescado só é possível quando os fatores de qualidade deste alimento em termos de saúde pública e ausência de riscos ao consumidor forem garantidos, e por esta razão é fundamental o emprego de ferramentas de avaliação do frescor durante todo período de comercialização desses produtos. Entre os métodos de avaliação do frescor do pescado, destacam-se os sensoriais, físico-químicos e microbiológicos, sendo a avaliação sensorial o método mais utilizado no setor de pescado e pelos serviços de inspeção sanitária em virtude do baixo custo, eficiência e praticidade (GERMANO; GERMANO, 2008; NUNES et al., 2007).

Dentre os métodos de análise sensorial aplicados em pescado, o Método de Índice de Qualidade (MIQ) destaca-se por ser específico para cada espécie, o que o torna mais fidedigno, por isso vem sendo bastante estudado nas últimas décadas. Consiste em um sistema de gradação para estimar o frescor e a qualidade do pescado, que tem se demonstrado rápido e eficiente para muitas espécies de peixes (MARTINS-DOTTIR et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2009).

Com o crescimento da demanda mundial por alimentos e a crise no setor pesqueiro tradicional, motivado, entre outros aspectos pelo esforço de captura e degradação dos ecossistemas litorâneos, vem sendo intensificada mundialmente a criação de organismos aquáticos em viveiros. A aquicultura brasileira é a segunda em produção sul-americana, ficando atrás do Chile, e é apoiada basicamente nas cadeias de produção da tilapicultura (cultivo de tilápia) e da carcinicultura (cultivo de crustáceos) (FILHO et al., 2010). Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (2011), a criação de tilápia representa 39% do total da produção nacional de pescado, chegando a atingir 132 mil toneladas/ano.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) representa uma importante espécie introduzida no Brasil, na região Nordeste, em 1971. Atualmente, é uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo, principalmente em sistemas de produção semi-intensivo e intensivo. Entre os principais fatores que tornam a tilápia uma das principais espécies cultivadas em todo o mundo, destacam-se: a sua grande capacidade de adaptação, a elevada resistência a doenças, rápido desenvolvimento, pequeno requerimento energético e alta aceitabilidade pelo mercado consumidor. Esta espécie ocupa, atualmente, o terceiro lugar no *ranking* mundial de peixes produzidos em cativeiro e a sua produção continuará crescendo, pois o mercado consumidor de tilápia de cultivo vem crescendo nos países desenvolvidos, principalmente na Europa e na América do Norte, onde a procura por peixes de carne branca vem aumentando consideravelmente (GODOY, 2006; OMONDI et al., 2001).

A aquicultura é uma atividade destinada a produzir alimentos de alto valor nutritivo, porém suas condições ambientais e seu manejo aumentam as reações de estresse nos peixes, prejudicando a qualidade de seus produtos. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver o Método do Índice de Qualidade (MIQ) para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, oriunda de sistemas de cultivo em tanques rede e aplicá-lo no estabelecimento da sua vida útil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver o Método do Índice de Qualidade (MIQ) para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, oriunda de sistemas de cultivo e aplicá-lo no estabelecimento da sua vida útil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver o MIQ para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, resfriada, mantida em gelo.
- Realizar acompanhamento de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, resfriada, mantida em gelo.
- Estimar a vida útil da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nas formas inteira, eviscerada e em filé, resfriada, mantida em gelo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*): CARACTERÍSTICAS GERAIS

O Brasil reúne condições extremamente favoráveis para a aquicultura, em especial seu grande potencial hídrico. O país compreende mais de 8000 km de zona costeira e 5 milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais e artificiais que poderão ser aproveitados na produção de organismos aquático (KUBTIZA, 1999). A piscicultura é reconhecida como uma importante atividade agroindustrial, capaz de gerar grande retorno financeiro para os produtores e para as indústrias processadoras de peixes, numa visão sistêmica de cadeias produtivas (PINHEIRO et al., 2006).

Uma espécie de destaque no cenário da piscicultura nacional é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* - Figura 1). BORGHETTI et al. (2003) citam que 80% da produção de peixes no Brasil estão concentrados na produção de tilápia, carpa, tambaqui e pacu. A tilápia do Nilo é um peixe teleósteo, que tem a seguinte classificação taxonômica: Ordem: Peciforme, Família: Cichlidae e Sub-família: Pseudocrenilabrinae.



Figura 1 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada. Fonte: www.autosoft.com.br

A tilápia do Nilo foi introduzida nos diferentes continentes e, atualmente, se encontram em criações comerciais de quase 100 países (ZANOLO; YAMAMURA, 2006). São peixes originários da África, mais especificamente do Rio Nilo, que foram introduzidos no Brasil na metade do século XX. Segundo EKNATH et al. (1993), o cultivo de tilápias dá sustentação para muitos produtores, e dentre uma ampla variedade de tilápias cultivadas a

mais amplamente distribuída é a tilápia do Nilo. A produção de tilápia em cativeiro favorece a produção de peixes mais frescos, pois as condições ambientais são adequadas e controladas. A alimentação é realizada com ração balanceada e sem a presença de conservantes e contaminantes.

São animais rústicos e resistentes que reúnem diversas características desejáveis para a produção em escala comercial. O custo de produção de tilápias é baixo quando comparado com o custo de outras espécies de cultivo. Isto se deve a diversos fatores, dentre os quais se destacam: o rápido crescimento, facilidade de reprodução e obtenção de alevinos, possibilidade de manipulação hormonal do sexo para obtenção de população mono sexo masculina (homogênea), conversão alimentar entre 1 e 1,6, elevada resistência a doenças e versatilidade na alimentação, ou seja, possuem hábitos alimentares vegetarianos e onívoros, podendo utilizar tanto o alimento natural (fitoplâncton) como rações comerciais com baixas quantidades de proteínas quando comparados aos peixes carnívoros. Além disso, a carne da tilápia apresenta uma elevada aceitação pelo mercado consumidor e a pele desses animais pode ser aproveitada na confecção de artigos como bolsas, calçados e cintos. As vísceras são utilizadas na produção de farinhas para alimentação animal (BENTSEN et al., 1998; FITZSIMMONS, 2000; SEBRAE, 2008; FILHO et al., 2010).

Esta espécie tem sido considerada o “novo pescado branco”. A espécie apresenta os requisitos típicos dos peixes preferidos pelo mercado consumidor, tais como carne branca de textura firme, sabor delicado, fácil filetagem, não tendo espinha em “Y” nem odor desagradável, elevada fonte de proteínas de alto valor biológico e alta digestibilidade (GONÇALVES, 2004).

3.2 O PESCADO COMO ALIMENTO: CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CARNE DO PESCADO

A carne do pescado constitui uma fonte de proteínas de alto valor biológico, sendo em vários países como os da Europa e da Ásia, a proteína de origem animal mais consumida (GERMANO; GERMANO, 2008). Com relação à quantidade e qualidade das proteínas do pescado, o teor é sempre alto variando entre 15 a 25%. O pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais, tem elevado teor de lisina, aminoácido iniciador do processo digestivo e necessário na dieta brasileira à base de arroz. A digestibilidade é alta, acima de 95%, conforme a espécie, e superior a das carnes em geral e a do leite, devido à mínima quantidade de tecido conjuntivo. O valor biológico é elevado (próximo de 100), determinado

pela alta absorção dos aminoácidos, e superior ao de outras fontes animais como ovos, leite e carne bovina (BALDISSEROTTO; RADÜNZ-NETO, 2004; OETTERER et al., 2006).

Os músculos do pescado são constituídos por vários grupos de proteínas: as que formam a fração sarcoplasmática, desempenhando funções bioquímicas nas células; as proteínas miofibrilares do sistema contrátil; e as proteínas dos tecidos conjuntivos, responsáveis principalmente pela integridade dos músculos (OETTERER et al., 2006). O músculo do peixe é funcionalmente similar ao dos mamíferos, mas há diferenças importantes quanto ao comprimento das fibras musculares (mais curtas nos peixes) e à inserção das fibras no miocomata, que correspondem a tabiques de tecido conjuntivo que separam fibras musculares longitudinais (ORDOÑEZ, 2005).

Neste grupo alimentar o nível de colesterol, em geral, é baixo. Além disto, é rico em ácidos graxos poli-insaturados, cujo consumo está relacionado à redução no risco de doenças cardíacas. O valor biológico das gorduras do pescado é importante na prevenção do arteroma, devido à presença de grande número de ácidos palmitoléico, linoléico, linolênico e araquidônico (AGNESE et al., 2001). Em estudo realizado na Itália, em 2002, concluiu-se que o suplemento diário 1 g de ácidos graxos poli-insaturados ω -3, encontrados no óleo de peixe, reduziu significativamente o risco de morte súbita em pessoas convalescentes de ataques cardíacos (GERMANO; GERMANO, 2008). Além disso, os peixes de água salgada são ricos em minerais como iodo e cálcio, possuindo uma concentração de cálcio quatro vezes maior do que as carnes bovinas (ORNELLAS, 2001).

3.3 A QUALIDADE DO PESCADO

A segurança e a qualidade dos produtos alimentares são tópicos importantes da atualidade, o que é evidenciado pelo crescente número de leis que exigem a qualidade dos alimentos nas várias etapas da cadeia de produção. A qualidade dos produtos da pesca e aquicultura é, em grande parte, determinada pelo grau de frescor (ESTEVEZ; ANÍBAL, 2007). Efetivamente, os produtos da pesca são muito perecíveis em comparação com outros de origem animal devido não só às suas características intrínsecas, mas também ao habitat natural. Assim, a presença de elevada quantidade de água, o tipo de proteínas e o baixo teor de tecido conjuntivo bem como a natureza psicrófila da flora bacteriana determinam a ocorrência de um conjunto de alterações que rapidamente contribuem para a sua desvalorização/rejeição (NUNES; BATISTA, 2004).

As doenças transmitidas por alimentos representam um importante problema de saúde pública por acometerem milhões de pessoas em todo o mundo (KÄFERTEIN et al., 1997). GONÇALVES (2009) ressalta a importância da análise de risco no setor pesqueiro destacando nas etapas que vão do processamento à comercialização, os patógenos emergentes como os principais contribuintes para as doenças carreadas pelos alimentos atualmente. Além disto, destaca o risco microbiológico como um dos itens mais avaliados pela indústria de processamento do pescado visando à segurança alimentar. Entre os principais patógenos associados ao pescado que emergiram nos últimos vinte anos, citam-se: *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* 0157H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *Yersinia enterocolitica*, *Norwalk-like vírus*, *Rotavirus*, *Cryptosporidium parvum* e *Giardia lamblia*.

Outro importante aspecto associado à qualidade do pescado é o risco de intoxicação por histamina, que é uma amina não volátil que pode ser produzida em algumas espécies de pescado, a partir da histidina livre. Peixes da família *Scombridae*, como a cavala, cavalinha e os atuns, e também da família *Clupeidae*, como a sardinha, são freqüentemente envolvidos em surtos de intoxicação histamínica. O controle do alto nível de histamina presente nestas espécies deve ser monitorizado a fim de prevenir intoxicações no consumidor. Os peixes são um dos raros animais que acumulam histidina livre nos fluidos musculares. A descarboxilação da histidina em histamina por enzimas bacterianas resulta em formação de histamina (BALDINI, 1982; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; POMBO, 2007).

VECIANA-NÓGUES et al. (1997) ressaltam que o conteúdo de histamina em pescado recém-capturado é muito baixo, enfatizando que o seu aumento está relacionado à contaminação dos peixes após a captura, processo de deterioração, manipulação inadequada do produto em temperaturas altas de estocagem e condições precárias de higiene. As principais bactérias responsáveis pela descarboxilação da histidina são membros da família *Enterobacteriaceae*, principalmente bactérias do gênero *Morganella* ssp, especialmente a espécie *M. morganii* (FRANK et al., 1985; TAYLOR e SUMNER, 1986).

Além dos riscos associados aos micro-organismos patogênicos, merecem destaques pela importância em saúde pública os endoparasitas e as biotoxinas (GERMANO; GERMANO, 2008).

Os peixes são passivos de infecção por numerosas espécies de parasitas protozoários e metazoários que podem ser encontrados na superfície do corpo ou nos órgãos internos (FONSECA; SILVA, 2004).

Segundo a FAO, OMS e outras organizações relacionadas à saúde, as ictioparasitoses são patologias emergentes que mostram uma tendência de crescimento alarmante a nível global e que constituem uma preocupação que justifica a necessidade de estabelecer mecanismos de luta visando seu controle (BOGOSLAVSKY, 2009). São endoparasitoses relevantes em saúde pública a *Phagicola longa* e os nematóides da família *Anisakidae*, que possui identificação mais recente que a primeira (GERMANO; GERMANO, 2008).

Entre os produtos de origem animal, o pescado representa os mais susceptíveis ao processo de deterioração, devido à associação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos, apresentam maior relevância: a elevada atividade de água dos tecidos, teor elevado de nutrientes que podem facilmente ser utilizáveis pelos micro-organismos, rápida ação destrutiva das enzimas naturais presentes nos tecidos, alta taxa de atividade metabólica da microbiota, grande quantidade de lipídeos insaturados e pH próximo à neutralidade (LEITÃO, 1984; RODRIGUEZ-JEREZ, 1994 apud SOARES et al., 1998).

A manipulação do pescado desde a captura ao processamento/comercialização é fundamental na garantia da qualidade dos mesmos, determinando a intensidade com que se desenvolvem as alterações, que obedecem a três causas principais: enzimática, oxidativa e bacteriana (VIEIRA, 2003). A rapidez com que se desenvolvem cada uma dessas alterações depende de como foram aplicados os princípios básicos da conservação, assim como da espécie e dos métodos de captura (ORDOÑEZ, 2005).

3.3.1 Manipulação do Pescado

Os métodos de captura utilizados na pesca influenciam na qualidade do pescado. Se o pescado se debate tentando se libertar das redes de pesca, ou morrem em agonia nos barcos pesqueiros, vão se esgotando suas reservas de energia (glicogênio) ocasionando um *rigor mortis* mais rápido, e conseqüentemente uma deterioração mais rápida e intensa, portanto quanto mais glicogênio armazenado, maior o tempo de vida útil do produto.

O pescado começa a alterar-se imediatamente após a captura, e por isso, a manipulação cuidadosa é fundamental, ou seja, seguindo três princípios gerais: resfriar imediatamente, evitar abusos de temperatura e manter elevado o grau de higiene tanto na cobertura como no porão do barco. O resfriamento é a operação mais crítica na manipulação do pescado a bordo (ORDOÑEZ, 2005). A utilização de gelo de forma adequada e na devida proporção é a forma mais utilizada (ZANINI, 2001). O pescado fresco deve ser mantido o

mais próximo possível do ponto de congelamento, mantendo a temperatura próxima a 0°C (HUSS, 1997).

O gelo utilizado na conservação do pescado em escamas ou picado de barras deve ser produzido a partir de água potável e ter boa procedência e qualidade principalmente quanto ao padrão microbiológico, pois apesar do gelo não ser um bom meio de cultivo para bactérias devido à falta de nutrientes, o mesmo poderá funcionar como veículo de transporte de microorganismos ao pescado (BRESSAN; PEREZ, 2001; VIEIRA, 2003).

A evisceração e a lavagem são outras operações que exigem cuidados durante a manipulação (ORDOÑEZ, 2005). A lavagem da superfície do pescado com água limpa e tratada é outro fator que pode auxiliar na redução da carga microbiana originalmente presente, diminuindo a viscosidade, fragmentos de vísceras e outras sujidades que contribuem para o aumento da carga microbiana superficial do pescado e aceleram sua deterioração (NEIVA, 2012).

3.4 FENÔMENOS BIOQUÍMICOS *POST MORTEM*

3.4.1 *Rigor mortis* ou rigidez cadavérica

O *rigor mortis* significa o enrijecimento do músculo, como resultado do esgotamento de ATP (adenosina trifosfato). Após a morte do pescado, os compostos orgânicos da carne se hidrolisam. O glicogênio é o composto que se hidrolisa mais rapidamente, provocando acúmulo de ácido lático no músculo e reduzindo o pH (BEIRÃO et al., 2004).

Este evento é resultado de reações bioquímicas complexas no músculo, ocorrendo do seguinte modo: após a morte do peixe por asfixia, cessa a entrada de O₂ e os produtos metabólicos não oxidados no sangue e nos músculos paralisam o sistema nervoso. Ocorre a hiperemia e a liberação de muco. Neste momento, o peixe está em *pré-rigor*. A duração desta fase é variável, normalmente o período é de 1 a 2 horas. Nesta fase, existe glicogênio como fonte de energia e o ATP combinado com a miosina confere ao peixe uma carne branda com pH médio de 7,0. O ATP presente é usado para liberar energia, transformando-se em ADP (adenosina difosfato). Em seguida há redução total do ATP. É liberada a miosina que estava combinada com o ATP. Aparece o ácido lático formado a partir da degradação do glicogênio. Este é o ponto de passagem do *pré-rigor* para o *rigor mortis* (OETTERER, 1998). Ao terminar esta fase, têm-se início as fases de deterioração autolítica e de decomposição microbiana.

O *pós-rigor* ou resolução do *rigor mortis* ocorre quando o músculo se relaxa novamente e recupera a flexibilidade, porém não a elasticidade característica da fase *pré-rigor*. A proporção entre o começo e a resolução do rigor varia segundo a espécie e é afetada pela temperatura, manipulação, tamanho e pelas condições físicas do pescado (HUSS, 1997).

3.4.2 Deterioração enzimática

Segundo BEIRÃO et al. (2004), autólise é o processo de hidrólise de proteínas e gorduras que constituem a carne do pescado devido à ação das enzimas proteolíticas e lipolíticas. HUSS (1997) ressalta que as alterações autolíticas são responsáveis pela perda inicial da qualidade do peixe fresco, mas contribuem muito pouco para a deterioração do peixe refrigerado e de outros produtos da pesca. Porém, o rápido desenvolvimento de cheiros desagradáveis e o aparecimento de manchas devido à ação das enzimas digestivas em alguns peixes não eviscerados constituem exceções.

FRANCO e LANDGRAF (2008) descrevem a autólise como processo decorrente de duas ações principais:

- Ação dos sucos digestivos: esses sucos possuem natureza ácida e muitas enzimas proteolíticas, atravessam a parede intestinal após a morte do pescado, indo atuar sobre os tecidos musculares, provocando sua decomposição e facilitando a disseminação de microrganismos do trato gastrointestinal. Essas enzimas também atacam e perfuram as vísceras, acelerando a deterioração.
- Ação das enzimas dos tecidos: levam ao amolecimento e desintegração da carne, facilitando a disseminação dos microrganismos contaminantes.

3.4.3 Decomposição bacteriana

O desenvolvimento bacteriano é um dos principais fatores que levam a deterioração do pescado. Em pescado refrigerado, as bactérias psicrófilas e psicrotróficas participam diretamente do processo de deterioração do pescado, pelo fato de se multiplicarem bem nessas condições. A grande maioria das bactérias apresenta atividades proteolíticas e lipolíticas, contribuindo para a desintegração dos tecidos, levando a uma série de reações bioquímicas indesejáveis com subsequente formação e acúmulo de substâncias de odor desagradável, repugnantes e tóxicas (CARVALHO, 2000; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Segundo GEROMEL (1974), mudanças de qualidade que ocorrem durante a armazenagem de pescado em gelo são consideradas, principalmente como resultado da ação combinada de enzimas autolíticas e micro-organismos contaminantes no músculo e vísceras, que resultam na formação de compostos de odores desagradáveis e em alterações na cor do produto.

VIEIRA (2003) ressalta que ação microbiana no *pós-mortem* se deve a ausência das defesas naturais contra a penetração dos micro-organismos na carne, o que existia enquanto músculo. A biota bacteriana de deterioração do pescado consiste de bastonetes gram-negativos não esporulados, onde os principais micro-organismos associados à deterioração do mesmo são os pertencentes aos gêneros: *Pseudomonas*, *Acetivobacter*, *Moraxella*, *Flavobacterium*. Estes são influenciados pela natureza do ambiente aquático, onde a temperatura é um dos fatores seletivos (GERMANO et. al., 1993). Além destes, os coliformes frequentemente podem estar relacionados à contaminação e deterioração destes alimentos. Os peixes frescos resfriados são invariavelmente deteriorados por bactérias, enquanto os peixes salgados e secos têm uma tendência maior a serem deteriorados por fungos. Muitas bactérias deteriorantes possuem um bom crescimento entre 0-1°C (JAY, 2005).

A deterioração de peixes de água doce e salgada ocorre de forma semelhante, sendo que a principal diferença é a presença de uma flora de água salgada para os peixes marinhos e as diferentes composições químicas dos constituintes de nitrogênio não proteico dos peixes.

A parte mais susceptível à ação bacteriana é a região das brânquias. Os primeiros sinais de deterioração podem ser notados quando estas estruturas começarem a exalar odor desagradável. Após isto, se o pescado não for eviscerado imediatamente, as bactérias do intestino vão logo para as paredes e cavidades intestinais (JAY, 2005). Outras regiões susceptíveis à intensa deterioração bacteriana são os intestinos e o limo superficial. No músculo, as substâncias nitrogenadas não-proteicas são as primeiras a serem atacadas pela ação bacteriana, posteriormente ocorre o consumo de proteínas e formação de odor desagradável (VIEIRA, 2003).

No início, o peixe fresco possui a flora, cor e textura característica, com predominância de *Flavobacteria*. Já quando em refrigeração, as *Pseudomonas* crescem facilmente, mesmo a 0°C. Após 9-10 dias de estocagem registram-se populações de 10^7 - 10^8 UFC/g e em 10-12 dias 60-90% da população é de *Pseudomonas*. O restante corresponde a *Acromobacter* e *Flavobacterium* (MASSAGUER, 2005).

O processo e a natureza da decomposição bacteriana dependem da composição microflora, da oxidação aeróbia ou de processos de redução aeróbia. Os principais produtos

finais da decomposição bacteriana são: substâncias inorgânicas, hidrogênio, CO₂, amoníaco, compostos sulfurados, H₂S e mercaptanos; ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico, valérico, láctico, succínico), ácidos aromáticos (benzóico, fenil propiônico e seus sais amoniacaais), bases orgânicas, incluindo as mais simples monoaminas (metilamina, dimetilamina e trimetilamina), monoaminas cíclicas (histamina e feniltilamina) e diaminas (putrescina e cadaverina). As principais alterações nos compostos nitrogenados não proteicos são: redução do óxido de trimetilamina (OTMA) a trimetilamina (TMA), a descarboxilação da histidina em histamina e a decomposição da ureia com liberação de amônia (ORDOÑEZ, 2005).

3.4.4 Oxidação lipídica

A oxidação de lipídios ocorre quando elétrons são removidos de um átomo ou um grupo de átomos, ou seja, se dá através da perda de elétrons durante a transferência destes de uma substância à outra, um de cada vez ou em pares. Essa reação é causada pelo oxigênio atmosférico, menos frequentemente pelo ozônio, peróxido, por metais e outros agentes oxidantes. A oxidação de gorduras, via radicais livres, resulta na formação de peróxidos que são instáveis e se decompõe principalmente em aldeídos e cetonas que, por sua vez, causam alterações de diversas propriedades, principalmente as sensoriais (sabor, aroma, textura e cor) (ARAÚJO, 2008).

A velocidade da reação de oxidação depende do grau de insaturação na molécula do ácido graxo. Quanto maior o grau de insaturação maior a susceptibilidade a oxidação. O elevado grau de insaturação das gorduras do pescado o torna bastante susceptível a oxidação, tornando o produto rançoso. Isso acarreta alterações não apenas no sabor, mas também pode apresentar riscos associados à formação de peróxidos resultantes da degradação. A rancificação produz um cheiro forte e um sabor acre (OGAWA; MAIA, 1999; BEIRÃO et al., 2004)

3.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO

Segundo GONÇALVES (2011) a complexidade do processo de decomposição do pescado torna impossível o uso de apenas um método para avaliar sua qualidade. Portanto, é mais viável e segura a utilização de métodos combinados. Geralmente, se combinam um método sensorial (subjetivo) e um método não sensorial (objetivo). Os métodos sensoriais são

muito antigos e ainda muito utilizados. Entre os métodos não sensoriais, destacam-se os físicos (pH, tensão das fibras musculares, propriedades elétricas, dureza do músculo, viscosidade do suco extraído da carne, entre outros); os métodos químicos (nitrogênio das bases voláteis totais, nitrogênio de trimetilamina, hipoxantina, histamina, valor de k, aminas, aminoácidos livres, H₂S, etc.) e os microbiológicos.

3.5.1 Métodos físico-químicos

Os métodos físico-químicos são utilizados para quantificar a formação de compostos de degradação no pescado. Várias são as determinações que podem avaliar o grau de conservação do pescado, como a medição do pH, a do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) e a de histamina por espectrofluorimetria, além da reação de Éber para gás sulfídrico (TAVARES; MORENO, 2005).

Os métodos utilizados devem seguir legislações oficiais, e no Brasil, uma das legislações que padronizam os métodos analíticos oficiais é Instrução Normativa N° 25 de 2 de Junho de 2011. Segundo esta legislação, amostras encaminhadas às provas físico-químicas deverão ser enviadas separadas daquelas enviadas para análises microbiológicas (BRASIL, 2011).

Quanto ao pH, a legislação brasileira estabelece valores máximos de 6,5 e 6,8 para as musculaturas interna e externa dos peixes, respectivamente (BRASIL, 1997). Segundo OGAWA e MAIA (1999), o pH não é um índice seguro para avaliar o estado de frescor de peixe, por isto seu uso geralmente é restrito por variar de amostra para amostra. Logo após a morte, ocorre uma diminuição do pH devido ao acúmulo de ácido lático e em seguida, o potencial hidrogeniônico aumenta devido à formação e acúmulo de Bases Nitrogenadas Voláteis provenientes da degradação proteica (SANTOS et al., 2008).

Uma das formas de se quantificar o grau de frescor em peixes de água doce e salgada é através da medição de bases nitrogenadas como a amônia, trimetilamina, dimetilamina, monometilamina. O pescado refrigerado é deteriorado por ação bacteriana, resultando na produção destes compostos nitrogenados, dentre este grupo de substâncias, as mais comuns são a trimetilamina, a amônia e os ácidos voláteis. O teor destas substâncias é quantificado através do teor do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT), que aumentam em função da deterioração do produto (HUSS, 1988; ALMEIDA et al., 2006).

A técnica de microdifusão segundo Conway (BRASIL, 1981) é uma das mais importantes e mais utilizadas para a determinação de N-BVT. Outros métodos para medição

de N-BVT é o método de destilação ou o de injeção em fluxo (RUIZ-CAPILLAS; HORNER, 1999).

Segundo JESUS et al. (2001), o N-BVT tem sido utilizado para estimar objetivamente a qualidade do pescado (grau de frescor), esperando que, à medida que as contagens microbianas sejam mais elevadas, seus valores aumentem, ultrapassando o limite estabelecido pelo MAPA – 30mg/100g de músculo (BRASIL, 1997).

Estudos mostram que os critérios estabelecidos pela legislação brasileira não são adequados para todos os tipos de peixe, pois algumas espécies apresentam níveis de N-BVT acima do padrão permitido, mas demonstram estar em condições microbiológicas e sensoriais favoráveis ao consumo. Da mesma forma que, outros tipos de peixes mesmo contendo níveis de N-BVT compatíveis com a legislação, oferecem condições desfavoráveis ao consumo (TAHA, 1988; ANDRADE, 2006). Por esta razão, muitas pesquisas recentes têm criticado a utilização da análise de N-BVT como critério único para avaliar o frescor destes produtos. HOWGATE (2010) em uma revisão crítica sobre a utilização da análise de N-BVT como parâmetro para avaliar o frescor, cita que os teores de N-BVT são muitos variáveis até mesmo em peixes da mesma espécie devido a fatores biológicos, época do ano e habitat. Além disto, neste trabalho o autor reforça que esta análise não é efetiva e confiável para controle da qualidade comercial e nem do controle legislativo oficial de espécies de pescado.

Outros autores afirmam que apesar de existir uma grande variação no desenvolvimento das bases voláteis totais entre as distintas espécies, este método tem uma ampla aplicação já que pode ser utilizado para espécies de pescado que possuem quantidades pequenas ou nulas de óxido de trimetilamina, como os peixes de água doce e também para aqueles que têm como característica do processo de deterioração a formação de amônia, como os camarões, os elasmobrânquios e o polvo (HUSS, 1995).

Muitos autores citam a análise de N-BVT como o principal método objetivo de análise de frescor em pescado. FONTES et al. (2007) ao avaliarem o estado de frescor e a qualidade higiênica do pescado vendido em uma cidade do interior de Portugal, consideraram a análise de N-BVT o método objetivo de eleição sempre que surgiam dúvidas relativas ao grau de frescor do pescado. Nesta pesquisa, o pescado próprio para consumo apresentou valores que variaram entre os 20,60 e 27,36mgN/100g.

A histamina é uma amina primária formada a partir da descarboxilação através da enzima histidina-descarboxilase, essa reação pode ser acelerada por algumas bactérias como *Proteus morgagnii* e *Proteus vulgaris* e outras bactérias mesófilas, por isto a medição da histamina torna-se um importante método de avaliação da qualidade do pescado (XAVIER et

al., 2007). Segundo a legislação brasileira, nível máximo de 100ppm no músculo nas espécies pertencentes às famílias *Scombridae*, *Scombresocidae*, *Clupeidae*, *Coryyphaenidae*, *Pomatomidae* (BRASIL, 1997).

A reação de Éber para gás sulfídrico é indicada para avaliar o estado de conservação do pescado fresco e de produtos relacionados em geral, como o pescado curado. Esta reação é utilizada para avaliar o frescor em pescado porque a decomposição bacteriana no músculo do animal libera enxofre que em meio ácido se transforma em gás sulfídrico. Fundamenta-se na combinação do gás sulfídrico com solução de acetato de chumbo, produzindo enegrecimento do papel de filtro previamente tratado com a referida solução-reagente. Esta prova não se aplica no caso de produtos condimentados e em conservas de pescado que foram processadas em alta temperatura e baixa pressão, pois pode resultar em falso positivo (TAVARES; MORENO, 2005).

3.5.2 Métodos microbiológicos

A avaliação microbiológica em alimentos é usada na avaliação retrospectiva da qualidade microbiológica ou para avaliar a “segurança” presumível dos alimentos. Os testes microbiológicos possuem limitações como opção de controle de qualidade do pescado. Estas são as limitações do tempo, já que os resultados ficam disponíveis vários dias após o teste, bem como as dificuldades relacionadas com a amostragem, métodos analíticos e uso de microrganismos indicadores (HUSS, 1997)

No Brasil, a Resolução RDC N° 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os padrões microbiológicos para alimentos expostos a venda e a exportação. As bactérias sobre as quais a Legislação estabelece os limites quase sempre não alteram a aparência do pescado, pois a razão de suas limitações decorre destas serem patogênicas ao homem e não deteriorativas do produto.

A *Salmonella* sp. e a *Escherichia coli* são redutoras de OTMA, e as primeiras, em pequeno número, já são capazes de causar danos à saúde pública, bem antes de causarem alterações de odor (odor amoniacal), razão pela qual se investiga apenas sua presença ou ausência, em 25 g do alimento (VIEIRA, 2003; ANVISA, 2001).

O RIISPOA e o Regulamento de Identidade e qualidade do peixe fresco não preconizam padrões microbiológicos para o pescado. Legislações internacionais como a *International Commission on Microbiological Specifications Foods* (ICMSF, 1986)

preconizam como padrão microbiológico uma contagem bacteriana total máxima de 10^7 UFC/g para pescado refrigerado.

A segurança do pescado quanto ao padrão microbiológico é de suma importância, visto que as doenças transmitidas por alimentos têm sempre ocorrido em decorrência da falta de cuidados e controle desde a aquisição da matéria prima até a manipulação e processamento (MARQUES et al., 2009).

No pescado, a qualidade sanitária da água de onde os animais são retirados é o ponto-chave para a obtenção de um produto final com uma boa qualidade microbiológica. GERMANO e GERMANO (2008) afirmam que o pescado pode ser veiculador de uma gama enorme de microrganismos patogênicos para o homem, a maior parte deles fruto da contaminação ambiental. O lançamento de esgotos nas águas de reservatórios, lagos e rios e no próprio mar é a causa poluidora mais comum registrada no mundo inteiro. No caso particular da pesca marítima, a captura em águas costeiras oferece maiores riscos do que a realizada em alto mar.

Além da água, os microrganismos podem ser adquiridos nas várias etapas do processamento, como o descasque, a descamação, a evisceração, o empanamento e outros (JAY, 2005). Dentre os microrganismos mais importantes destacam-se os pertencentes ao gênero *Vibrio*. O *V. parahaemolyticus* é usual na água do mar, principalmente no nível das regiões costeiras, e pode estar associado a processos infecciosos do pescado, afetando em particular as criações de camarão marinho. No homem, causa gastroenterite aguda caracterizada por quadro desintérico, principalmente após o consumo de peixe in natura, mariscos, camarões e ostras. O *V. cholerae*, de origem humana, pode ser adquirido com o consumo de pescado e causar cólera. Além desse gênero, outros importantes são: *Salmonella*, *Streptococcus*, *Shigella* e *Staphylococcus* (GERMANO; GERMANO, 2008).

A grande maioria dos trabalhos realizados com acompanhamento da vida de prateleira de espécies de peixe realiza como análises microbiológicas a contagem de bactérias mesófilas e a contagem de microrganismos psicrotóxicos. Segundo ROITMAN e TRAVASSOS (1987) estes micro-organismos são utilizados para estimar a qualidade higiênica sanitária dos alimentos.

3.5.3 Métodos sensoriais

Segundo OETTERER (2002) peixe “fresco” é definido como aquele possui suas características sensoriais bem definidas, que proporcionam maior aceitação pelo consumidor.

A percepção sensorial é o método mais antigo e confiável para a avaliação do frescor do pescado sendo largamente empregado na rotina da indústria de pescado pela necessidade da rapidez no julgamento de lotes de matéria-prima e produto acabado, bem como facilidade de execução (GONÇALVES, 2011).

Avaliação sensorial é definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos como percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar e tato (MEILGAARD et al., 1991). Alterações sensoriais ocorrem na aparência, odor, sabor e textura de peixe durante a deterioração e, portanto, os métodos sensoriais são comumente usados para avaliação da qualidade dos serviços de inspeção e na indústria da pesca. A análise sensorial tem a vantagem de ser rápida e simples (BAIXAS-NOGUERAS et al., 2003).

A análise sensorial é utilizada para avaliar o frescor dos alimentos, como o pescado, levando em conta, aspectos sensoriais como coloração e aparência (RODAS et al., 2004). Como as alterações que mais caracterizam a deterioração em peixes estão relacionadas principalmente a alterações sensoriais, a análise sensorial é o principal método de avaliação do frescor em peixes.

A avaliação sensorial é considerada satisfatória na avaliação da qualidade de peixes, apresentando vantagens adicionais como rapidez, baixo custo, não é destrutiva, e está relacionada aos critérios de aceitação adotados pelos consumidores (SOARES et al., 1998).

A inspeção sanitária do pescado, que é realizada conforme a legislação brasileira em vigor baseia-se, principalmente, em observações sensoriais, privilegiando a visão, o tato, o olfato, verificando a apresentação, o aspecto, a consistência e resistência e o odor ou cheiro (PRATA, 1999). Esta prática permite a liberação do pescado para o comércio varejista ou indústria alimentícia, somente do produto em boas condições higiênico-sanitárias. No entanto, assim que o pescado é liberado, forma-se uma extensa cadeia de comercialização que propicia o desenvolvimento de contaminações microbiológicas (GERMANO et al., 1998).

Segundo o RIISPOA (BRASIL, 1997), o pescado fresco próprio para o consumo deverá apresentar as seguintes características sensoriais:

- Superfície do corpo limpa, com relativamente brilho metálico;
- Olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas;
- Guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes com odor natural, próprio e suave;
- Ventre roliço, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos;

- Escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados. Não devem ser viscosas.
- Carne firme, consistência elástica, de cor própria à espécie;
- Vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas;
- Ânus fechado;
- Cheiros específicos, lembrando o das plantas marinhas;

Na União Europeia, foi proposto o regulamento comunitário 2406/96 de 26 de Novembro de 1996, que inclui esquemas de avaliação do grau de frescor para alguns grupos de peixes (brancos, azuis e elasmobrânquios), cefalópodes e crustáceos e que se destinam a serem usados, tanto pela indústria como pelos serviços de inspeção (NUNES; BATISTA, 2004). (Figura 2)

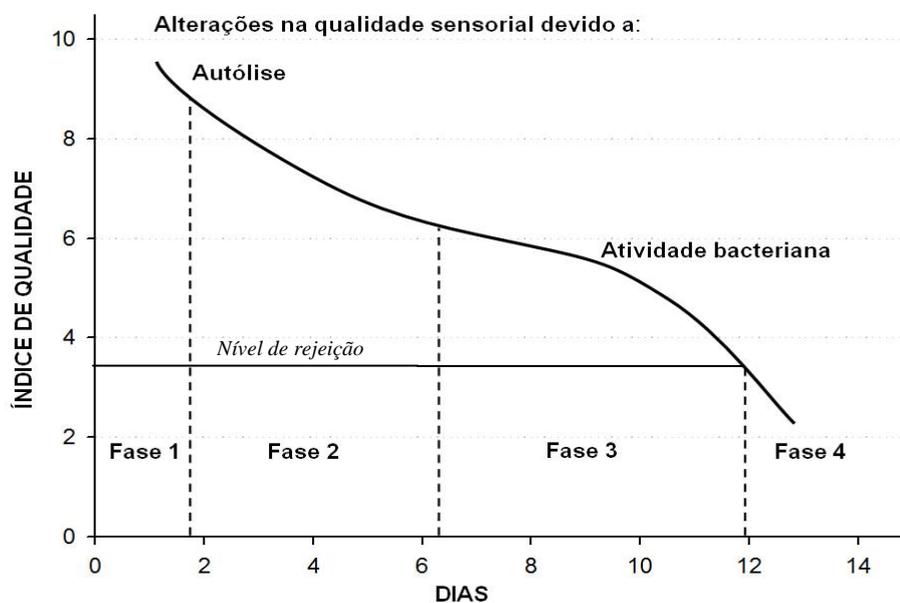


Figura 2 - Evolução típica da análise sensorial de pescado, obtida através de métodos usuais (Adaptado de ESTEVES; ANÍBAL, 2007).

Entres os métodos de análise sensorial em pescado, o Método de Índice de Qualidade (MIQ) destaca-se de por ser específico para cada espécie, o que o torna mais fidedigno, por isso vem sendo bastante estudado nas últimas décadas.

3.6 MÉTODO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (MIQ)

A aceitação de produtos da pesca e da aquicultura é determinada em primeiro lugar pela qualidade sensorial. Neste sentido, esta prática é extremamente importante para determinar o estado de frescor dos peixes imediatamente após a morte e para evitar ou minimizar as alterações que podem acontecer durante o armazenamento de produtos, tais como mudanças na aparência, cor da pele, firmeza muscular, cheiro e sabor (HUIDOBRO et al., 2000). De acordo com BRANCH e VAIL (1985) e HOWGATE et al. (1992), os métodos sensoriais são as ferramentas mais antigas de classificação e avaliação do frescor dos produtos da pesca. Neste contexto, a avaliação sensorial é o método mais importante para medir o frescor e a qualidade no setor de pescado (HOOTMAN, 1992). O odor é um dos parâmetros mais importantes utilizados para avaliar o frescor dos peixes, por essa razão muitos estudos incluem análise de características de compostos voláteis (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

As mudanças *post mortem* de peixes seguem um padrão típico, característico para cada espécie, essas alterações refletem diretamente nas características organolépticas destes produtos alimentícios. O baixo custo, a praticidade e a eficiência são os principais fatores que tornam a análise sensorial a principal ferramenta de avaliação da qualidade em pescado. No entanto, estes métodos requerem a adoção de critérios padronizados e participação de julgadores treinados.

Existem normas ditadas pelos países, que descrevem o método a ser utilizado para determinar o frescor do pescado. A União Europeia publicou o Regulamento nº 2406/96 (CEE, 1996) que consiste em um esquema de classificação com três categorias de frescor: E (Extra, a mais alta qualidade), A (boa qualidade) e B (qualidade satisfatória). No entanto, este tipo de sistema é de certa forma, limitado, ao classificar a qualidade de algumas espécies. Ele não leva em conta as diferenças entre as espécies e utiliza apenas parâmetros gerais para descrever as mudanças em pescado (LUTEN; MARTINSDOTTIR, 1997; NIELSEN, 1997). Outra limitação deste tipo de sistema de avaliação, é que todos os parâmetros analisados devem ser divididos em quatro níveis ou graus, o que nem sempre é apropriado. Estes fatores tornam o regulamento europeu falho, além da ausência de muitas espécies importantes comercialmente. Neste contexto, surgiu a necessidade de criação de um método de avaliação sensorial que procurasse ultrapassar as dificuldades surgidas na aplicação das tabelas da União Europeia e por esta razão, pode-se dizer que o MIQ foi criado por necessidade.

O MIQ pode ser definido como um sistema para medir o grau e a taxa de mudança de critérios importantes e característicos de um produto específico, buscando um soma total

dessas mudanças, o que pode ser interpretado em dias equivalentes de armazenamento e vida útil remanescente (HYLDIG et al., 2007). Este método foi desenvolvido pela Unidade de Pesquisa em Alimentos da Tasmânia, na Austrália (BREMNER, 1985). Durante o final dos anos 70 e início da década de 80, a Unidade de Pesquisa em Alimentos da Tasmânia estava conduzindo uma série de ensaios no manuseio pós captura de espécies de pescado. Estes estudos envolveram comparações de produtos frescos e armazenados em refrigeração. E, durante este período, ficou evidente pelos pesquisadores que nenhum método existente era satisfatório para avaliar a qualidade ao longo do período de armazenamento. Além disso, não existia nenhum método que avaliasse claramente a natureza do material de partida para que as comparações, entre produto fresco e armazenado, pudessem ser feitas. Esta é uma situação que também é enfrentada diariamente pelos compradores de peixe e agentes de inspeção (MARTINSDOTTIR et al., 2003;. HYLDIG et al., 2007).

Inicialmente, o MIQ foi desenvolvido para os peixes inteiros armazenados em condições de refrigeração, e hoje, tem sido aplicado, para os mais variados produtos da pesca e da aquicultura, como, por exemplo, filés de peixe congelados, crustáceos, moluscos (NUNES; BATISTA, 2004). O sistema MIQ é esperado para ser no futuro, o principal método sensorial para uso não só em pesquisas, mas também no setor industrial (VAZ-PIRES; SEIXAS, 2006).

Segundo MARTINSDÓTTIR et al. (2004), o MIQ possui algumas vantagens únicas, como:

- O provador deve avaliar todos os parâmetros incluídos no esquema, não podendo escolher os parâmetros mais importantes, o que aumenta a eficiência
- É um método objetivo e mais prático que outros métodos.
- A informação pode ser usada na gestão de produção uma vez que há uma relação linear entre índice de qualidade e o tempo de armazenagem em gelo (Figura 3).
- Possui uma concepção que permite o treino fácil de pessoas inexperientes na avaliação sensorial de pescado.
- É um método adaptado tanto para treinar provadores quanto para monitorizar o seu desempenho.

3.6.1 Princípio

O esquema MIQ é baseado no propósito de que os avaliadores não podem julgar graus de perfeição, mas podem detectar, muito facilmente, desvios ou alterações a partir de um esquema montado previamente para uma espécie em particular. Neste sistema, os defeitos sensoriais no produto são distribuídos em pontos de demérito, que são somados a um total para fornecer uma avaliação global. Quanto maior o número de pontos de demérito, maior o número de defeito do produto. Esta abordagem foi derivada da compreensão de que durante o armazenamento de peixes, as mudanças que ocorrem são facilmente detectáveis e muitas vezes mensuráveis. Isto está também em consonância com o fato de que a grande maioria dos produtos químicos, bioquímicos e os micro-organismos começam a partir de um valor baixo e aumentam com a temperatura e período de armazenamento (MARTINSDOTTIR et al., 2003; HYLDIG et al., 2007), se relacionando com os resultados sensoriais obtidos pelo MIQ.

De acordo com COSTELL (2002), o MIQ é baseado em avaliação objetiva dos principais atributos sensoriais de cada espécie de peixe usando um esquema composto por vários parâmetros sensoriais (0-3) e a pontuação global mensura o Índice de Qualidade (IQ). A soma dessas classificações quantifica a falta de qualidade sensorial até um valor máximo, específico de cada espécie/gênero, que corresponde à total falta de qualidade – impróprio/rejeitado para consumo humano – e que se obtém a partir da análise sensorial de pescado realizada por um painel de provadores treinados (HUSS, 1995).

Nesta metodologia, como não é colocada ênfase excessiva em um único atributo sensorial, uma amostra não pode ser rejeitada com base em um critério único. Além disto, pequenas diferenças de resultados para qualquer um dos critérios não influenciam indevidamente a pontuação MIQ total (LUTEN; MARTINSDOTTIR, 1997; HYLDIG; NIELSEN, 1997). O desenvolvimento do MIQ envolve a seleção de atributos apropriados, a fim de observar um aumento linear no Índice de Qualidade (QI) com o tempo de armazenamento em gelo (HYLDIG; GREEN-PETERSEN, 2004; HYLDIG; NIELSEN, 2004; SVEINSDOTTIR et al., 2003). O objetivo principal é obter uma correlação linear entre a qualidade sensorial das espécies expresso como a soma de pontos de demérito e do tempo de armazenamento em gelo (Figura 3), prevendo o frescor de um determinado produto da pesca (HYLDIG; GREEN-PETERSEN, 2004; HYLDIG; NIELSEN, 1997; LARSEN et al., 1992). A definição do tempo de rejeição é um passo necessário para o desenvolvimento MIQ (VAZ-PIRES; SEIXAS, 2006). O Quadro 1, a seguir, representa um exemplo de aplicação do

esquema MIQ para Arenque disposto no QIM EUROFISH desenvolvido por MARTINSDOTTIR et al. (2001).

Quadro 1 – Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliar o frescor do arenque estocado em gelo (MARTINSDOTTIR et al.,2001).

ATRIBUTO DE QUALIDADE		DESCRIÇÃO	PONTO
Aspecto	Pele	Muito Brilhante	0
		Brilhante	1
		Mate	2
	Sangue no opérculo	Nenhum	0
		Muito pouco (10-30%)	1
		Algum (30 a 50%)	2
		Muito (50-100%)	3
	Consistência	Rígida	0
		Firme	1
		Algo mole	2
		Mole	3
	Abdômen	Firme	0
		Mole	1
		Em ruptura	2
	Odor	Cheiro fresco do mar	0
		Neutro	1
Cheiro secundário ligeiro		2	
Cheiro secundário forte		3	
Olhos	Brilho	Brilho	0
		Algo sem brilho	1
	Forma	Convexa	0
		Achatada	1
Guelras	Cor	Vermelha característica	0
		Um pouco pálida, não brilhante, opaca	1
	Odor	Fresco a algas metálico	0
		Neutro	1
		Algum cheiro secundário	2
		Forte cheiro secundário	3
ÍNDICE DE QUALIDADE			0-20

Um cálculo simples pode indicar o equivalente ao número de dias a 0° C que o produto foi armazenado, ou seja, é possível prever o tempo de armazenamento, através do desenvolvimento de uma curva de calibração. Para calculá-la, realiza-se uma análise de regressão linear simples, obtendo-se a equação de regressão linear simples, bem como a variação em torno da curva, e a interceptação no eixo y (IQ obtido no tempo 0 de estocagem), que é um aspecto de grande importância e deve ser próximo de zero. Isto ocorre por que o peixe no momento da captura tem pontuação zero, ou próxima a zero e conforme vai se deteriorando, os atributos vão adquirindo pontuação mais elevada, acumulando pontos de demérito, cujo valor máximo varia de acordo com o protocolo desenvolvido para a espécie estudada (SVEINSDOTTIR et al., 2002). Ou seja, o princípio MIQ pode ser descrito como

um sistema para calcular e mensurar a qualidade sensorial através dos desvios de um produto perfeito. O coeficiente de correlação (r^2) entre o IQ e os dias em gelo deve ser próximo a 1,0, e com este resultado, as curvas de calibração dão uma previsão fiel do tempo de armazenamento. A Figura 3 representa um exemplo de curva de calibração do IQ em função do dias em gelo para a espécie carapeba (*Eucinostomus gula*) desenvolvida por SOARES (2010). Observa-se que neste caso o coeficiente de regressão linear é igual a 0,98 e a equação linear, através da qual é possível prever a quantidade de dias cujo uma determinada amostra de carapeba está mantida em gelo, é $y=1,02x\text{dias em gelo}+1,69$.

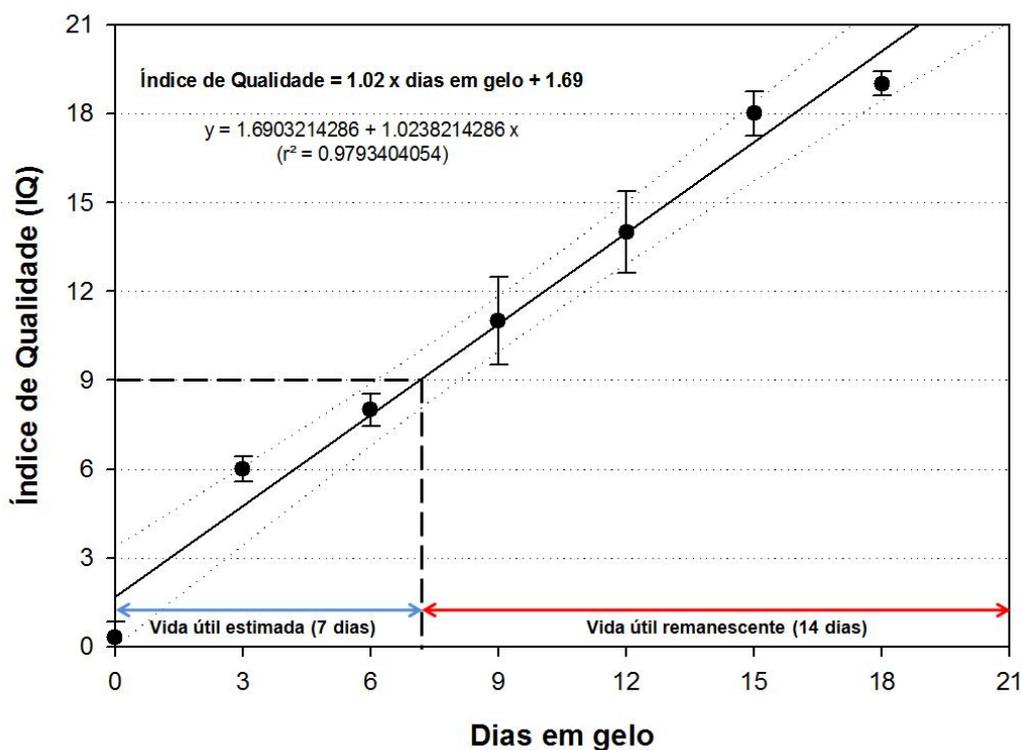


Figura 3 - Curva de calibração obtida no desenvolvimento do MIQ para a carapeba, *Eucinostomus gula* (SOARES, 2010).

3.6.2 Especificidade e utilização da metodologia MIQ

A grande vantagem do MIQ em relação aos outros métodos sensoriais é que este sistema leva em consideração as várias diferenças existentes entre as espécies de pescado. Para que isto seja possível, é necessário desenvolver um esquema específico para cada espécie (MARTINSDOTTIR et al., 2001; 2004; HYLDIG et al., 2007).

A seleção das espécies de peixes é muito importante, e deve ser feita com base valor econômico das espécies. Outro aspecto fundamental, ao se desenvolver o MIQ, é que devido à

importância do estresse sobre a velocidade de instalação do *rigor mortis*, o manuseio do peixe pode influenciar no método e por isto o manuseio no momento da captura e a manipulação pós-captura devem estar de acordo com Boas Práticas de Fabricação (HYLDIG et al., 2007).

Inicialmente, o MIQ era restrito à pesquisa e, atualmente, tem finalidades diferentes, podendo ser utilizado na indústria e também como ferramenta para ensinar pessoas inexperientes a avaliar a qualidade do pescado (MARTINSDOTTIR, 2004). NUNES et al. (2007) afirmam que ultimamente tem sido dada uma grande atenção a este método pela indústria de processamento de peixe e pelos profissionais de inspeção de pescado. As vantagens gerais do MIQ têm sido intensamente descritas na literatura. Em resumo, o MIQ exige pouco treinamento e é rápido e barato. Ele pode ser usado como uma ferramenta no planejamento de produção e do trabalho de garantia de qualidade. O MIQ para peixe fresco é um método não destrutivo. Porém, em peixe congelado, deve ser considerado destrutivo, já que exige o descongelamento das amostras. Isso significa que ele tem as mesmas aplicações que os métodos destrutivos instrumentais, e a vantagem de uma análise mais rápida que os métodos de controle de qualidade instrumental. Ele pode ser usado para analisar lotes de peixes, por amostragem através de um número representativo de indivíduos (BARROSO et al., 1998; HERRERO et al., 2003).

O desenvolvimento dos esquemas MIQ tem que ser realizado sob condições científicas padronizadas em laboratórios de pesquisa e por julgadores treinados para realizar os testes preliminares e definitivos. Estudos de armazenamento devem ser feitos para verificar os resultados. O tempo de armazenamento de diferentes espécies de pescado pode ser estimado a partir do MIQ e normalmente varia de 8 a 20 dias dependendo da espécie (MARTINSDÓTTIR et al., 2001; HYLDIG et al., 2007).

Comparações devem ser feitas a outros métodos tradicionais e instrumentais para seguir o padrão de deterioração. Utilização de fotografias para ilustrar as alterações nos atributos sensoriais é muito eficaz para uso na realização da avaliação sensorial por painelistas através do MIQ. As fotografias devem ser padronizadas e devem possuir elevada qualidade para posterior utilização na pesquisa e na indústria (MARTINSDOTTIR et al., 2001; MARTINSDOTTIR, 2004).

Outro propósito de utilizar o MIQ na pesquisa é o de descobrir como diferentes condições de processamento, manipulação e armazenamento afetam a vida de prateleira ou a qualidade sensorial de diferentes espécies de pescado. Exemplos deste tipo de utilização, com variações, podem ser citados. Os trabalhos desenvolvidos por CYPRIAN et al. (2008) e LYHS et al. (2007) descrevem esses estudos. Os primeiros autores estudaram o uso do MIQ

para avaliar a vida de prateleira de um gênero de truta armazenado sob diferentes temperaturas, enquanto LYHS et al. (2007) avaliaram o MIQ para filés de arenque armazenados em diferentes condições de temperatura e sob diferentes atmosferas. Espera-se um grande número de artigos científicos com uso do MIQ, para os próximos anos, nas mais variadas espécies e com as mais variadas condições de estocagem.

Em 2001, a organização EUROFISH forneceu à indústria um manual “QIM EUROFISH” com esquemas MIQ desenvolvidos para 12 espécies, disponível em 11 idiomas e consiste em uma ferramenta conveniente e objetiva para medir o frescor do pescado mantido em gelo.

Os trabalhos recentes de pesquisa, realizados em todo o mundo, envolvendo pescado tem utilizado o MIQ como método de avaliação sensorial. O MIQ vem sendo adaptado para várias espécies: bacalhau inteiro fresco - *Gadus morhua* (BONILLA et al., 2007; ESAIASSEN et al., 2004; JONSDÓTTIR et al., 1999; KENT et al., 2004), dourada - *Spaurus aurata* (HUIDOBRO et al., 2000), salmão do atlântico - *Salmo salar* (SVEINSDOTTIR; HYLDIG; MARTINSDÓTTIR, 2003), merluza - *Merluccius merluccius* (BAIXAS-NOGUERAS et al., 2003), sardinha - *Sardina pilchardus* (TRIQUI; BOUHRITI, 2003), polvo - *Octopus vulgaris* (BARBOSA; VAZ-PIRES, 2004), camarão branco - *Litopenaeus vannamei* (OLIVEIRA, 2005; 2009), *Salvelinus alpinus* (CYPRIAN et al., 2008), tilápia - *Oreochromis niloticus* (RODRIGUES, 2008), sépia - *Sepia officinalis* (SYKES, 2009), carapeba - *Eucinostomus gula* (SOARES, 2010), dentre outras.

3.6.3 Esquema MIQ para peixes

A Tabela 1 mostra a compilação dos resultados MIQ de peixes nos últimos 18 anos, em que os esquemas MIQ têm sido desenvolvidos para várias espécies de peixe. Em algumas espécies, como o bacalhau, mais de um artigo já foi publicado, o que possibilita a opção por um dos esquemas desenvolvidos por parte do usuário. No caso do bacalhau o esquema MIQ tem sido explorado por diversos autores como LARSEN et al. (1992), WARM et al. (1998) e BONILLA et al. (2007).

BONILLA et al. (2007) estudando o MIQ em filés de bacalhau fresco (*Gadus morhua*) desenvolveram um esquema composto de oito parâmetros que resultou em um total de 18 pontos de demérito, e um tempo de armazenamento máximo estimado em oito dias no gelo. SVEINSDOTTIR et al. (2002, 2003) desenvolveram o MIQ e estudaram sua aplicação em salmão do Atlântico (*Salmo salar*), cultivado em viveiro, observando que a pontuação total de

atributos de qualidade (IQ) resultou em uma relação linear com o tempo de armazenamento em gelo. A vida máxima de armazenamento de salmão pode ser estimada através deste esquema de avaliação sensorial em 20-21 dias em gelo.

PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al. (2006) desenvolveram o MIQ para a enchova, também conhecida como biqueirão, fresca e cozida (*Engraulis encrasicolus*) encontrando como limite da aceitabilidade o período de 5 dias de armazenamento em gelo. O MIQ para a pescada (*Merluccius merluccius*) foi desenvolvido pela BAIXAS-NOGUERAS et al. (2003). Neste estudo, foi criado um esquema com um máximo de 19 pontos de demérito. Com base nesta pontuação máxima, os autores calcularam o IQ através da divisão da SS por 19, onde SS significa a pontuação sensorial resultante da soma das pontuações de cada atributo avaliado, e o ponto de rejeição é o IQ entre 0,60-0,65.

HERERRO et al. (2003) desenvolveram um esquema MIQ para pescada congelada (*M. capensis* e *M. paradoxus*). O esquema incluiu nove parâmetros com um IQ máximo de 18 pontos. LYHS e SCHELVIS-SMIT (2005) desenvolveram MIQ para o arenque (*Clupea harengus*) armazenado em atmosfera normal e atmosfera modificada, detectando diferenças significativas entre as amostras das duas condições.

Em pesquisa realizada por NIELSEN e HYLDIG (2004), os autores observaram a influência da manipulação de processos e fatores biológicos no desenvolvimento do esquema MIQ para arenque inteiro (*Clupea harengus* L.). A avaliação realizada em arenque capturado de dez cruzeiros ao longo de um período de nove meses mostrou que os métodos de armazenamento a bordo têm significativa influência sobre a qualidade.

O esquema específico de avaliação sensorial para linguado senegalês (*Solea senegalensis*), cultivado e fresco foi desenvolvido por GONÇALVES et al. (2007), o esquema MIQ é constituído de 22 pontos de demérito e da vida útil para esta espécie foi estimada em 15 dias em gelo. SOARES (2010) desenvolveu QIM para carapeba (*Eucinostomus gula*). Neste estudo, o IQ variou de 0-19, verificando-se o valor zero para o peixe fresco e 19 para os peixes completamente deteriorados (em 18 dias). A vida útil de armazenamento da carapeba foi estipulada em 10 dias em gelo. O esquema MIQ para tilápia Nilo (*Oreochromis niloticus*), inteira eviscerada, armazenada em gelo foi desenvolvido por RODRIGUES (2008). A pontuação máxima encontrada foi de 19, sugerindo um IQ aproximadamente 15 pontos como o limite de aceitabilidade de consumo, atingidos aos 15 dias em gelo.

Tabela 1 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em peixes por diversos autores.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	IQ (r²)	Referências
<i>Clupea harengus</i>	Arenque	$Y = 2.30x + 0.97$ ($r^2 = 0.740$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Clupea harengus</i>	Arenque estocado em ar (y ₁) e em atmosfera modificada (y ₂)	$y_1 = 0.167x + 6.4153$ ($r^2 = 0.9128$) $y_2 = 0.0807x + 7.647$ ($r^2 = 0.877$)	Lyhs & Schelvis-Smit (2005)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Perca do mar	-	Simat et al. (2009)
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchova do Mediterrâneo	-	Pons-Sanchez-Cascado et al. (2006)
<i>Eucinostomus gula</i>	Carapeba	$y = 1.02x + 1.69$ ($r^2 = 0.9793$)	Soares (2010)
<i>Gadus morhua</i>	Bacalhau	-	Larsen et al. (1992)
<i>Gadus morhua</i>	Bacalhau	$y = 1.20x - 0.04$ ($r^2 = 0.966$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Gadus morhua</i>	Bacalhau inteiro e filé	-	Warm et al. (1998)
<i>Gadus morhua</i>	Filé de Bacalhau	$y = 0.7989x + 2.2208$ ($r^2 = 0.9897$)	Bonilla et al. (2007)
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Hadoque (peixe da família do bacalhau)	$y = 1.235x + 0.000$ ($r^2 = 0.990$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Merluccius capensis</i>	Merlúcio congelado	$y = 1.86 + Mo/1.82$ ($r^2 = 0.95$)	Herrero et al. (2003)
<i>Merluccius merluccius</i>	Merlúcio do Mediterrâneo	-	Baixas-Nogueras et al. (2003)
<i>Merluccius paradoxus</i>	Merlúcio congelado	$y = 1.86 + Mo/1.82$ ($r^2 = 0.95$)	Herrero et al. (2003)
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina branca	-	Teixeira et al. (2009)
<i>Morone saxatilis</i> <i>x M. chrysops</i>	Perca híbrida eviscerada	$y = 0.483x + 1.568$ ($r^2 = 0.934$)	Nilsen & Green (2007)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia	$y = 0.8625 + 4.1800x$ ($r^2 = 0.7810$)	Rodrigues (2008)
<i>Pleuronectes platessa</i>	Solha do mar	$y = 1.28x + 0.0$ ($r^2 = 0.89$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Pollachius virens</i>	Saithe, escamudo	$Y = 1.040x - 0.0$	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Rhombus laevis</i>	Rodvalho	$y = 1.3108x + 0.0$ ($r^2 = 0.872$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Salmo salar</i>	Salmão cultivado	$y = 0.692x + 1.57$ ($r^2 = 0.953$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Salmo salar</i>	Salmão do Atlântico	$y = 0.6921x + 1.5676$ ($r^2 = 0.9533$)	Sveinsdottir et al. (2002)
<i>Salmo salar</i>	Salmão do Atlântico	$y = 0.8229x + 0.1784$ ($r^2 = 0.97$)	Sveinsdottir et al. (2003)
<i>Salvelinus alpinus</i>	Artic char	$y = 0.8404x + 2.6095$ ($r^2 = 0.9727$)	Cyprian et al. (2008)
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardinha europeia	-	Andrade et al. (1997)
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardinha europeia	-	Triqui & Bouchriti (2003)
<i>Sardinops sagax</i>	Sardinha Australiana	$y = 0.2106x + 4.6088$ ($r^2 = 0.3055$)	Musgrove et al (2007)
<i>Scophthalmus maximus</i>	Rodvalho	$y = 2.205x + 0.0$ ($r^2 = 0.89$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Scomber scombrus</i>	Cavala do Atlântico	-	Andrade et al. (1997)
<i>Sebastes mentella</i>	Redfish de águas profundas	$y = 1.010x - 1.41$ ($r^2 = 0.941$)	Martinsdóttir et al. (2001)

<i>Solea senegalensis</i>	Solha senegalesca	$y = 0.8354 + 1.1405x$ ($r^2 = 0.8779$)	Gonçalves et al. (2007)
<i>Solea vulgaris</i>	Solha	$y = 1.85x + 0.0$ ($r^2 = 0.91$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Sparus aurata</i>	Brema de cabeça dourada	$y = 0.962x - 0.051$ ($r^2 = 0.9920$)	Huidobro et al. (2000)
<i>Trachurus trachurus</i>	Cavala	-	Andrade et al. (1997)

y = IQ ; Mo= meses em gelo; r^2 = índice de correlação

3.6.4 Esquema MIQ para moluscos cefalópodes

A Tabela 2 mostra as pesquisas recentes usando esquemas MIQ para moluscos cefalópodes, que são considerados hoje em dia como importantes recursos que podem ser exploradas em todo o mundo, sendo promissores para o futuro da pesca devido à abundância de renovação de estoque e ciclos de vida curtos. Dependendo da espécie, o ciclo de vida pode variar de seis meses para as espécies de pequeno porte até três anos para as espécies de porte maior (MANGOLD, 1987).

Tabela 2 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em moluscos cefalópodes por diversos autores.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	IQ (r^2)	Referências
<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	$y = 2.0039x - 0.5597$ ($r^2=0.9954$)	Barbosa & Vaz-Pires (2004)
<i>Sepia officinalis</i>	Choco (Siba)	$y = 1.6227x + 0.3485$ ($r^2=0.9939$)	Vaz-Pires & Seixas (2006)
<i>Sepia officinalis</i>	Choco (Siba)	$y = 2.6767x - 0.6083$ ($r^2 = 0.9866$)	Sykes et al. (2009)
<i>Illex coindetii</i>	Lula	$y = 1.7884x - 0.1561$ ($r^2=0.9954$)	Vaz-Pires & Seixas (2006)

y = IQ ; r^2 = índice de correlação

BARBOSA e VAZ-PIRES (2004) desenvolveram o sistema MIQ para o polvo (*Octopus vulgaris*) armazenado em gelo, resultando em um esquema composto por 10 parâmetros agrupados em cinco categorias principais. A pontuação máxima deste esquema de avaliação é de 16 pontos de demérito. O ponto de rejeição do polvo foi atingido aos oito dias em gelo. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por SYKES et al. (2009) que desenvolveram o sistema MIQ para o molusco conhecido como choco ou siba (*Sepia officinalis*). Este esquema é composto por 29 pontos demérito, dividido em quatro parâmetros e 13 atributos e a vida de prateleira para esta espécie foi estimada em oito dias.

VAZ-PIRES e SEIXAS (2006) desenvolveram o esquema MIQ, para a mesma espécie, composto por oito de parâmetros, totalizando 17 pontos de demérito. O nível de

rejeição para esta espécie foi atingido no 10º dia em gelo. O sistema MIQ para a lula (*Illex coindetii*) é baseado em nove parâmetros e o IQ máximo de 16 pontos. A rejeição sensorial foi atingida no nono dia em gelo.

3.6.5 Esquema MIQ para crustáceos

A Tabela 3 mostra a compilação dos resultados MIQ para os crustáceos. OLIVEIRA et al. (2005; 2009) desenvolveu sistema MIQ para avaliar qualidade de camarão cultivado (*Litopenaeus vannamei*) mantido em gelo por 20 dias. O IQ variou de 0 a 10 para o camarão inteiro cru e de 0 a 8 para o camarão descabeçado cru, e os IQ que corresponderam aos limites de aceitabilidade foram 6 e 5, respectivamente. O IQ de rejeição foi atingido aos 12 dias em camarão inteiro cru e aos 14 dias em o camarão cru descabeçado.

Tabela 3 – Compilação dos trabalhos de pesquisas realizados com a metodologia MIQ em crustáceos por diversos autores.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	IQ (r^2)	Referências
<i>Litopenaeus vannamei</i>	Camarão cultivado	-	Oliveira et al. (2009)
<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Pitú (camarão de água doce)	$y = 0.2873x + 0.339$ ($r^2 = 0.980$)	Portella (2009)
<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Pitú descascado	$y = 0.1957x - 0,2719$ ($r^2 = 0.840$)	Portella (2009)
<i>Pandalus borealis</i>	Camarão	$y = 0.741x + 2.94$ ($r^2 = 0.961$)	Martinsdóttir et al. (2001)
<i>Pandalus borealis</i>	Camarão descascado	$y = 1,017x - 0.27$ ($r^2 = 0.991$)	Martinsdóttir et al. (2001)

$y = \text{IQ}$; $r^2 = \text{índice de correlação}$

O esquema MIQ de camarão de água doce (*Macrobrachium amazonicum*) limpo e inteiro foi desenvolvido por PORTELLA (2009). Neste estudo, a pontuação máxima do esquema MIQ para camarões limpos e inteiros foram respectivamente 8 e 10 pontos de demérito. Quanto aos limites de aceitabilidade, os camarões limpos e inteiros mantiveram-se aceitáveis para consumo por 20 (IQ=3,64) e 10 (IQ=3,97) dias respectivamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi conduzido através de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), através da realização de três experimentos simultâneos. Nos experimentos I, II e III, realizou-se o estudo da vida de prateleira e das alterações sensoriais, microbiológicas e físico-químicas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), acondicionada em gelo e estocada em refrigeração nas seguintes formas de apresentação: peixe inteiro, peixe inteiro eviscerado e filé de peixe sem pele.

4.2. OBTENÇÃO DOS EXEMPLARES DE TILÁPIA DO NILO

Os exemplares de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de 650 g, foram obtidos da Unidade Demonstrativa de Cultivo de Tilápias em Gaiolas, localizada no município de Apodi (RN). A coleta dos peixes foi realizada durante o início da manhã (aproximadamente 8 horas). No local de cultivo, realizou-se a captura dos peixes. Os animais foram abatidos por hipotermia, ou seja, através de imersão em água gelada, na proporção água: gelo de 1:1 (temperatura em torno de 1°C). O abate foi realizado até que os peixes se tornassem insensibilizados. Neste momento, os animais foram considerados mortos, ou seja, iniciou-se o período de *pré-rigor mortis* (Figura 4).



Figura 4 - Captura e abate por hipotermia da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em Unidade de Cultivo de peixes em viveiros.

Após o abate, os exemplares foram acondicionados em gelo, no interior de caixas isotérmicas (poliestireno expandido) e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, onde foram realizadas as etapas

experimentais posteriores. A distância percorrida entre o local de captura e o Laboratório foi de aproximadamente 87 km. O transporte, do local de captura para o laboratório, dos exemplares de peixe foi realizado em aproximadamente 1 hora.

4.3. PREPARO E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

No Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, os exemplares de tilápia do Nilo foram acondicionados em três lotes distintos, para o preparo das amostras de cada experimento (I, II e III). A seleção dos peixes que constituíram cada lote foi realizada ao acaso. Cada lote era constituído de 36 exemplares de peixe. Os peixes do primeiro experimento foram lavados com água potável, acondicionados em uma caixa isotérmica de poliestireno expandido, contendo gelo em escamas na proporção de 1:1. (Figura 5).



Figura 5 - Acondicionamento de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, inteira, em caixa isotérmica com gelo na proporção gelo: peixe de 1:1.

No segundo lote de peixes, as amostras foram lavadas e evisceradas (Figura 6), antes do armazenamento em caixas de poliestireno expandido contendo gelo em escamas na proporção gelo: peixe de 1:1. O processo de evisceração das tilápias foi realizado através de uma incisão longitudinal na região abdominal ventral. Este procedimento compreendeu a retirada das vísceras. A parede abdominal interna e as brânquias não foram retiradas.

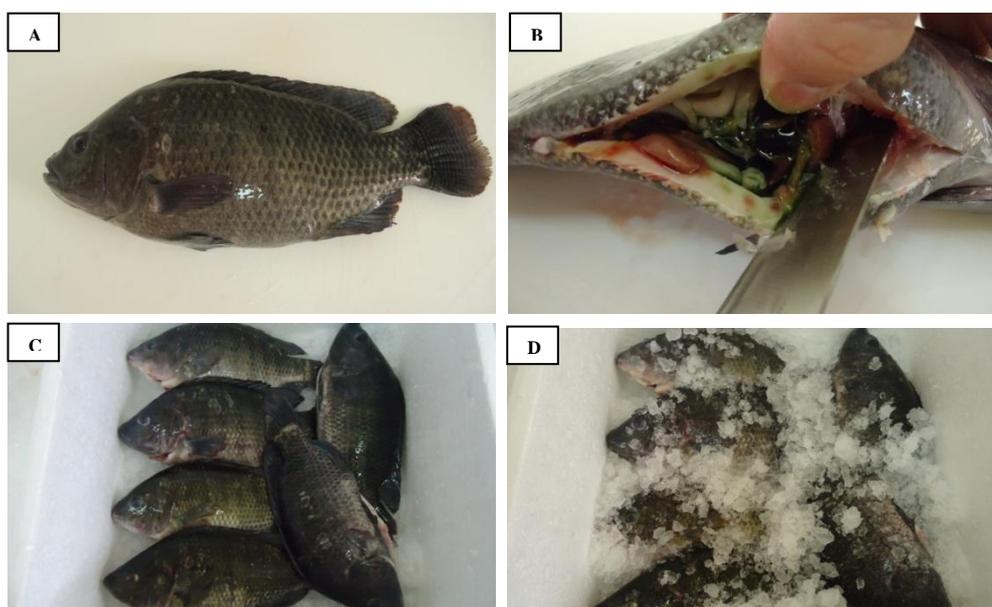


Figura 6 - Etapas de evisceração de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), A- tilápia inteira lavada; B – incisão longitudinal ventral para abertura da cavidade abdominal e retirada das vísceras; (C e D) - acondicionamento dos peixes eviscerados em caixas isotérmicas contendo gelo na proporção 1:1 (gelo: peixe).

No terceiro lote de peixes, os mesmos foram filetados e a pele dos filés foram retiradas, através de um equipamento específico para esta finalidade. Após este procedimento, os filés foram lavados com água potável para a retirada do excesso de sangue presente.

Após a lavagem, os filés foram colocados em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade. A selagem das embalagens foi feita através de uma embaladora industrial. As amostras de filés de tilápia sem pele foram embaladas em atmosfera normal. Estes filés foram acondicionados em caixas isotérmicas de poliestireno expandido com gelo na proporção gelo: peixe de 1:1 (Figura 7).

O gelo utilizado para armazenar as amostras de peixe foi fabricado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA, em condições adequadas de potabilidade da água utilizada como matéria-prima. As caixas isotérmicas dos experimentos I, II e III foram armazenadas em uma câmara fria, com temperatura externa e interna de aproximadamente 4°C e 0°C, respectivamente. A temperatura interna e externa das amostras durante o período de armazenamento foi controlada diariamente através de um termômetro digital (MULTI TEMP, Incoterm).

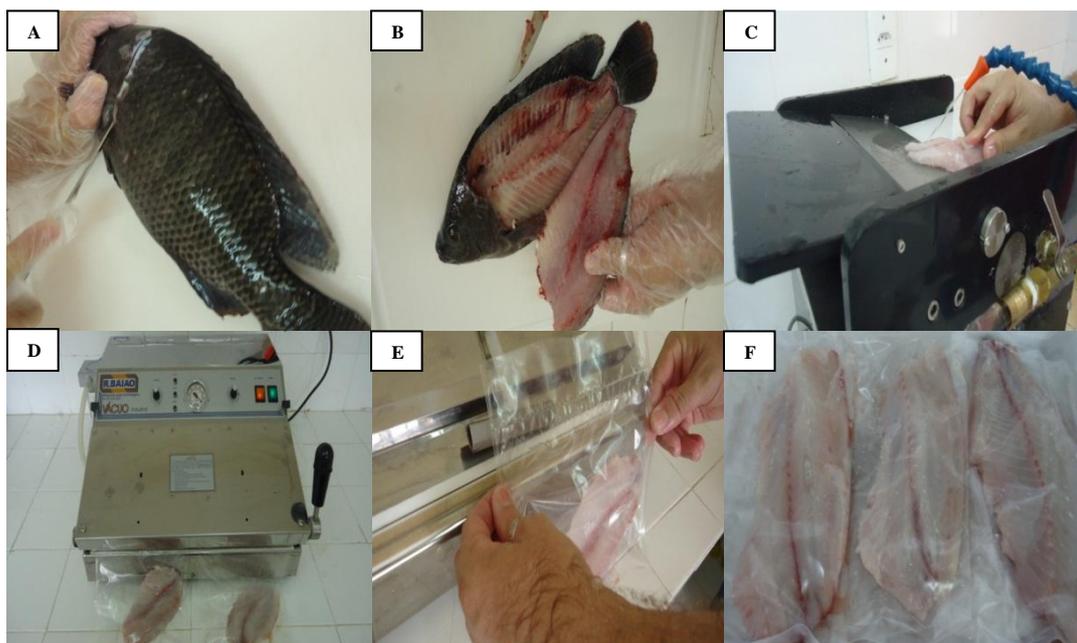


Figura 7 - Etapas do processo de filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), A – Incisão transversal no início da porção muscular; B – Retirada de uma porção muscular que originou o filé; C – Retirada da pele do filé; D – Embalagem dos filés em sacos plásticos através de uma seladora; E – Filé em embalagem, com atmosfera normal, selada; F - acondicionamento dos filés em caixas isotérmicas contendo gelo na proporção 1:1 (gelo: peixe).

4.4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

O acompanhamento do estado de frescor das amostras e o estabelecimento da vida de prateleira para cada forma de apresentação da tilápia do Nilo (inteira, inteira eviscerada e filé sem pele) foram realizados através de testes sensoriais, microbiológicos e físico-químicos, realizados em triplicata. As análises foram realizadas durante todo o armazenamento, partindo-se de um tempo zero e repetindo-se em intervalos regulares de 72 horas. O tempo zero se refere período da primeira avaliação de qualidade, que ocorreu logo após o término das etapas de seleção e preparo das amostras de cada lote no Laboratório. O intervalo de tempo transcorrido entre o abate e a primeira avaliação foi aproximadamente três horas.

4.4.1. Análise sensorial: Método de Índice de Qualidade (MIQ)

A análise sensorial foi realizada através do Método do Índice de Qualidade, em uma sala do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA, especificamente adaptada para esse fim e sempre nas mesmas condições ambientais e nos mesmos horários diários. A temperatura ambiental média foi estabilizada em $24 \pm 3^\circ\text{C}$ e a iluminação era exclusivamente

artificial. O treinamento da equipe de julgadores foi realizado no mesmo espaço físico e nas mesmas condições ambientais.

4.4.1.1. Treinamento da equipe de julgadores

A avaliação do estado de frescor e da qualidade sensorial das amostras foi realizada por uma equipe composta por três julgadores previamente treinados. O treinamento foi realizado em um ensaio prévio aos experimentos definitivos. Esta etapa durou sete dias. O treinamento ocorreu a cada 24 horas, utilizando-se duas amostras de cada forma de apresentação da tilápia (inteira, inteira eviscerada e filé sem pele). A finalidade do treinamento foi apresentar aos julgadores as características sensoriais típicas de uma tilápia fresca e deteriorada e montar uma tabela prévia com os atributos sensoriais necessários para a execução do MIQ. Através do treinamento também foram definidos os intervalos de 72 horas para a realização das análises sensoriais dos experimentos definitivos.

O treinamento foi realizado, inicialmente, através esquemas da metodologia MIQ desenvolvidos por outros autores em trabalhos realizados anteriormente com metodologia semelhante (MIQ). O treinamento para peixe inteiro, inteiro eviscerado e filé de tilápia foi conduzido partindo-se de esquemas MIQ desenvolvidos por SOARES (2010) para a carapeba inteira, RODRIGUES (2008) para tilápia eviscerada e BONILLA et al. (2007) para filé de bacalhau, respectivamente, expressos nos Quadros 2, 3 e 4.

A cada análise realizada no treinamento, foram listados, pela equipe, parâmetros sensoriais considerados significativos para a espécie estudada, resultando em três listas prévias.

Quadro 2 – Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo SOARES (2010), utilizada no treinamento para avaliação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira.

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	NOTA
ASPECTO GERAL	Aspecto superficial (pele)	Pigmentação viva, cores vivas	0 ()
		Perda de brilho, cores mais opacas	1 ()
		Sem brilho, cores desvanecidas	2 ()
	Rigidez	Tenso (rigor)	0 ()
		Flexível /Ligeiramente mole	1 ()
		Mole	2 ()
	Cheiro	Fresco, como água do mar	0 ()
		Não como água do mar, mas fresco e específico	1 ()
		Neutro ou ligeiramente ácido	2 ()
		Forte (ácido), rançoso, pútrido	3 ()
OLHOS	Transparência (globo ocular)	Límpida	0 ()
		Ligeiramente opaca	1 ()
		Leitosa, opaca	2 ()
	Pupila	Preta-azulada, bem delineada	0 ()
		Enevoada, perda do delineamento	1 ()
		Cinzenta, sem delineamento	2 ()
	Forma	Protuberante, convexa	0 ()
		Achatada, plana	1 ()
		Côncava, afundada	2 ()
BRÂNKUIAS (GUELRAS)	Cor	Vermelho vivo a púrpura	0 ()
		Menos viva, pálida nos bordos	1 ()
		Descoradas	2 ()
	Odor	Algas	0 ()
		Neutro, algas menos intenso	1 ()
		Ligeiramente acre ou rançoso	2 ()
	Forma	Íntegra	0 ()
		Ligeiramente disforme	1 ()
		Disforme	2 ()
ÍNDICE DE QUALIDADE			0-19

Quadro 3 - Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo RODRIGUES (2008), utilizada no treinamento para avaliação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada.

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	pt	
ASPECTO GERAL	Pele	Com brilho, coloração acinzentada, com listras mais escuras intercaladas e bem definidas	0	
		Brilho menos intenso, com diminuição na definição das listras	1	
		Sem brilho, com perda na definição das listras, cores desvanecidas	2	
	Escamas	Aderidas	0	
		Perda de escamas	1	
	Firmeza da carne	Firme	0	
		Menos firme	1	
	OLHOS	Transparência da córnea	Límpida	0
			Ligeiramente opaca	1
Leitosa, opaca			2	
Pupila		Preta, bem delineada	0	
		Enevoada, ainda com delineamento	1	
		Enevoada, sem delineamento	2	
Forma		Protuberante, convexa	0	
		Achatada, plana	1	
		Côncava, afundada	2	
BRANQUIAS	Odor	Metálica	0	
		Sangue/ Oleoso	1	
		Rançoso	2	
	Cor	Vermelho vivo	0	
		Vinho escuro	1	
		Vinho opaco amarronzado	2	
ABDOME	Parede abdominal interna (Peritônio)	Prata brilhosa com manchas pretas	0	
		Madrepérola brilhosa com manchas pretas	1	
		Branca amarelada sem brilho, com manchas pretas	2	
MUSCULATURA	Cor	Rosa claro brilhosa	0	
		Opaca, rosa velho, “cor de carne de coxa de frango”	1	
TOTAL			0-17	

Quadro 4 – Ficha de atributos sensoriais para desenvolvimento do MIQ, segundo BONILLA et al. (2008), utilizada no treinamento para avaliação de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

PARÂMETRO DE QUALIDADE		DESCRIÇÃO	ESCORE
PELE	Brilho	Iridescente	0
		Perda de brilho	1
		Sem brilho	2
	Muco	Uniforme, fino e transparente	0
		Um pouco mais grosso, opaco	1
		Coagulado, espesso e amarelado	2
MUSCULATURA	Textura	Firme	0
		Ligeiramente mole	1
		Muito mole	2
	Sangue	Vermelho brilhante, ausente	0
		Vermelho escuro	1
		Amarronzado	2
	Odor	Fresco, natural	0
		Algas marinhas	1
		Leite azedo	2
		Acético, amoniacal	3
	Cor	Branco, acinzentado	0
		Um pouco amarelado, um pouco rosado	1
		Amarelo, todo rosa	2
	Brilho	Transparente azulado	0
		Opaco	1
		leitoso	2
	Fendas	Sem abertura, com uma abertura na parte superior do filé	0
		Abertura em menos de 25% do filé	1
		Abertura em 25 a 75%	2
		Abertura em mais de 75% do filé	3
	Índice de Qualidade		

4.4.1.2. Aplicação do Método do Índice de Qualidade

A análise sensorial durante os experimentos definitivos foi realizada partindo-se da lista prévia elaborada na fase de treinamento. Esta lista foi utilizada durante a realização dos experimentos definitivos e os esquemas de avaliação sensorial foram ajustados durante os mesmos, resultando nos esquemas do MIQ definitivos para a tilápia inteira, inteira eviscerada e filé de tilápia sem pele (Quadros 5, 6 e 7). A análise sensorial foi realizada utilizando-se três exemplares de peixe para cada tempo de armazenamento (zero, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias) de cada experimento (I, II e III). O tempo de armazenamento foi inicialmente projetado em 21

dias, porém o fim do período de estocagem correspondeu ao dia no qual as amostras receberam a pontuação de Índice de Qualidade máxima do esquema.

Durante a análise sensorial, três amostras de cada experimento foram dispostas em bandejas previamente codificadas com numeração aleatória. As amostras de cada forma de apresentação da tilápia foram analisadas sensorialmente e pontuados por cada um dos três julgadores, sendo que a média obtida dos escores de todos os julgadores para cada tempo de estocagem representou o Índice de Qualidade (IQ) para o dia de estocagem estudado. Quanto maior o IQ atribuído, menor era a qualidade sensorial do peixe avaliado.

4.4.2. Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica das amostras foi determinada através das seguintes análises: contagem bacteriana total, contagem de micro-organismos psicrotróficos, contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo e determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes. Todos os procedimentos microbiológicos foram realizados de forma mais asséptica possível, na área de segurança do bico de Bunsen em Câmara de Fluxo Unidirecional, marca “Veco”, modelo “CFLV 06” (Figura 8). As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da UFERSA.

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela Instrução Normativa N° 62/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Inicialmente, pesou-se, em balança analítica de precisão, marca “Digimed” modelo “KN 2000”, 25g de filé de tilápia, diluindo-se em 225 mL de Solução Salina Peptonada Tamponada a 0,1%. Através de um Stomacher marca “Nova Ética” modelo “130”, realizou-se a homogeneização do conteúdo durante 2 minutos, o que resultou na diluição de 10^{-1} , e, a partir desta, realizaram-se as diluições subseqüentes: 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} , pipetando-se 0,1 mL de cada diluição em tubos do tipo “ependorf” contendo 0,9 mL de Solução Salina Peptonada Tamponada a 0,1%.



Figura 8 - Câmara de fluxo unidirecional com bico de Bunsen para a realização de análises microbiológicas em condições de assepsia.

4.4.2.1 Contagem Bacteriana Total e de micro-organismos psicrotróficos

Utilizando placas de Petri previamente esterilizadas e identificadas, cada amostra foi analisada em duplicata. Semeou-se 1 mL de cada diluição, separadamente, em 15 a 20 mL de Agar Padrão para a semeadura em profundidade. Após o endurecimento do meio, as placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica marca “Olidex CZ” modelo “Linea ECB”, à temperatura de 37°C, durante 48 horas. A leitura foi realizada nas placas que apresentavam entre 30 e 300 colônias.

Na contagem de micro-organismos psicrotróficos, utilizou-se método semelhante ao anterior, porém com diferenças quanto à temperatura e tempo de incubação que neste caso foram respectivamente: 7°C ± 1°C e sete dias.

A contagem das colônias foi realizada utilizando um Contador de Colônias selecionando as placas que continham entre 25 e 250 colônias.

4.4.2.2 Contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo

A contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo foi realizada através da semeadura em Agar Baird Parker, suplementado com solução de gema de ovo e telurito, o que permite a verificação das atividades proteolítica e lipolítica do *Staphylococcus aureus* em temperatura de 37°C, durante 48 horas. Realizaram-se as contagens das colônias típicas e não típicas nas placas que continham entre 20 e 200 colônias.

Utilizou-se como teste confirmatório a prova da coagulase. Selecionaram-se três colônias típicas e atípicas, semeando-as em tubo estéril contendo caldo BHI. Os tubos foram incubados em estufa de cultivo bacteriológica marca “Olidef CZ” modelo “Linea ECB”, à temperatura de $36 \pm 1^\circ\text{C}$. Após 24 horas, repicou-se 0,3 mL de cada tubo de cultivo em BHI para tubos estéreis contendo 0,3 mL de plasma de coelho, que foram incubados a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas, verificando-se se houve formação de coágulos.

4.4.2.3 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes

O número mais provável de coliformes totais foi determinado utilizando-se tubos de ensaio, estéreis, contendo Caldo Lauryl Sulfato, verificando-se a presença ou ausência de formação de gás nos tubos de Durham e turvação no meio de cultura. Os tubos de ensaio foram mantidos em banho-maria marca “Oxilab” modelo “Oxi 203”, em prova presuntiva a 37°C , durante 48 horas. Os tubos positivos foram repicados através de alça de platina, em caldo verde-brilhante, durante 48 horas a 37°C , para confirmar a sobrevivência de coliformes totais. Por último, os tubos positivos foram transferidos para Caldo *Escherichia coli* (EC), permecendo em banho-maria a 45°C durante 48 horas para determinação de NMP de coliformes termotolerantes.

4.4.3 Análises físico-químicas

A qualidade físico-química das amostras foi determinada através da medição do pH e o teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT). As provas físico-químicas foram realizadas com três repetições.

4.4.3.1 Medição do potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi medido através da aferição direta na musculatura do peixe utilizando um potenciômetro digital de leitura de pH de carnes (marca “Hanna”, modelo “HI 99163”).

4.4.3.2 Medição do teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT)

O Teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais foi medido através de adaptação de método de destilação proposto pelo Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA) em 1981. Nas amostras de tilápia inteira e inteira eviscerada (Experimentos I e II), porções musculares foram retiradas de três partes do dorso (lombo) e das costelas de três peixes de

cada forma de apresentação por época de avaliação. A mistura foi pré-homogeneizada utilizando um processador de alimentos da marca “Wallita”. Nos filés de tilápia (Experimento III), todo o filé foi pré-homogeneizado.

Através de uma balança analítica de precisão, pesou-se 12,5g da mistura pré-homogeneizada (de cada experimento) e homogeneizou-se em 37,5 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 7,5%. Este conteúdo foi mantido em repouso por 30 minutos. Em seguida, cada amostra foi filtrada em papel filtro (Whatman nº1). Uma alíquota de 10 mL do filtrado foi adicionada de 50 mL de água destilada e em seguida foi transferida para um tubo do aparelho destilador de nitrogênio marca “Tecnal”, modelo “TE-036/1” e neutralizada com 1 g de óxido de magnésio.

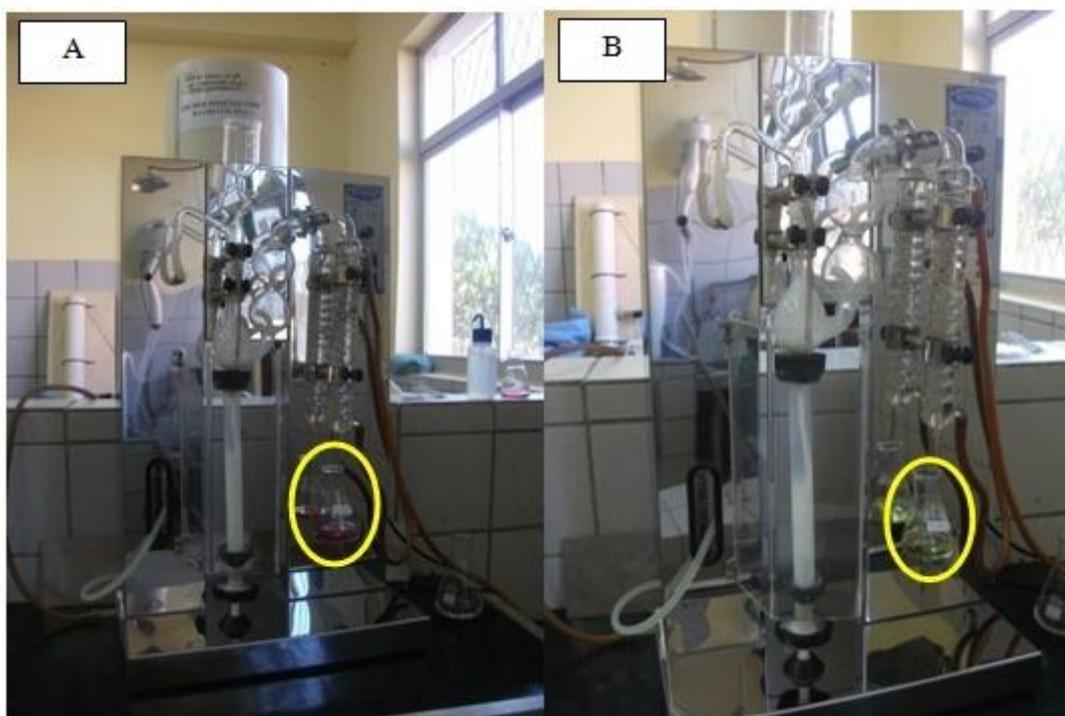


Figura 9 – Aparelho de destilação das bases voláteis totais - (A): Antes do recebimento das Bases Voláteis Totais (cor vermelha) – (B): Após o recebimento das Bases Voláteis Totais (cor verde).

Durante a destilação, as bases foram recolhidas em 15 mL de solução de ácido bórico a 4%. A quantidade de borato formada pela reação das BVT com o ácido bórico foi titulada com solução de ácido clorídrico 0,01 molar e fator de correção 1,04, usando um indicador misto (vermelho de metila e verde de bromocresol) a 0,1%, para indicar o ponto de equivalência da titulação. O resultado foi expresso em miligrama de nitrogênio por 100g de músculo (mgN/100g) de tilápia, calculado pela fórmula:

$$\text{N-BVT (mgN/100g)} = \frac{V \times M_o \times f \times V_{\text{extraTCA}} \times 14 \times 100}{10 \times Pa}$$

Onde,

V= Volume da solução de HCL gasto na titulação da amostra

M_o= Molaridade da solução de HCL utilizada na titulação

f = Fator de correção da solução

V_{extraTCA} = Volume total obtido da filtração da mistura de 37,5 mL de solução de TCA + 12,5 g da amostra

14 = Massa molecular do N (14 g.mol⁻¹)

Pa= Peso da amostra

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SAS (SAS Institute, Inc., 1985) e os gráficos foram elaborados através do software Microsoft Office Excel (2007). Análise de estatística descritiva para a obtenção de médias e desvio padrão foi feita nos dados obtidos através de análises sensoriais, microbiológicas e físico-químicas. As médias resultantes de análises sensoriais pelo MIQ foram compiladas e submetidas à análise de regressão linear, obtendo-se as equações lineares que foram as que melhor se ajustaram aos resultados obtidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE SENSORIAL

5.1.1 Desenvolvimento do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

Os esquemas de avaliação sensorial resultantes das listas prévias elaboradas pelos três julgadores foram ajustados, durante os experimentos definitivos, conforme as alterações sensoriais ocorriam, o que resultou nos esquemas finais do MIQ para avaliar a tilápia inteira, inteira eviscerada e filés de tilápia.

No protocolo sensorial para a tilápia inteira ajustou-se o atributo “cor das brânquias”, onde o escore máximo passou de 3 (brânquias pálidas) para 2 (descorada nos bordos). Esta mudança ocorreu ao se observar que quando todos os outros parâmetros sensoriais da tilápia inteira atingiram a pontuação máxima, as brânquias estavam “descoradas nos bordos” (Figura 10) e não “pálidas”.



Figura 10 - Aspecto sensorial das brânquias com escore 2, “descorada nos bordos” da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira aos 12 dias de armazenamento em gelo.

Observou-se na evolução dos parâmetros sensoriais da tilápia inteira um aumento na quantidade e viscosidade de muco superficial e das brânquias. Estes dois atributos foram acrescentados ao protocolo final para a tilápia inteira, em ambos os casos houve um aumento na quantidade de muco e também na sua viscosidade.

No protocolo prévio para a tilápia eviscerada retirou-se o atributo sensorial “aspecto e cor da parede abdominal”. A alteração sensorial referente a este atributo não foi significativa durante o período de armazenamento em gelo, ou seja, enquanto a pontuação máxima dos demais atributos foi atingida (Figura 11). Este resultado foi diferente do encontrado por

RODRIGUES (2008), que ao realizar pesquisa envolvendo o desenvolvimento do MIQ para tilápia do Nilo eviscerada detectou a alteração sensorial do peritônio significativa para esta espécie. ALMEIDA et al. (2006) ao estudarem alterações *post mortem* em outra espécie de água doce, o tambaqui, também não observaram alterações na parede abdominal até 49 dias de estocagem em gelo, resultado que foi contrário ao detectado por KODAIRA (1992) que verificou alterações na parede abdominal entre 15 e 18 dias de armazenamento do tambaqui nas mesmas condições.

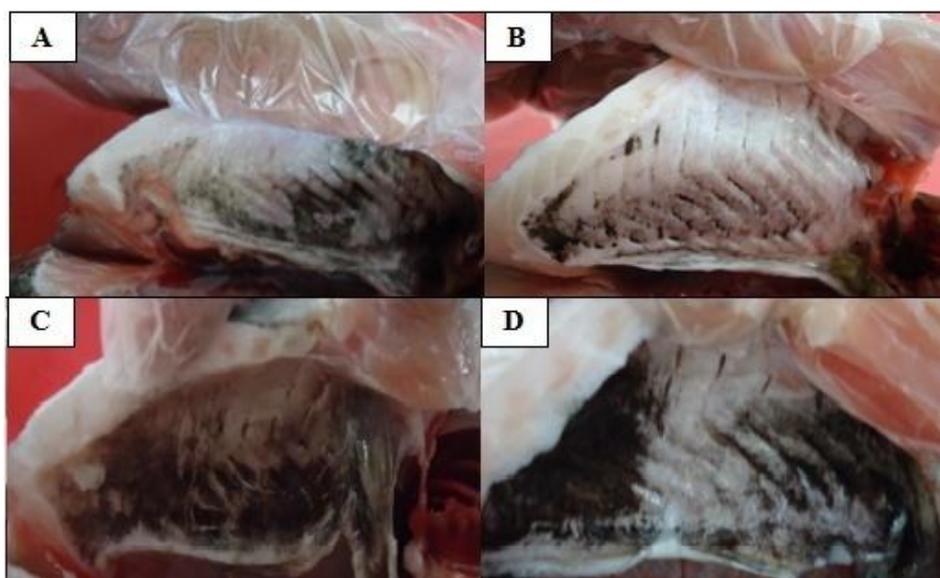


Figura 11 - Aspecto e coloração da parede abdominal da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) eviscerada, armazenada em gelo por 3 (A), 6 (B), 9 (C) e 18 (D) dias.

O atributo “quantidade e aspecto de muco superficial” não foi considerado significativo para a tilápia inteira eviscerada, ao contrário do que ocorreu na tilápia inteira. Este fato se deve, possivelmente, à presença das vísceras que influenciou a produção e aumento da viscosidade de muco superficial.

O protocolo preliminar de avaliação do MIQ para filés de tilápia sem pele teve alteração no atributo “textura do filé”. No esquema preliminar, a nota referente a este parâmetro variava de 0 a 2 pontos, ou seja: 0 – fresco, 1 – ligeiramente mole e 2 – mole. No esquema definitivo foi incluído o escore 3 referente a musculatura completamente autolisada, desfragmentando-se ao toque mais forçado dos dedos.

A presença de parasitas não foi considerado um aspecto significativo para avaliar a qualidade sensorial de filés de tilápia do Nilo estocados em gelo. O que ocorreu de forma contrária à forma considerada por WARM et al. (1998) e JENSEN e JORGENSEN (1997); e de forma semelhante às consideradas por ODOLI (2009) e BONILLA et al. (2007) que não

relacionaram a presença de parasitas como parâmetro sensorial significativo para avaliar o frescor de filés de tilápia e bacalhau, respectivamente, através do MIQ. Os esquemas finais do MIQ para a tilápia inteira, eviscerada e em filé estão representados nos Quadros 5, 6 e 7, respectivamente.

Quadro 5 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação sensorial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo.

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	N
ASPECTO GERAL	Pele	Brilhante, com listras mais escuras intercaladas com listras mais claras e bem definidas	0 ()
		Ligeiramente opaca, com perda na definição das listras	1 ()
		Opaca/ sem brilho, listras pouco definidas	2 ()
	Escamas	Bem aderidas	0 ()
		Perda na aderência das escamas	1 ()
		Escamas soltando-se com facilidade	2 ()
	Rigidez	Em rigor	0 ()
		Firme/ elástico	1 ()
		Ligeiramente mole	2 ()
		Muito mole	3 ()
	Odor	Fresco e específico	0 ()
		Neutro	1 ()
		Amoniacal, característico de bases voláteis	2 ()
		Pútrido	3 ()
Muco superficial	Pequena quantidade de muco transparente	0 ()	
	Aumento na quantidade de muco. Muco mais viscoso	1 ()	
	Grande quantidade de muco viscoso	2 ()	
OLHOS	Córnea	Clara/ Límpida	0 ()
		Opalescente	1 ()
		Leitosa, opaca	2 ()
	Pupila	Preta, bem delineada	0 ()
		Enevoada, perda do delineamento	1 ()
		Cinzenta a leitosa, sem delineamento	2 ()
	Forma de globo ocular	Convexa	0 ()
Plana		1 ()	
Côncava		2 ()	
BRÂNQUIAS	Cor	Vermelho vivo a púrpura	0 ()
		Vermelho vinho	1 ()
		Descoradas nos bordos	2 ()
	Odor	Algas a metálico menos intenso	0 ()
		Metálico	1 ()
		Rançoso a pútrido	2 ()
	Forma	Íntegra	0 ()
		Ligeiramente disforme	1 ()
		Disforme	2 ()
	Muco	Pequena quantidade, muco transparente	0 ()
Aumento na quantidade, muco ligeiramente viscoso		1 ()	
Grande quantidade de muco viscoso		2 ()	
VÍSCERAS	Aspecto	Inteiras	0 ()
		Início de liquefação	1 ()
		Liquefeitas	2 ()
	Coloração	Cores vivas, vermelho vivo a púrpura	0 ()
		Cores desvainescidas com perda de pigmentação	1 ()
		Cores pálidas	2 ()
	Odor	Neutro e específico	0 ()
		Ácido	1 ()
Pútrido		2 ()	
ÍNDICE DE QUALIDADE			0-32

Quadro 6 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação sensorial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada, estocada em gelo.

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	N
ASPECTO GERAL	Pele	Brilhante, com listras mais escuras intercaladas com listras mais claras e bem definidas	0 ()
		Ligeiramente opaca, com perda da definição das listras	1 ()
		Opaca/ sem brilho, listras pouco definidas	2 ()
	Escamas	Bem aderidas	0 ()
		Perda na aderência das escamas	1 ()
		Escamas soltando-se com facilidade	2 ()
	Rigidez	Em rigor	0 ()
		Firme/ elástico	1 ()
		Ligeiramente mole	2 ()
		Muito mole, autolisado, deixando impressão digital	3 ()
	Odor	Fresco e específico	0 ()
		Neutro	1 ()
		Amoniacal, característico de bases voláteis	2 ()
Pútrido		3 ()	
OLHOS	Córnea	Clara/ Límpida	0 ()
		Opalescente	1 ()
		Leitosa, opaca	2 ()
	Pupila	Preta, bem delineada	0 ()
		Enevoada, perda do delineamento	1 ()
		Cinzenta a leitosa, sem delineamento	2 ()
	Forma de globo ocular	Convexa	0 ()
Plana		1 ()	
Côncava		2 ()	
BRÂNQUIAS	Cor	Vermelho vivo	0 ()
		Vermelho vinho	1 ()
		Descoradas nos bordos - amarronzadas	2 ()
		Pálidas/ descoradas	3 ()
	Odor	Algas a metálico menos intenso	0 ()
		Metálico a ácido	1 ()
		Rançoso a pútrido	2 ()
	Forma	Íntegra	0 ()
		Ligeiramente disforme	1 ()
		Disforme	2 ()
	Muco	Pequena quantidade, muco transparente	0 ()
Aumento na quantidade, muco ligeiramente viscoso		1 ()	
Grande quantidade de muco viscoso		2 ()	
ÍNDICE DE QUALIDADE			0-25

Quadro 7 – Esquema final do Método do Índice de Qualidade (MIQ) para avaliação de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estocados em gelo.

PARÂMETROS		CARACTERÍSTICAS	NOTA
Musculatura	Cor	Brilhante, bege a rosa claro	0 ()
		Ligeiramente opaca, bege mais escurecido	1 ()
		Bege opaca, intercalada com manchas rosadas escurecidas	2 ()
	Muco	Transparente e fino	0 ()
		Ligeiramente viscoso	1 ()
		Muito viscoso	2 ()
	Odor	Fresco	0 ()
		Não fresco, mas neutro	1 ()
		Amoniacal	2 ()
	Textura	Pútrido	3 ()
		Firme	0 ()
		Ligeiramente mole	1 ()
		Mole	2 ()
	Sangue	Completamente autolisado, desfragmentando-se ao toque	3 ()
		Vermelho brilhante	0 ()
		Rubro a vinho	1 ()
	Disposição das fibras musculares	Amarronzado	2 ()
		Sem abertura, poucas aberturas	0 ()
Com abertura em menos de 25% do filé		1 ()	
	Com abertura em mais de 75% do filé	2 ()	
ÍNDICE DE QUALIDADE			0-14

5.1.2 Aplicação do MIQ em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A aplicação do MIQ para a tilápia inteira, eviscerada e na forma de filé, apresentou resultados satisfatórios em termos estatísticos, uma vez que os coeficientes de regressão linear (r^2) foram superiores a 0,96, como apresentado na Figura 12, que representa a curva de calibração do IQ para tilápia nas três formas de apresentação estudadas. Observa-se uma equação linear do Índice de Qualidade (IQ) em função dos dias de armazenagem em gelo.

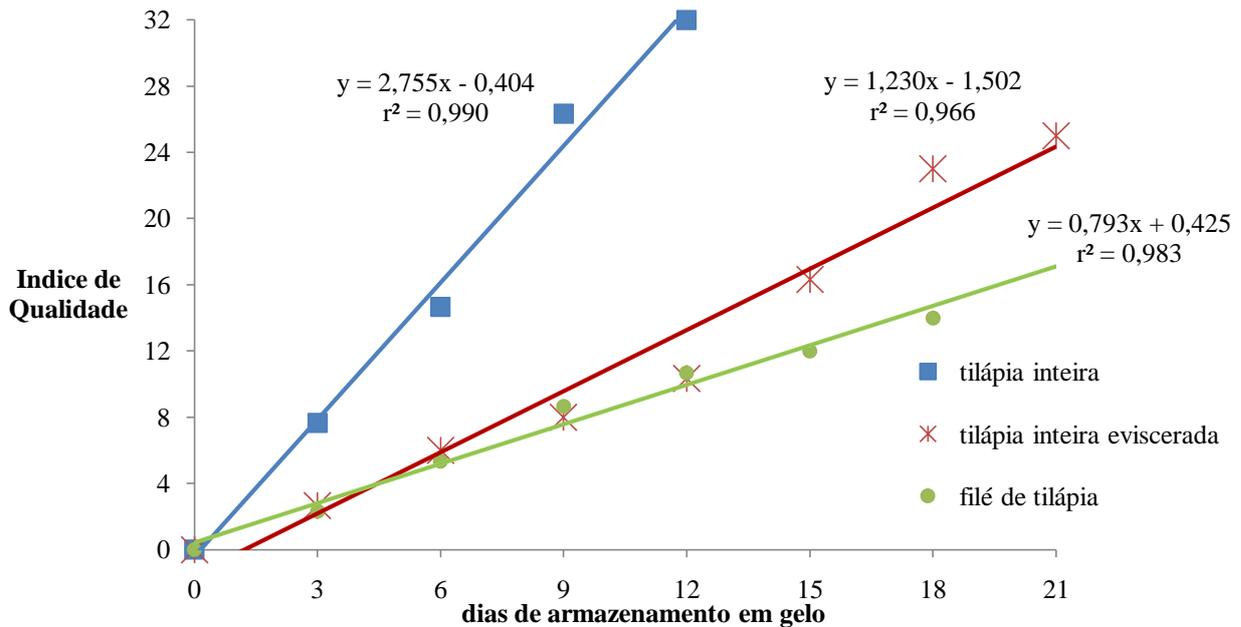


Figura 12 – Curva de calibração do Índice de Qualidade (IQ) para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.

Os parâmetros sensoriais mais relevantes para a tilápia inteira estão descritos no Quadro 5 e estão relacionados com: aspecto geral, olhos, brânquias e vísceras. O Índice de Qualidade variou de 0 a 32 pontos.

A tilápia inteira fresca, ou seja, analisada após a captura no tempo zero, e sem sinais de deterioração apresentou pele brilhante, com listras mais escuras intercaladas com listras paralelas mais claras bem definidas, escamas bem aderidas, carne firme, cheiro característico de peixe fresco cultivado em água doce e muco transparente (Figura 13). Quanto aos atributos dos olhos, a córnea é clara e límpida, a pupila bem delineada de cor preta e o globo ocular protuberante e convexo. As vísceras estavam íntegras com cores vivas características de cada órgão e cheiro neutro.

A ausência de sinais de deterioração na tilápia fresca é resultado dos processos fisiológicos naturais do peixe vivo, como circulação sanguínea, regulação dos processos homeostáticos e de defesa contra atividades enzimáticas anormais e atividade microbiana. A presença de reservas de glicogênio, o que é uma característica do período de *pré-rigor*, ocasiona a formação de ácido lático, que por sua vez é responsável pelo abaixamento do pH. O pH baixo é desfavorável à multiplicação microbiana. Com o esgotamento das reservas energéticas o músculo entra em fase de enrijecimento permanente, também chamada de fase de *rigor-mortis*. A recuperação desta fase ocorre principalmente por ação de enzimas

endógenas, e em um período mais avançado, por proteases bacterianas. Estas enzimas agem sobre as proteínas liberando substâncias que alcalinizam o pH, gradativamente. A autólise em pescado é mais intensa quando comparada à que ocorre outros tipos de carne devido à estrutura muscular mais aberta da carne de pescado, que ocorre devido à baixa quantidade de tecido conjuntivo presente no músculo destes animais. O pH mais alcalino favorece a multiplicação da flora deteriorante que é responsável pela intensificação dos processos de decomposição do pescado.



Figura 13 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, fresca, no tempo zero de armazenamento, logo após captura.

A partir do 6º dia em gelo os sinais de deterioração começaram a se intensificar. O ponto de rejeição foi atingido aos nove dias de estocagem em gelo, ou seja, o IQ de rejeição correspondeu a 26,33 pontos e a vida útil máxima para a tilápia inteira armazenada em gelo, segundo o MIQ, é de nove dias. SOARES (2010) estudou a vida útil da carapeba inteira armazenada em gelo através do MIQ e encontrou uma vida útil de 10 dias, ou seja, um valor próximo ao encontrado no presente estudo. ALMEIDA et al. (2006) encontraram uma vida útil de 43 dias para tambaqui inteiro armazenado em gelo.

No dia da rejeição sensorial, as tilápias inteiras apresentaram pele opaca com perda na definição das listras, as escamas soltavam-se com facilidade, apenas com o toque dos dedos, a carne mole e autolisada e o cheiro apresentou-se amoniacal, característico de elevado teor de bases voláteis. A córnea apresentou-se opaca, a pupila sem delineamento e o globo ocular afundado, côncavo (Figura 14). As brânquias apresentaram sinais de deterioração nos bordos, grande quantidade de muco viscoso e cheiro intensamente metálico. As vísceras pálidas, liquefeitas e com odor intensamente pútrido (Figura 15).

A redução da qualidade sensorial da tilápia durante o armazenamento, verificada no presente trabalho, possivelmente, se deve ao fato de que com o decorrer do tempo após a morte se intensificam os processos deteriorativos que acarretam modificações na qualidade sensorial. A opacidade da pele pode ser explicada pela morte das células epidérmicas que secretam mucopolissacarídeos, a perda de pigmentos presentes nos cromatóforos e de iridóforos formados por radicais de bases purínicas. Tais compostos conferem aspecto reluzente à pele através da refração da luz que atravessa a derme e a epiderme. A ação catalítica de catepsinas amolece o músculo e reduzem a aderência das escamas.



Figura 14 – Evolução sensorial dos atributos relacionados aos olhos: córnea, pupila e globo ocular durante o armazenamento de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, armazenada em gelo por 0, 3, 6 e 9 dias.



Figura 15 – Evolução sensorial das vísceras durante o armazenamento de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, armazenada em gelo por 0, 3, 6 e 9 dias.

Observou-se que o parâmetro de vísceras foi fundamental na avaliação e determinação da vida útil da tilápia inteira, haja vista que este parâmetro influenciou outros parâmetros de qualidade como o “cheiro” no aspecto geral. A Figura 15 representa uma evolução sensorial das vísceras durante o armazenamento de tilápia do Nilo inteira em diferentes tempos de armazenamento até o dia de rejeição sensorial (dias 0, 3, 6 e 9). No tempo zero, verifica-se que as vísceras estavam íntegras, com cores vivas que facilita a distinção entre os diversos órgãos da cavidade abdominal. Aos três dias de estocagem o peixe inteiro já apresentava sinais de deterioração, principalmente, relacionados às vísceras que já estavam liquefeitas, com perda na definição dos órgãos. No sexto dia, observou-se o início da palidez dos órgãos. No 9º. dia em gelo, as vísceras estavam completamente pálidas e liquefeitas, e no 12º dia, repugnantes (Figura 16).



Figura 16 – Aspecto das vísceras da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, aos 12 dias de estocagem em gelo.

Aos 12 dias de estocagem os exemplares de tilápia inteira atingiram a pontuação máxima do índice de qualidade do esquema MIQ, 32 pontos. Neste dia, os peixes estavam completamente deteriorados e apresentaram um aspecto repugnante (Figura 17). Uma característica marcante, bem definida e descrita por todos julgadores foi odor pútrido do peixe por inteiro, pontuado na tabela no aspecto geral. O odor pútrido possivelmente se deve à atividade de enzimas proteolíticas, principalmente, desaminases e descarboxilases microbianas que liberam substâncias nitrogenadas de odor pútrido.



Figura 17 - Aspecto geral da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, aos 12 dias de estocagem em gelo.

Os parâmetros sensoriais significativos para a tilápia inteira eviscerada estão relacionados ao aspecto geral do peixe (pele, escamas, rigidez, cheiro), olhos (córnea, pupila, forma do globo ocular) e brânquias (cor, odor, forma e muco). O esquema final do MIQ para a tilápia inteira apresenta IQ variando de 0 a 25 pontos.

A pontuação 0 foi atribuída por todos os julgadores no tempo zero de estocagem, demonstrando que neste período o peixe estava fresco. SOARES et al. (1998) citam que em pescado fresco, logo após a captura a qualidade é facilmente avaliada pelas características sensoriais. Porém estas características são muito variáveis de espécie para espécie. Na tilápia inteira eviscerada fresca, a pele estava brilhante com listras escuras bem definidas, as escamas bem aderidas. A primeira avaliação, provavelmente, coincidiu com o *rigor mortis* do peixe e por isto o peixe apresentou-se rígido. O cheiro era fresco e específico. O olho protuberante com a córnea límpida e a pupila bem definida. As brânquias (Figura 18) apresentaram-se

íntegras, coloração vermelho vivo com odor fresco e com pequena quantidade de muco viscoso.

As alterações sensoriais começaram a se intensificar no décimo quinto dia em gelo, culminando com o período de rejeição sensorial aos 18 dias em gelo, ou seja, a vida útil máxima para a tilápia inteira eviscerada segundo o MIQ foi estabelecida em 18 dias. O IQ médio encontrado no dia da rejeição sensorial foi de 23 pontos. Resultado semelhante foi detectado por RODRIGUES (2008) que, ao avaliar a qualidade sensorial de tilápia inteira eviscerada através do MIQ, estimou um prazo de vida comercial de 15 a 18 dias. VARGAS (2011) também encontrou uma vida de prateleira máxima de 18 dias para matrinxã, ao estudar a qualidade de peixes abatidos por diferentes métodos e armazenados em gelo. BORGES et al. (2007) avaliaram a qualidade da corvina eviscerada estocada a 0°C e estabeleceram uma vida útil de 10 a 14 dias para a espécie estudada. Enquanto SIQUEIRA (2001) verificou que a tilápia do Nilo eviscerada e submetida a processo de irradiação tem um prazo de vida comercial de 30 dias

No 18º dia de avaliação, dia da rejeição sensorial, a pele estava opaca e sem brilho, as brânquias pálidas e com grande quantidade de muco viscoso (Figura 18), os olhos apresentaram-se afundados e a córnea leitosa (Figura 19). Aos 21 dias em gelo, a tilápia inteira eviscerada atingiu a pontuação máxima do esquema registrada pelos três julgadores. Neste período, o odor pútrido do peixe foi uma alteração sensorial característica.

Observa-se que o conjunto de alterações sensoriais que ocasionaram a rejeição sensorial e a pontuação máxima dos esquemas do MIQ, respectivamente, para as formas inteira e eviscerada ocorreram aos 9 e 18 dias (rejeição sensorial) e 12 e 21 dias (pontuação máxima do esquema MIQ). Assim, o processo de evisceração foi fundamental para retardar as alterações sensoriais da tilápia do Nilo, aumentando a sua vida útil, em gelo, de 9 para 18 dias. Tal fato relaciona-se, provavelmente, à microbiota do conteúdo intestinal do peixe, que oscila de 10^3 a 10^8 UFC/g (FRAZIER e WESTHOFF, 1993). Logo após a morte do peixe, as fortes enzimas digestivas hidrolisam os envoltórios intestinais e liberam grande quantidade de bactérias que aceleram a decomposição do peixe, a partir das paredes intestinais. Uma simples retirada de vísceras e lavagem da cavidade intestinal eliminam esta fonte de contaminação, aumentando a vida útil do peixe, fato que foi constatado no presente trabalho.

PORTELLA (2009) desenvolveu o MIQ para camarões (*Macrobachium amazonicum*) inteiros e limpos e encontrou como resultado um comportamento semelhante ao encontrado no presente estudo em relação à vida útil das duas formas de apresentação do camarão. A vida útil do camarão limpo foi estimada em 20 dias, enquanto a do camarão inteiro foi estimada em

10 dias, ou seja, o processo de limpeza do camarão resultou em aumento da vida de prateleira do camarão, resultado que foi semelhante ao presente estudo, no qual a evisceração duplicou a vida útil estimada para a tilápia do Nilo.



Figura 18 – Evolução sensorial das brânquias de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada aos 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias de estocagem em gelo.



Figura 19 – Evolução sensorial dos atributos relacionados aos olhos: córnea, pupila e globo ocular durante o armazenamento de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada aos 0, 9, 15 e 18 dias de estocagem em gelo.

As médias e os desvios padrões do IQ para a tilápia inteira e inteira eviscerada, atribuídos por três julgadores estão descritos na Tabela 4. Observa-se que na tilápia inteira (experimento I), o aumento no IQ ocorreu de forma mais linear ($r^2=0,9905$) ao longo de todo o experimento, ou seja, não foram detectadas contrastes no aumento nas médias de IQ no início e no fim do período estocagem, ao contrário da tilápia inteira eviscerada, onde registraram-se aumentos mais acentuados no IQ do nono ao 18º dia de armazenamento em gelo, enquanto que na fase inicial de estocagem, do tempo zero ao nono dia, e na fase final do 18º ao 21º dia, os incrementos no IQ foram menores do que quando comparados aos aumentos observados na fase intermediária. RODRIGUES (2008), ao estudar a vida útil de tilápia do Nilo eviscerada utilizando metodologia semelhante à utilizada no presente trabalho, observou que as médias do IQ no final do armazenamento foram mais próximas do que as encontradas no início da estocagem.

Outro comportamento observado foi o de aumento do IQ, a cada análise, para a tilápia inteira ser bem superior ao observado nas análises de peixe eviscerado (Figura 12 e Tabela 4). Este fato demonstra que a cada tempo de análise o número de alterações sensoriais que ocorreram na tilápia inteira foi superior ao número de alterações que ocorreram na forma eviscerada. Além disto, através dos Quadros 5 e 6, verifica-se que o número de alterações e parâmetros sensoriais significativos para a tilápia inteira é superior à eviscerada, ou seja, 32

contra 25 pontos. Considerando que o MIQ é um método que avalia a taxa de desvios de um produto perfeito (HYLDIG et al., 2007), pode-se afirmar que uma tilápia inteira completamente deteriorada, ou seja, com a pontuação máxima, apresenta uma taxa de desvio de perfeição 24% superior a uma tilápia eviscerada com o IQ máximo, o que reforça a importância do processo de evisceração no aumento da vida útil.

Tabela 4 - Médias e os desvios padrões do IQ para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira e inteira eviscerada estocada em gelo por 12 e 21 dias.

TILÁPIA INTEIRA		TILÁPIA INTEIRA EVISCERADA	
Período de estocagem	IQ (média e desvio padrão)	Período de estocagem	IQ (média e desvio padrão)
0	0,00±0,00	0	0,0 ±0,0
3	7,67±1,53	3	2,67±1,53
6	14,67±3,05	6	6,00 ±1,73
9	26,33±0,58	9	8,00 ±2,00
12	32,00 ±0,0	12	13,67±1,53
		15	16,33±1,15
		18	23,00 ±1,73
		21	25,00 ±0,0

Na aplicação do MIQ para filés de tilápia sem pele, o IQ variou de 0 a 14 pontos (Figura 12). Os parâmetros sensoriais significativos para filés de tilápia do Nilo estão descritos no Quadro 7 e estão relacionados com a musculatura do filé. A cor da musculatura variou ao longo do armazenamento de rosa claro, brilhante a bege escurecido opaco, característico de carne de peixe velha, deteriorada. A quantidade de muco e sua viscosidade aumentaram com o armazenamento. O cheiro do filé passou por quatro estágios bem definidos, recebendo quatro notas ao longo da estocagem (0 – fresco; 1 – não fresco, mas neutro; 2 – amoniacal; 3 – pútrido).

A textura apresentou-se firme até o sexto dia em gelo, variando posteriormente para ligeiramente mole, mole, completamente autolisada. Este último estágio foi observado aos 18 dias de estocagem e se caracterizou pela desfragmentação do filé ao toque forçado dos dedos dos julgadores. A cor do sangue presente nos filés também variou de vermelho vivo a marrom. Outro atributo sensorial importante foi a disposição das fibras musculares, observando-se a presença ou ausência de “gaping”. Segundo LAVÉTY (2011) “gaping” são

fendas entre os blocos musculares do filé, podendo variar de uma ligeira separação em uma pequena área ou ter uma abrangência maior. O “gaping” prejudica a aparência, o sabor e a textura dos filés, prejudicando sua comercialização por depreciar sua aparência sensorial. BOTTA (1995) afirma que com o “gaping” o músculo perde a aparência de um músculo homogêneo.

No presente estudo, observou-se uma estabilização nos blocos musculares com ausência de “gaping” ou presença de pequenas aberturas até o 6º dia de estocagem. A partir dos 15 dias, o “gaping” comprometeu mais de 75% dos filés, prejudicando o aspecto sensorial. Os blocos musculares denominados miômeros ou miotomas são segmentados regularmente por divisórias de tecido conjuntivo, chamadas de mioseptas. A explicação possível para este fenômeno é que com o decorrer do armazenamento, possivelmente, processos autolíticos e ação bacteriana enfraquecem essas divisórias, permitindo a separação dos blocos musculares, caracterizando o “gaping”. BONILLA et al. (2007), avaliando o “gaping” em filés de bacalhau (*Gadus morhua*), verificaram que para filés desta espécie as mudanças no “gaping” são mais acentuadas no início do período de armazenamento, até sete dias de estocagem, ou seja, de forma distinta da que foi detectado no presente estudo, onde observaram-se mudanças mais acentuadas na separação dos blocos musculares no final do período de estocagem, o que exemplifica as diferenças nas alterações sensoriais nas diversas espécies de pescado.

A mudança mais intensa no IQ para filés de tilápia ocorreu do 6º para o 9º dia de estocagem. Neste período, o IQ médio aumentou de 5,33 para 8,67.

O IQ de rejeição para o filé foi de 12 pontos atingidos aos 15 dias em gelo. A Figura 20 representa a evolução sensorial dos filés de tilápia a partir do tempo zero até o IQ de rejeição aos 15 dias em gelo. Neste dia de avaliação observou-se uma grande quantidade de muco viscoso, cheiro amoniacal e textura mole. Outra característica marcante ao longo do período de armazenamento e que se intensificou aos 15 dias foi a modificação na disposição das fibras musculares, caracterizando o “gaping” (Figura 21). ODOLI(2009) estudou o MIQ para filés de tilápia, armazenadas a 1º C e encontrou resultados semelhantes ao presente trabalho. A vida de prateleira foi estimada em 13 a 15 dias para filés estocados a 1º C. SOCCOL (2002) ao avaliar sensorialmente filés de tilápia do Nilo, através de metodologia diferente do MIQ, constatou que filés submetidos a tratamento sob atmosfera modificada e ácido acético foram considerados aceitáveis até o 13º dia em gelo. BONILLA et al. (2007) estudaram o MIQ para filés de bacalhau estocados em refrigeração e estimaram uma vida de

prateleira máxima de 14 dias em gelo, enquanto, MAGNÚSSO e MARTINSDÓTTIR (1995) em estudo semelhante consideraram a vida útil de filés de bacalhau em 10 a 12 dias.

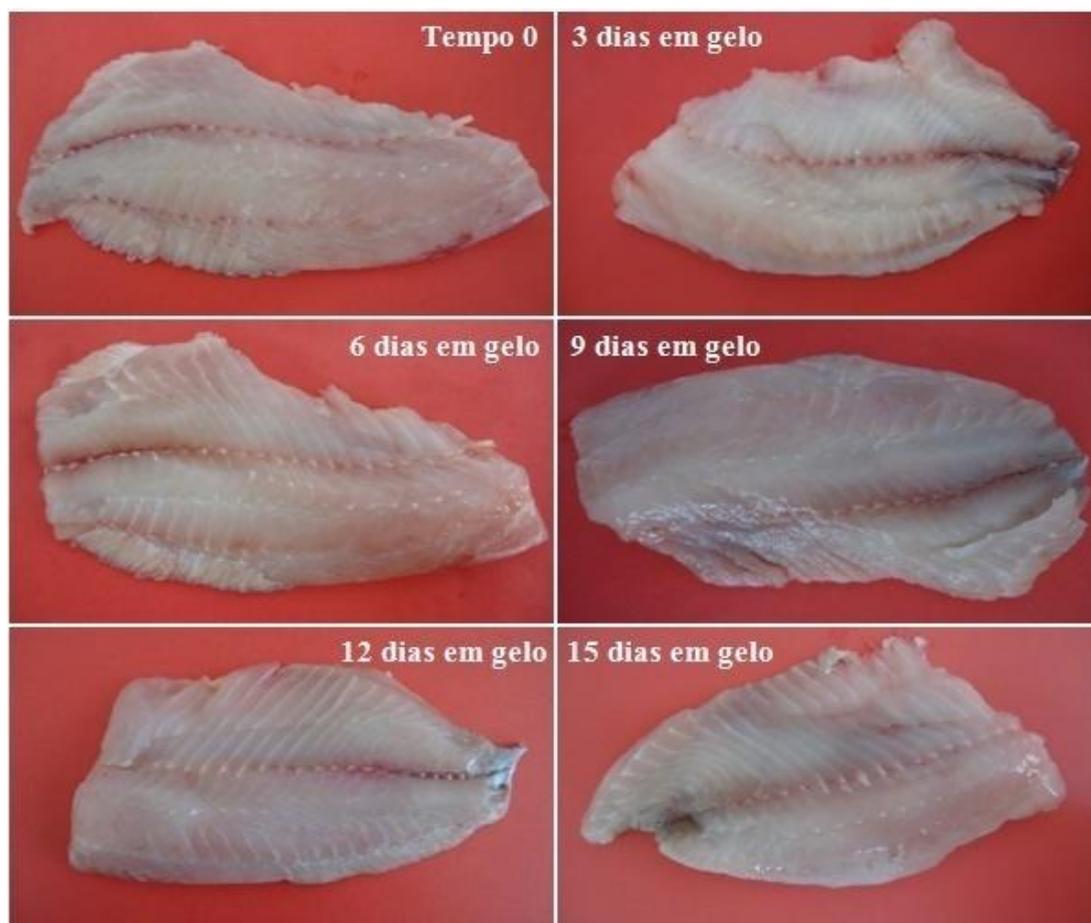


Figura 20 – Evolução sensorial da musculatura do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias.

No presente estudo, verificou-se que a vida de prateleira, estimada a partir do MIQ, para filés de tilápia foi de no máximo 15 dias em gelo, ou seja, foi inferior a vida de prateleira estimada pelo MIQ para tilápia inteira eviscerada. Este fato pode estar associado à perda da ação protetora da pele e o maior grau de manipulação dos filés, que aumentam a probabilidade de contaminação microbiana e, por esta razão a decomposição bacteriana ocorre de forma mais acelerada.



Figura 21 – “Gaping” aos 15 dias de estocagem em gelo em filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Aos 18 dias em gelo, os filés estavam completamente deteriorados, atingindo a máxima pontuação do esquema MIQ, 14 pontos. O cheiro apresentou-se intensamente pútrido e a musculatura completamente mole, autolisada e a cor bege opaca, intercalada com manchas rosadas escurecidas (Figura 22).

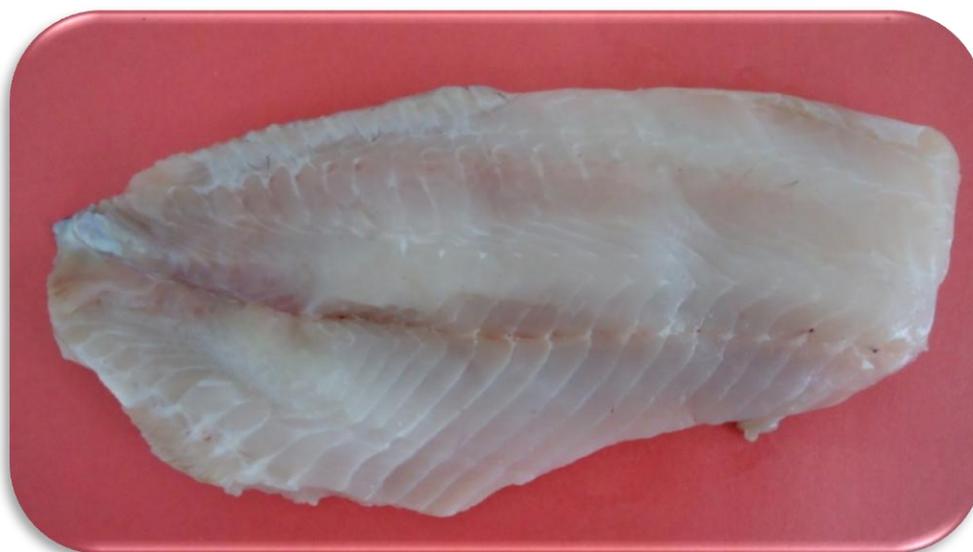


Figura 22 – Aspecto geral do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo por 18 dias, com IQ máximo de 14 pontos.

5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

5.2.1 Contagem Bacteriana Total em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A Figura 23 representa o gráfico obtido através dos resultados da contagem bacteriana total para a tilápia inteira, eviscerada e em filé, armazenadas em gelo por 12, 21 e 18 dias respectivamente.

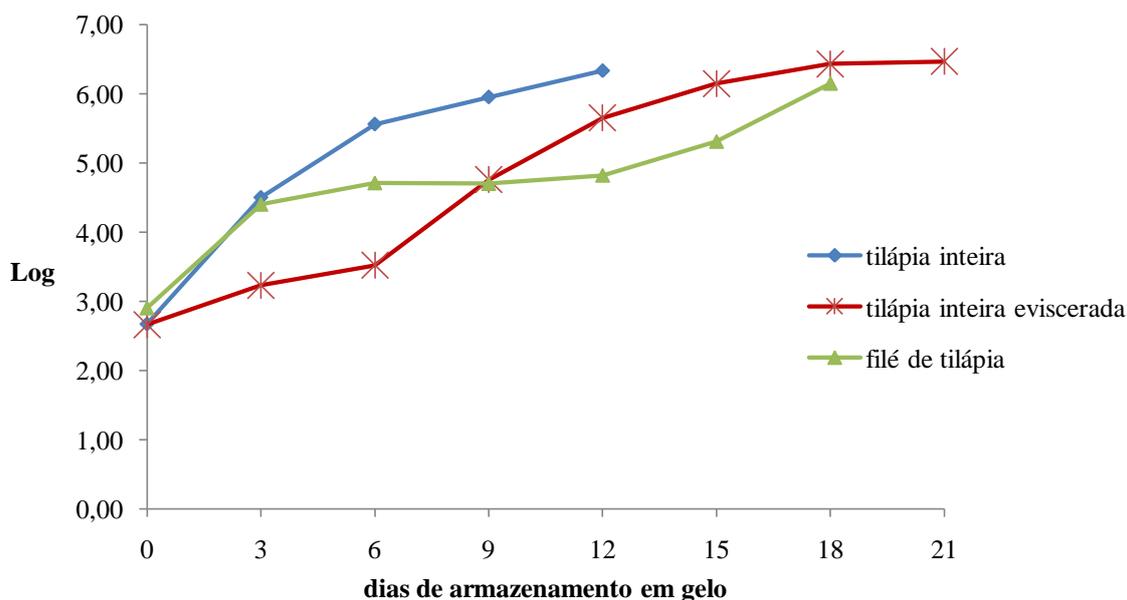


Figura 23 – Contagens bacterianas totais em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.

Aos se comparar as contagens obtidas para as formas inteira e eviscerada da tilápia, observa-se que a CBT no tempo zero é praticamente a mesma para ambas formas de apresentação. No entanto, aos três dias de armazenamento a CBT para a tilápia eviscerada era $1,95 \times 10^3$ UFC/g, enquanto a CBT para tilápia inteira alcançava $3,16 \times 10^4$, ou seja, aproximadamente 15,8 vezes maior. Uma explicação plausível para tal comportamento pode ser encontrada na grande quantidade de bactérias do conteúdo intestinal ($10^3 - 10^8$ UFC/g), que são liberadas pela atividade autolítica das enzimas digestivas da tilápia. Este comportamento se repetiu em todos os outros períodos de análise, verificando-se sempre CBT bem superiores para tilápia inteira, quando comparada à inteira eviscerada.

No 9º dia de armazenamento em gelo, quando o índice de qualidade para a tilápia inteira atingiu o índice de rejeição e, ou seja, quando esta se tornou imprópria ao consumo, a

CBT foi de $8,9 \times 10^5$ UFC/g. Nesta mesma época de análise, a CBT para tilápia inteira eviscerada foi de $5,7 \times 10^4$ UFC/g, valor que representa apenas 6,4% do valor de CBT para tilápia inteira. Tal resultado reforça a importância da evisceração como meio de aumentar o tempo de vida útil de peixes em armazenamento refrigerado. Isso foi constatado no presente trabalho, pois as tilápias evisceradas só alcançaram o IQ de rejeição aos 18 dias de armazenamento em gelo, exatamente o dobro da vida útil das tilápias inteiras. A CBT para tilápias evisceradas no ponto de rejeição, aos 18 dias foi de $2,6 \times 10^6$ UFC/g.

As CBT que coincidiram com as máximas pontuações de IQ dos esquemas MIQ para a tilápia inteira e inteira eviscerada foram $2,1 \times 10^6$ UFC/g (12 dias em gelo – IQ máximo 32 pontos) e $2,9 \times 10^6$ UFC/g (21 dias em gelo – IQ máximo 25 pontos), respectivamente. A *International Commission on Microbiological Specifications Foods* (ICMSF, 1986) estabelece padrões para contagem de aeróbios totais máxima de 10^7 UCF/g. Segundo esta legislação todas as amostras de tilápia do Nilo, inteira e inteira eviscerada, estavam dentro dos limites aceitáveis durante todo o período de armazenamento.

No presente trabalho, as contagens no peixe eviscerado atingiram valores equivalentes a ciclos de 6 log a partir do 18º dia de armazenamento. Resultados que foram distantes dos encontrados por BAIXAS-NOGUERAS et al. (2003) que avaliaram o frescor microbiológico de pescada do Mediterrâneo eviscerada estocada em gelo através de contagem total de bactérias mesófilas e encontram contagens iniciais de 2×10^3 UFC/g, e valores acima de 10^6 UFC/g no já 8º dia de estocagem, ou seja, em um período inferior ao encontrado do presente estudo. CYPRIAN et al. (2008) registraram resultados próximos aos encontrados no presente estudo. Ao realizarem pesquisa microbiológica em uma gênero de truta proveniente de água doce (*Salvelinus alpinus*), estes autores verificaram contagens de aeróbios totais de aproximadamente 10^5 UFC/g no 15º em gelo.

TALIADOUROU et al. (2003) estudaram a microbiologia de perca do mar inteira armazenada em gelo e detectaram contagens de micro-organismos aeróbios totais próximas às encontradas no presente estudo para a tilápia inteira. Estes autores registraram contagens iniciais de 3,5 log UFC/g e de 5,5 log UFC/g no nono dia em gelo, e também atribuíram as elevadas cargas microbianas a não evisceração do peixe.

Através dos resultados de CBT obtidos para filés de tilápia (Figura 23), observou-se um rápido aumento inicial na contagem bacteriana total do tempo zero para o tempo três dias. Nos períodos intermediários de armazenamento dos filés, a partir do 6º ao 12º dia, observou-se um pequeno aumento nas contagens microbianas totais. Nos estágios finais de estocagem,

ou seja, do 12º dia ao 15º e deste ao 18º os incrementos nos valores das contagens foram bem superiores quando comparados aos aumentos obtidos na fase intermediária.

A CBT detectada no tempo zero foi de $7,94 \times 10^2$ UFC/g. No 15º dia, que foi o ponto de rejeição sensorial dos filés, coincidiu com CBT média igual a $2,04 \times 10^5$ UFC/g. E, no 18º dia que foi o dia em que os filés atingiram a pontuação máxima do esquema, a CBT foi de $1,41 \times 10^6$ UFC/g.

De forma semelhante à verificada nas formas inteiras de tilápia avaliadas no presente estudo, as contagens de CBT em filés de tilápia sem pele também não ultrapassaram os limites preconizados pela ICMSF (1986) que permite contagens máximas de 10^7 UFC/g. Os resultados de CBT encontrados para filés de tilápia no presente estudo estão de acordo com aqueles verificados por LYHS et al. (2007), que detectaram CBT inicial em filés de arenque igual a 10^3 a 10^5 UFC/g, além disto os autores registram que as contagens não ultrapassaram 10^6 UFC/g no dia da rejeição sensorial, comportamento próximo ao registrado no presente estudo. Já ODOLI (2009) registrou contagens superiores a 10^7 UFC/g em filés de tilápia do Nilo armazenados a -1°C . BONILLA et al. (2007) obtiveram, em filés de bacalhau, contagens iniciais de 10^5 UFC/g e no final da estocagem de 10^8 UFC/g, contagens superiores as encontradas por MAGNÚSSON e MARTINSDÓTTIR (1995) que registraram contagens de 10^7 UFC/g no nono dia de estocagem de filé de bacalhau, ou seja, um comportamento mais próximo ao observado no presente estudo.

5.2.2 Contagem de micro-organismos psicrotróficos em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A Figura 24 representa o gráfico obtido através dos resultados das contagens de microrganismos psicrotróficos para a tilápia inteira, eviscerada e em filé, armazenadas em gelo por 12, 21 e 18 dias respectivamente.

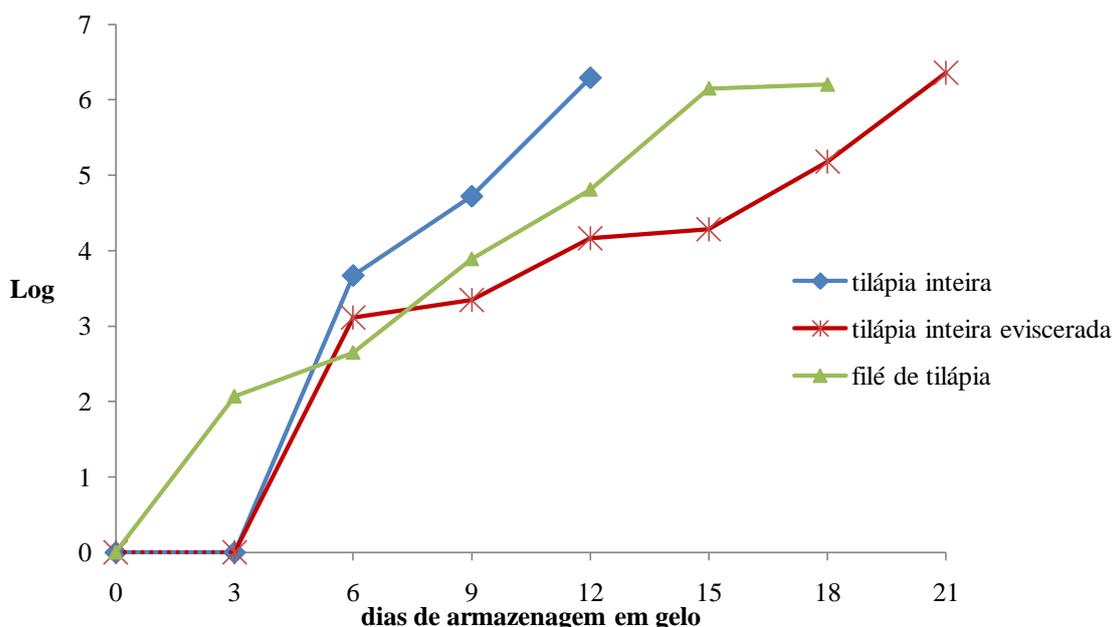


Figura 24 – Contagens de micro-organismos psicotróficos em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.

Verificando-se os dados de contagem obtidos para a tilápia inteira e inteira eviscerada, observa-se que durante os primeiros dias de armazenamento, os micro-organismos psicotróficos estavam em fase de latência. Esse comportamento está de acordo com o explicado por JAY (2005) que afirma que os psicotróficos começam a produzir colônias visíveis aproximadamente a partir de sete dias. Este autor ressalta que nem todos os psicotróficos crescem a mesma velocidade no intervalo de 0 a 7°C, os euripsicotróficos típicos formam colônias visíveis somente após intervalos de 6 a 10 dias, enquanto os stenopsicotróficos típicos formam colônias visíveis em aproximadamente cinco dias. RODRIGUES (2008) realizou contagens de psicotróficos em tilápia do Nilo eviscerada e verificou um comportamento próximo ao encontrado no presente estudo. Nessa pesquisa, houve crescimento de psicotróficos a partir da análise do 8º dia em um valor de 3,8 log UFG/g, próximo ao encontrado no presente estudo para tilápia eviscerada, 5,18 log UFG/g.

Nos experimentos I e II, a fase de crescimento exponencial dos micro-organismos psicotróficos foi atingida no sexto dia de estocagem. Após o início desta fase, observa-se pela Figura 24 que o crescimento de micro-organismos em tilápias inteira e inteira eviscerada apresentou um padrão semelhante observado na CBT, apresentando sempre contagens bem menores para a tilápia eviscerada. No 9º dia de armazenamento, que foi o dia de rejeição sensorial da tilápia inteira, a sua contagem de psicotróficos foi de $5,2 \times 10^4$ UFC/g. Nesta

mesma época de avaliação, a contagem de psicotróficos para peixe inteiro eviscerado foi de $2,2 \times 10^3$ UFC/g, ou seja, a quantidade de colônias de micro-organismos psicotróficos foi, aproximadamente, 23,6 vezes menor em tilápia eviscerada.

A possível explicação em relação às contagens de micro-organismos psicotróficos pode ser a mesma apresentada para a CBT, ou seja, a evisceração representa a eliminação de uma grande fonte de contaminação representada pelo conteúdo intestinal em elevados níveis de bactérias. É relevante notar que mesmo o armazenamento em baixas temperaturas não paralisa o crescimento microbiano já que os micro-organismos psicotróficos crescem em temperatura ambiente e também tem a capacidade de crescerem e desenvolverem em temperaturas abaixo de 7°C , representando os principais integrantes da flora microbiana deteriorante de peixe em armazenamento refrigerado. MANSKE et al. (2011) afirmam que as deteriorações, especialmente a baixas temperaturas, são causadas principalmente por bactérias psicotróficas, que agem diretamente na deterioração de alimentos refrigerados e também são responsáveis pela diminuição da vida de prateleira.

As contagens de micro-organismos que coincidiram com as máximas pontuações de IQ dos esquemas MIQ para a tilápia inteira e inteira eviscerada foram $1,9 \times 10^6$ UFC/g (12 dias em gelo – IQ máximo 32 pontos) e $2,3 \times 10^6$ UFC/g (21 dias em gelo – IQ máximo 25 pontos), respectivamente. Quando se compara estas contagens às CBT observa-se que a maior parte dos micro-organismos na fase final de armazenamento corresponde à flora psicotrófica. Segundo JAY (2005) os psicotróficos são, na realidade, mesófilos, já que muitos deles crescem até 43°C , além de terem a capacidade de se multiplicarem em refrigeração. Outros trabalhos também constataam este comportamento. DAMS et al. (1996) realizaram contagens de micro-organismos psicotróficos em pescadinha inteira e encontrou valores mínimos de 3×10^5 UFC/g e máximos de $7,55 \times 10^5$ UFC/g.

Houve crescimento de micro-organismos psicotróficos em filés de tilápia sem pele a partir do 3º dia de armazenamento. O crescimento deste grupo de micro-organismos permaneceu em estágio exponencial até o 15º dia de estocagem, quando entrou em fase estacionária (Figura 24). Observa-se que não houve aumento significativo nas contagens do 15º dia em relação ao 18º dia. ABREU et al. (2008) realizaram análises microbiológicas em filés de peixe sapo (*Lophius gastrophysus*) e observaram contagem de psicotróficos, a partir do dia zero de armazenamento, igual a $6,88 \log (7,5 \times 10^6 \text{ UFC/g})$.

No presente estudo, não foram registradas contagens de micro-organismos psicotróficos em filés de tilápia no tempo zero, já aos três dias a contagem média foi de $1,1 \times 10^2$ UFC/g. No 15º dia de estocagem dos filés de tilápia do Nilo, que corresponde ao

ponto de rejeição, a contagem de micro-organismos psicotróficos foi de $1,4 \times 10^6$ UFC/ g, permanecendo praticamente a mesma aos 18 dias (IQ máximo – 14 pontos) período no qual a contagem foi de $1,6 \times 10^6$ UFC/g, correspondendo provavelmente a um início de fase de declínio.

Quando se compara os resultados de psicotróficos obtidos para filés e formas inteira e eviscerada (Figura 24), verifica-se que na maioria dos tempos de análise, os valores de psicotróficos para filés permaneceram em uma faixa intermediária entre os resultados obtidos para a tilápia inteira, onde as contagens foram maiores, e tilápia eviscerada onde as contagens foram menores. As possíveis explicações para este fato são que o peixe inteiro tem uma elevada carga microbiana associada às vísceras, que não estão presentes no filé e no peixe eviscerado. Além disto, a maior carga microbiana do filé quando comparado ao peixe eviscerado, possivelmente, está relacionada à lavagem superficial do peixe eviscerado pelo gelo, o que não ocorre nos filés, já que estes foram armazenados embalados em sacos plásticos, o que impede a lixiviação.

O comportamento de contagem intermediária encontrado nos filés, está em concordância com os dados obtidos pela análise sensorial, através da qual se constatou que o filé obteve uma vida útil intermediária de 15 dias, enquanto as formas inteira e eviscerada possuem vida útil de 9 e 18 dias, respectivamente. Este fato ressalta a importância da flora microbiana, composta principalmente por micro-organismos psicotróficos, na decomposição do pescado resultando em alterações perceptíveis pelos órgãos dos sentidos.

5.2.3 Estimativa de NMP de Coliformes totais e termotolerantes em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A Tabela 5 expressa os resultados médios de coliformes totais e termotolerantes obtidos durante o armazenamento de tilápia do Nilo inteira, por 12 dias, e inteira eviscerada, durante 21 dias. Verifica-se que as contagens estimadas em NMP de coliformes totais foram baixas durante todo o armazenamento, variando de 0 a 1,2 para a tilápia inteira e de 0 a 4,13 para tilápia inteira eviscerada. Não foi detectada presença de coliformes termotolerantes na tilápia inteira eviscerada durante todo o armazenamento. Na tilápia inteira, registrou-se, em apenas um dia de análise, a presença de *Escherichia coli*, em um valor de 1,2 UFC/g. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por RODRIGUES (2008) que realizaram estimativa de NMP de *Enterococcus* spp em tilápia do Nilo eviscerada, armazenada em gelo, detectaram resultados inferiores a 0,3 NMP/ g em todos os dias de análise.

Tabela 5 – Resultados médios de NMP coliformes totais e termotolerantes em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), inteira e inteira eviscerada, armazenadas em gelo durante 12 e 21 dias.

TILÁPIA INTEIRA			TILÁPIA INTEIRA EVISCERADA		
Dia	NMP de coliformes totais (UFC/g)	NMP de coliformes termotolerantes (UFC/g)	Dia	NMP de coliformes totais (UFC/g)	NMP de coliformes termotolerantes (UFC/g)
0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0
6	1,2	1,2	6	0	0
9	0	0	9	2	0
12	0	0	12	0	0
			15	0	0
			18	0	0
			21	4,13	0

A Tabela 6 expressa os resultados médios de coliformes totais e termotolerantes obtidos durante o armazenamento dos filés de tilápia do Nilo por 18 dias. Verifica-se que as contagens estimadas em NMP de coliformes totais foram baixas durante todo o armazenamento, variando de zero a 10,06 UFC/g. Outro fato que se observa é que não há um aumento gradativo nas contagens deste de micro-organismos, ou seja, as contagens aumentaram até o 9º dia de análise. A partir do 12º até 18º as contagens diminuíram. Registrou-se ausência total de crescimento de coliformes termotolerantes durante todo o período de armazenamento dos filés de tilápia do Nilo. SOARES et al. (2011) estudaram a qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu e encontraram resultados para coliformes próximos aos encontrados no presente estudo, os autores reportaram que todas as amostras analisadas obtiveram contagens de coliformes totais e termotolerantes inferiores a 3,98 e 1,26 NMP/g, respectivamente.

SOCCOL (2002) em estudo com armazenamento refrigerado de filés de tilápia do Nilo submetidos a diferentes tratamentos também detectou baixas contagens de coliformes, inclusive nas amostras do tratamento controle. Neste estudo, o autor encontrou contagens de coliformes totais variando de >2 NMP/g a 320 NMP/g, além de ausência de coliformes termotolerantes, ou seja os resultados foram próximos aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 6 – Resultados médios de NMP coliformes totais e termotolerantes em filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenados em gelo durante 18 dias.

Dia	NMP de coliformes totais (UFC/g)	NMP de coliformes termotolerantes (UFC/g)
0	0,00	0
3	2,20	0
6	3,67	0
9	10,06	0
12	3,06	0
15	0,00	0
18	1,20	0

As estimativas do NMP de coliformes a 35 e 45°C refletem as condições higiênicas sanitárias, ou seja, o nível de contaminação da água de captura e as condições de manipulação dos peixes. (FRAZIER; WESTHOFF, 1993) As baixas contagens registradas no presente trabalho, em todas as formas de apresentação da tilápia estudadas, provavelmente, se associam a uma baixa carga microbiana na água de onde as tilápias foram capturadas e às boas práticas adotadas durante a lavagem, manipulação e acondicionamento.

5.2.4 Contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

Ao longo do período de armazenamento nas três formas de apresentação detectou-se ausência de crescimento de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo. Embora tenha sido detectado crescimento *Staphylococcus sp.*, todas as colônias reagiram de forma negativa ao teste da coagulase (Figura 25). Esses resultados foram próximos aos encontrados por SIQUEIRA (2001), SANTOS et al. (2008), DAMS et al. (1996), e diferentes dos obtidos VIEIRA et al. (2000).

SIQUEIRA (2001) avaliou amostras de tilápia do Nilo eviscerada, irradiadas e não irradiadas, verificando ausência de *S. aureus* coagulase positivo. Carne de piramutaba congelada foi analisada quanto à presença de *S. aureus* coagulase positivo por SANTOS et al. (2008), que encontraram apenas duas amostras positivas entre 20 analisadas. DAMS et al. (1996) realizaram contagens de *S. aureus* em pescadinha inteira, registrando contagens inferiores a 20 UFC/g em todas as amostras analisadas. VIEIRA et al. (2000) reportaram presença de *S. aureus* coagulase positivo em todas as amostras de tilápia do Nilo recém capturadas analisadas em seu estudo.

A ausência de *S. aureus* coagulase positivo em filés, encontrada no presente trabalho, também foi relatada por outros autores, como NORA et al. (2012) que avaliaram filés de pescado oriundo de diferentes indústrias pesqueiras, SIMÕES et al. (2007) que avaliaram a qualidade microbiológica de filés de tilápia tailandesa e SOARES et al. (2011) que realizaram análise de *S. aureus* coagulase positivo em 50 amostras de filés de peixes congelados.

A RDC 12 de 2001 da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária estabelece critérios microbiológicos para *S. aureus* coagulase positivo de no máximo 10^3 UFC/g. Desta forma, as amostras de tilápia, nas formas inteira, eviscerada e em filé, analisadas no presente estudo mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis pela legislação da ANVISA durante todo o armazenamento refrigerado, mesmo quando os peixes estavam em estágio avançado de deterioração. Tal fato ocorreu conforme o esperado, já que o *S. aureus* coagulase positivo é uma bactéria patogênica que não faz parte da flora microbiana normal dos peixes. A sua presença em alimentos, relaciona-se à contaminação, principalmente em etapas de manipulação, já que este micro-organismo pode está presente nas mãos e mucosas dos manipuladores (GONÇALVES, 2011; JAY, 2005).

CUNHA NETO et al. (2002) reforçam que o gênero *Staphylococcus* é responsável por aproximadamente 45% das toxinfecções do mundo e que *S. aureus* é um dos agentes patogênicos mais comuns, responsável por surtos de origem alimentar, sendo normalmente transmitido aos alimentos por manipuladores.

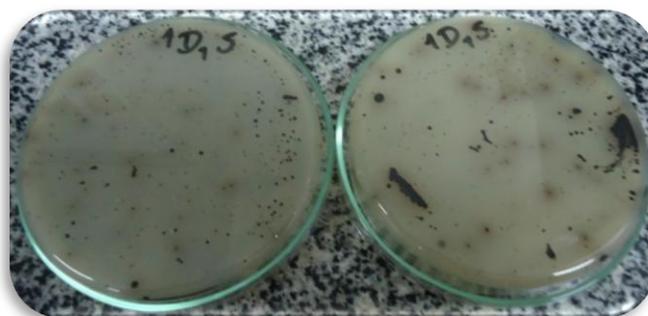


Figura 25 – Crescimento de *Staphylococcus* sp. em placas de Petri analisadas em duplicata, contendo amostras de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

5.3.1 Valores de pH em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A Figura 26 representa o gráfico que descreve a evolução dos valores de pH da tilápia durante o armazenamento, nas três formas de apresentação estudadas. O pH da tilápia inteira variou de 5,89 no tempo zero a 7,27 aos 12 dias de estocagem, enquanto para a tilápia inteira eviscerada o pH variou de 5,89 (tempo zero) a 7,22 no 21º dia em gelo.

Na tilápia viva, o pH situa-se em um valor ao redor de 7 a 7,2, como na maioria dos peixes. Após a morte do peixe, o glicogênio é convertido anaerobicamente a ácido lático que ao se acumular no músculo reduz o pH para 6,2-6,5, no peixe fresco. O aumento gradual do pH durante o armazenamento pode ser explicado pela formação de bases voláteis totais, como a amônia, trimetilamina (TMA) e dimetilamina (DMA). A amônia inicialmente vem da decomposição da adenosina trifosfato por enzimas endógenas (aminohidrolases) e em uma fase posterior por desaminases bacterianas. A TMA e a DMA são produzidas pela ação de enzimas bacterianas sobre o óxido de trimetilamina (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Vale salientar que o pH é medido em escala logarítmica, não apresentando uma correlação linear com o aumento ou redução da acidez. Talvez por esta razão muitos autores, como FONTES et al. (2007) não consideram o pH um parâmetro físico-químico eficiente na diferenciação de categorias de frescor em pescado. Porém, MILLER e BROWN (1984) ressaltam que as mudanças de pH refletem a atividade bacteriana.

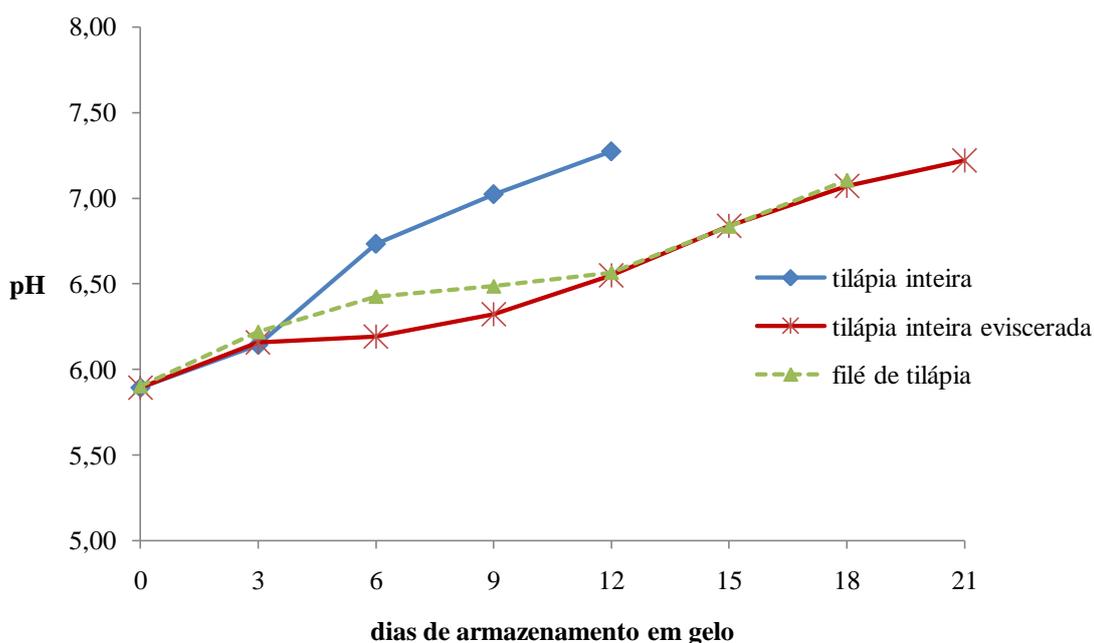


Figura 26 – Valores de pH em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.

O aumento do pH para tilápia inteira ocorreu de forma mais rápida quando comparada a tilápia inteira eviscerada, o que, provavelmente, está associado a uma maior liberação de bases voláteis totais, que é resultado de uma maior atividade bacteriana na tilápia inteira. Segundo a legislação brasileira, o RIISPOA, o valor máximo de pH para peixe é de 6,8. Baseando-se neste parâmetro a tilápia inteira e inteira eviscerada atingiram valores médios acima dos permitidos aos 9 e 15 dias em gelo, onde os valores médios atingidos foram, respectivamente, 7,02 e 6,84.

O baixo valor inicial de pH encontrado no pescado avaliado no presente estudo pode provavelmente está associado ao fato das tilápias serem cultivadas em tanques redes, o que permite uma captura rápida, não havendo grande esforço e luta, o que preserva as reservas de glicogênio e, conseqüentemente, proporciona maior formação de ácido lático na conversão músculo carne. KAI e MORAIS (1988) ressaltam que a queda do pH, em decorrência da morte do pescado, é rápida, e depende, entre outros fatores, das condições de captura, pois as reservas de glicogênio dependem da resistência com que os peixes se opõe à mesma. Esses valores vão aumentando com a estocagem à medida que a deterioração ocorre. O aumento do valor do pH com o armazenamento é decorrente do acúmulo de N-BVT, formada a partir de atividades autolíticas e bacterianas (OGAWA; MAIA, 1999).

Em filés de tilápia sem pele, os valores de pH variaram de 5,9-7,11 (Figura 26). O valor inicial de pH médio também foi baixo, da mesma forma que ocorreu nas formas inteira e eviscerada. Os valores de pH finais atingiram valores acima do permitidos pela legislação brasileira aos 15 dias, período no qual ocorreu a rejeição sensorial pelo MIQ.

Os valores de pH encontrados em filés de tilápia do Nilo, no presente trabalho, discordam dos valores obtidos por ODOLI (2009), este autor registrou uma variação de pH de 6,5 a 6,7 durante a estocagem de filés de tilápia do Nilo a 1°C.

Na Figura 26, verifica-se que os valores de pH obtidos para filé do tempo 0 ao terceiro dia foram próximos aos registrados nas formas inteira e eviscerada. A partir do 6º dia ao 9º dia, estes valores foram intermediários aos encontrados para a forma inteira (maior) e eviscerada (menor). E, na fase final da estocagem, do 12º ao 18º, os valores de pH detectados em filés foram praticamente idênticos aos registrados em tilápia eviscerada.

5.3.2 Teores de N-BVT em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas formas inteira, eviscerada e em filé

A Figura 27 representa o gráfico que descreve a evolução dos teores de N-BVT da tilápia nas três formas de apresentação estudadas. Os teores de N-BVT variaram de 5,41 a 25,22 mgN/100g para a tilápia inteira nos dias 0 e 12; 5,28 a 26,39 mgN/100g para a tilápia inteira eviscerada nos dias 0 e 21.

O aumento do teor de N-BVT para a tilápia inteira foi mais acentuado que para tilápia eviscerada (Figura 27). No 12º dia de estocagem, por exemplo, os valores médios de N-BVT para a primeira foi de 25,22 mgN/100g, enquanto o valor correspondente da segunda foi de 15,1 mgN/100g, o que pode ser explicado pelo aumento de conservação do peixe devido a evisceração.

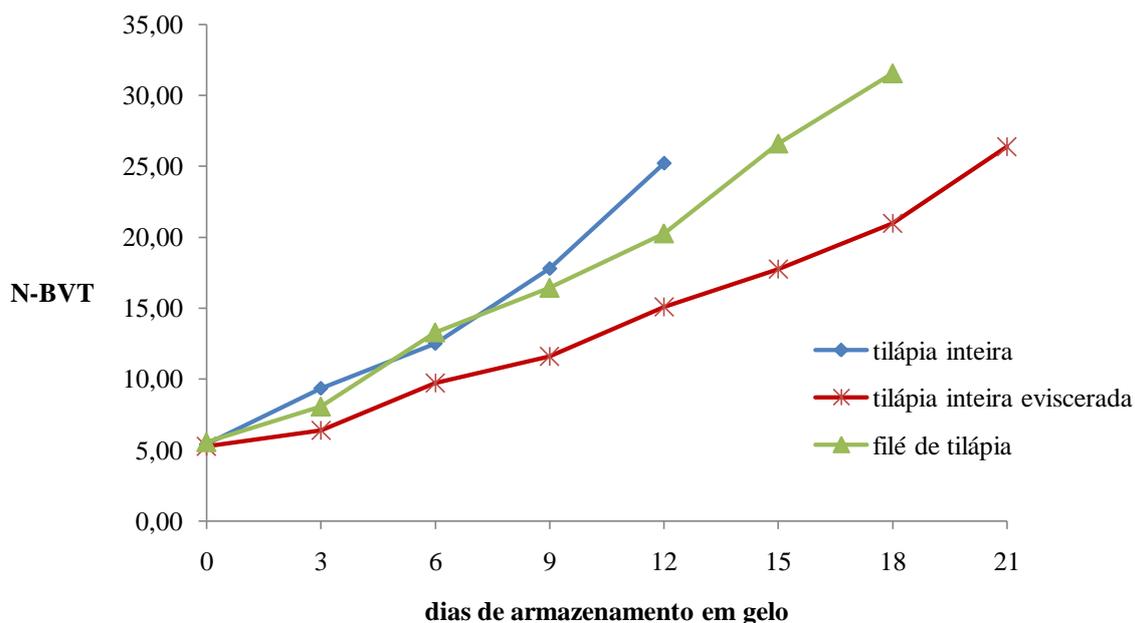


Figura 27 – Teores de N-BVT em função dos dias de estocagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, estocada em gelo por 12 dias, inteira eviscerada, estocada por 21 dias e filé de tilápia, estocado em gelo por 18 dias.

SALES et al. (1999) encontraram um comportamento semelhante ao detectado no presente estudo ao realizar análises de N-BVT e pH em pargo, cioba, biquara e cangulo estocados em gelo nas formas inteira e inteira eviscerada. Estes autores observaram diferenças entre os valores de N-BVT e pH obtidos em um mesmo dia para os peixes inteiro e inteiro eviscerado, constatando que os peixes eviscerados tiveram uma deterioração mais lenta, representada pelos menores valores absolutos de pH e N-BVT obtidos durante todo o armazenamento.

Os valores de N-BVT encontrados no presente estudo foram próximos aos resultados encontrados por RODRIGUES (2008) que detectou valores de N-BVT em tilápia do Nilo eviscerada variando de 7,38 a 25,38 mgN/100g, respectivamente, no 1º e 22º dia de estocagem. Os dados obtidos por ALBUQUERQUE et al. (2004) foram diferentes dos resultados obtidos no presente trabalho. Estes autores ao realizarem estudo em tilápia do Nilo eviscerada abatida com CO₂ e hipotermia encontram teores praticamente constantes durante todo o período armazenamento, encontrando teor máximo de 21,40 mgN/100g de músculo.

Apesar da evolução dos teores de N-BVT terem seguido um padrão esperado, aumentando de forma, mais rápida e acentuada no peixe inteiro quando comparado ao inteiro eviscerado, verificou-se que esta análise não pode ser considerada segura para avaliar o frescor da espécie estudada, pois mesmo quando as amostras apresentaram-se completamente

deterioradas pelas análises sensoriais e microbiológicas, os valores de N-BVT se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pela legislação para peixe fresco que preconiza valores máximos de 30 mgN/100g de músculo.

Em contrapartida, outros autores ao realizarem pesquisas em espécies de pescado diferentes da espécie estudada no presente trabalho, consideram a análise de N-BVT eficiente na avaliação de frescor, como VAZ-PIRES et al. (2008) que, ao realizarem pesquisa com armazenamento do molusco “siba” (*Sepia officinalis*), detectaram alterações significativas nos teores de N-BVT a partir da primeira semana de armazenamento em gelo, considerando esta análise como importante método para avaliar o frescor para a espécie estudada. SOARES et al. (1998) ao avaliarem a qualidade físico-química de filé de peixe congelado observaram que a análise de N-BVT foi mais segura que a análise sensorial, pois enquanto todas as amostras foram consideradas seguras pela análise sensorial, a maioria não atendia os requisitos para N-BVT.

PEREIRA e TENUTA-FILHO (2005) também consideraram o teor de N-BVT uma importante ferramenta de avaliação de frescor em sardinhas provenientes de comércio atacadista e de feiras livres encontrando médias de N-BVT de 15,75 e 27,06 mg N/ 100g de músculo, respectivamente, ou seja, os autores constataram que a média dos valores de N-BVT dos peixes oriundos de feiras livres é 71,8% maior quando comparada à média obtida a partir das amostras do comércio varejista, ou seja, diferenças em decorrência das condições de manuseio e estocagem do pescado.

Já DAMASCENO (2009) realizou análise de N-BVT em salmão comercializados em Belo Horizonte e verificou que esta análise não se correlacionou à análise sensorial. Este autor ressalta que, em sua pesquisa, alguns peixes, nos quais as características sensoriais eram indesejáveis, os teores de N-BVT eram normais, sendo às vezes até melhores do que alguns peixes com características sensoriais desejáveis. Estes fatos reforçam a heterogeneidade existente entre os parâmetros de qualidade entre as diversas espécies de pescado, que se deterioram de formas distintas, afirmando a importância de se rever algumas legislações, como a brasileira, que prevê um valor máximo de N-BVT de 30 mgN/ 100g para todas as espécies de pescado. Este padrão também é adotado por muitas legislações internacionais que preconizam a qualidade do pescado (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). KUAYE (1982) afirma que os valores de N-BVT variam de acordo com a metodologia utilizada, a espécie de pescado e o estágio de alteração, sendo pouco sensíveis para peixes de água doce, onde não se observam grandes alterações durante o armazenamento em gelo. Enquanto WATANABE

(1972) cita que os valores de N-BVT sofrem variações maiores, quando os peixes são capturados no período de fim de ano.

Os teores de N-BVT obtidos para os filés de tilápia variaram de 5,58 a 31,55 mg N/100g para filés de tilápia, respectivamente, nos dias 0 e 18 (Figura 27). As médias dos teores de N-BVT aos 15 dias (ponto de rejeição sensorial) encontravam-se dentro dos padrões da legislação brasileira, verificando-se que este método não é seguro para avaliar o frescor dos filés de tilápia do Nilo. SOCCOL (2002) estudou a vida útil de filés de tilápia do Nilo, submetidos a diferentes tratamentos e estocados em refrigeração, encontrando, nas amostras de filés controle, valores de 14 a 18,9 mg de N/100g nos dias 1 e 20, respectivamente.

Observa-se que os teores de N-BVT encontrados para filés de tilápia foram um pouco superiores aos obtidos para tilápia inteira e inteira eviscerada. Além disto, estes teores foram superiores aos obtidos por ODOLI (2009) encontraram teores de N-BVT de 21,3 mgN/100g aos 20 dias de estocagem de filés de tilápia em armazenamento refrigerado. Tal resultado de N-BVT pode ser explicado pelo fato dos filés terem sido embalados em sacos plásticos antes do armazenamento em gelo, o que, provavelmente, diminui a possibilidade de lixiviação de compostos químicos. GONÇALVES (2011) afirma que testes químicos que se baseiam na formação de metabólitos só detectam a formação dos mesmos quando a velocidade de formação exceder a velocidade de lixiviação. Este autor reforça que esta é uma das principais deficiências de alguns testes objetivos de frescor, particularmente quando se trata de pescado.

O aumento do teor de N-BVT ocorreu de forma mais linear nos filés ($R^2=0,9879$), quando comparados às tilápias inteiras ($R^2=0,9711$) e inteira eviscerada ($R^2=0,9779$). Este comportamento também pode ter sido influenciado por lixiviação.

As Tabelas 7, 8 e 9 representam os principais parâmetros de qualidade da tilápia respectivamente, nas formas inteira, eviscerada e na forma de filés nos dias de avaliação estudados.

Tabela 7 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira armazenada em gelo durante 12 dias.

DIA	IQ (média ± desvio padrão)	CBT (log UFC/g)	Psicrotróficos (log UFC/g)	pH	N-BVT (mgN/100g)
0	0,00 ± 0,00	2,67	0,00	5,89	5,41
3	7,67 ± 1,53	4,50	0,00	6,14	9,35
6	14,67 ± 3,06	5,56	3,67	6,73	12,51
9	26,33 ± 0,58	5,95	4,72	7,02	17,80
12	32,00 ± 0,00	6,33	6,29	7,27	25,22

Tabela 8 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenados em gelo durante 18 dias.

DIA	IQ (média e desvio padrão)	CBT (log UFC/g)	Psicrotróficos (log UFC/g)	pH	N-BVT (mgN/100g)
0	0,00 (±0,00)	2,90	0,00	5,90	5,58
3	2,33(±0,58)	4,40	2,07	6,22	8,08
6	5,33(±0,58)	4,71	2,65	6,43	13,31
9	8,67(±1,53)	4,70	3,89	6,49	16,45
12	10,67(±0,58)	4,82	4,81	6,57	20,28
15	12,00(±0,00)	5,31	6,15	6,84	26,61
18	14,00 (±0,00)	6,15	6,20	7,11	31,55

Tabela 9 - Parâmetros de qualidade sensorial, microbiológica e físico química da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada armazenada em gelo durante 21 dias.

DIA	IQ (média ± desvio padrão)	CBT (log UFC/g)	Psicrotróficos (log UFC/g)	pH	N-BVT (mgN/100g)
0	0,00 ±0,00	2,66	0,00	5,89	5,28
3	2,67 ± 1,53	3,23	0,00	6,16	6,38
6	6,00 ± 1,73	3,52	3,11	6,19	9,71
9	8,00 ± 2,00	4,76	3,35	6,32	11,62
12	13,67 ± 1,53	5,65	4,16	6,55	15,10
15	16,33 ± 1,15	6,15	4,28	6,84	17,77
18	23,00 ± 1,73	6,43	5,18	7,07	20,97
21	25,00 ± 0,00	6,46	6,36	7,22	26,39

A Tabela 10 relaciona os principais atributos de qualidade obtidos no dia da rejeição sensorial das três formas de apresentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Observa-se que o MIQ foi ferramenta mais criteriosa para estabelecer o ponto de rejeição da tilápia do

Nilo, ou seja, a avaliação subjetiva foi mais segura que os métodos objetivos na estimativa de qualidade. Nos dias de rejeição das tilápias inteira eviscerada e na forma de filé, as amostras de todos os experimentos ainda possuíam teores aceitáveis de N-BVT, segundo a legislação brasileira, e contagens bacterianas totais e de psicotróficos abaixo dos limites estabelecidos pela ICMSF.

Tabela 10 – Principais atributos de qualidade obtidos no dia da rejeição sensorial das três formas de apresentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

PARÂMETROS	FORMA DE APRESENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO		
	tilápia inteira	tilápia eviscerada	filé de tilápia
Dia de rejeição	9°	18°	15°
IQ de rejeição	26,33	23	12
pH	7,02	7,07	6,84
N-BVT (mg N/100g)	17,8	20,97	26,61
CBT (UFC/g)	$8,9 \times 10^5$	$2,6 \times 10^6$	$2,04 \times 10^5$
Psicotróficos (UFC/g)	$5,2 \times 10^4$	$1,51 \times 10^5$	$1,40 \times 10^6$

6. CONCLUSÕES

O método do índice de qualidade variou com a forma de apresentação de tilápia do Nilo, resultando na elaboração de três esquemas MIQ para a tilápia do Nilo.

Os esquemas MIQ para tilápia inteira e inteira eviscerada têm pontuação variando de 0 a 32 e 0 a 25 pontos, respectivamente, já o MIQ para filés de tilápia tem pontuação variando de 0 a 14 pontos.

Os pontos de rejeição sensorial estabeleceram o tempo máximo de conservação em gelo da tilápia inteira, inteira eviscerada e filé sem pele, estes pontos corresponderam a IQ de aproximadamente 26, 23 e 12 pontos, respectivamente.

O MIQ foi o método mais eficiente para avaliar o frescor da tilápia do Nilo nas três formas de apresentação estudadas. O ponto de rejeição sensorial pelo IQ foi um critério seguro para estabelecer a qualidade da tilápia do Nilo, verificando-se que, neste ponto, a tilápia do Nilo, nas suas três formas de apresentação, possuía teores aceitáveis de N-BVT, segundo a legislação brasileira, e contagens bacterianas totais e de psicotróficos abaixo dos limites estabelecidos pela ICMSF.

A medição das bases voláteis totais não é um método seguro para avaliar o frescor da tilápia do Nilo, pois mesmo quando os peixes estavam completamente deteriorados segundo a análise sensorial, os níveis de N-BVT estavam dentro dos padrões permitidos pela legislação brasileira.

A rejeição pelo pH foi eficiente na avaliação da qualidade da tilápia nas três formas de apresentação. A rejeição pelo valor de pH, segundo a legislação brasileira, coincidiu com a rejeição pelo MIQ.

A vida útil da tilápia do Nilo variou em função da sua forma de apresentação. A vida útil da tilápia inteira, inteira eviscerada e na forma de filé, mantida em gelo, foi estimada em no máximo 9, 18 e 15 dias, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. G; FREITAS, M. Q.; JESUS, E. F. O; CLEMENTE, S. C. S; FRANCO, R. M; BORGES, A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado, **Cienc. Rural** vol.38 no.2 Santa Maria Mar./Apr. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução RDC** –12 de 2 de janeiro de 2001 – D.O.U. de 10/01/2001.

AGNESE, A. P. et al. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Higiene alimentar**. São Paulo, v. 15, n. 88, p. 67-70, 2001.

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

ALMEIDA, N.M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações pos morte em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. **Ciência Rural**, julho, agosto, 2006, v.36, n.4, p. 1288-1283.

ANDRADE, P. F. Avaliação do prazo de vida comercial do atum (*Thunnus atlânticus*) armazenado sob refrigeração. 97f. **Dissertação** (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

ANDRADE, A., NUNES, M. L. & BATISTA, I. (1997). **Freshness quality grading of small pelagic species by sensory analysis**. In: G. Olafsdottir, J. Luten, P. Dalgaard, M. Careche, V. Verrez-Bagnis, E. Martinsdottir, & K. Heia (Eds.), Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness” AIR3CT94 2283 (pp 333–338). Nantes Conference, France, November 12–14 1997.

ARAÚJO J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 4ª Ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2008, 596 p.

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, n. 3, p. 1067-1071, 2003.

BALDINI, V. L. S. Aminas biogênicas e a deterioração do pescado. **Bol. Ital**, Campinas, v. 19, p. 389-402, 1982.

BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.

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.

BARROSO, M., CARECHE, M., BARRIOS, L. & BORDERÍAS, J. (1998). Frozen hake fillets quality as related to texture and viscosity viscosity by mechanical methods. **Journal of Food Science**, 63(5): 793-796.

BEIRÃO, L. H. et al. Tecnologia pós-captura de pescado e derivados. In: POLLI, Carlos Rogério et al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Rio Grande do Sul: UESC, 2004, p. 407 – 442.

BENTSEN, H.B. et al. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 160, 1/2, p. 145-173, 1998.

BOGOSLAVSKY, B. Parasites of genus Anisakis: legal control in canned fish. **Infopesca internacional**. n. 37, p. 18-23. 2009.

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, 2007.

BORGES, A. et al. Qualidade da corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada em diferentes períodos de estocagem a 0 °C. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 259-264, 2007.

BOTTA, J. R. **Evaluation of seafood freshness quality** (p. 65–97). New York: VCH Publishers, 1995.

BORGHETTI, N. R. B. et al. Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003.

BRANCH, A. C., & VAIL, A. M. A. (1985). Bringing fish inspection into the computer age. **Food Technology in Australia**, 37(8), 352–355.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 25, de 2 de Junho de 2011**: Anexo I: Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Pescado e seus Derivados. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 185, de 13 de maio de 1997**: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

BREMNER, H. A. A. Convenient easy-touse system for estimating the quality of chilled seafoods. **Fish Processing Bull.**, v. 7, p. 59-70, 1985.

BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. **Tecnologia de carnes e pescados**. 2000. 225 f. Monografia (Especialização em Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. **Tecnologia de carnes e pescado**. Centro de Editoração/FAEPE. 2001, 240p.

CARVALHO, M. R. B. Composição e deterioração de pescados. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. 2000, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: [s.n.], 2000. p.176.

CONSEJO DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA (CEE) (1996). **Reglamento CEE/2406/96. Fijación de normas comunes de comercialización de productos de la pesca.** Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L334, 1229.

CONTRERAS-GUZMÁN, A. **Bioquímica do pescado e derivados.** FUNESP: Jaboticabal, 1994, 409 p.

COSTELL, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. **Food Quality and Preference**, 13(6): 341-353.

CUNHA NETO, A.; SILVA, C. G. M.; STAMFORD, T. L. M. Staphylococcus Enterotoxigênicos em Alimentos *in natura* e processados no Estado de Pernambuco, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 263-271, 2002.

CYPRIAN, O. O., SVEINSDÓTTIR, K., MAGNÚSSON, H. & MARTINSDÓTTIR, E. (2008). Application of quality Index Method (QIM) scheme and effects of short-time temperature abuse in shelf life study of fresh water arctic char (*Salvelinus alpinus*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Davis, v. 17, n. 3, p. 303-321, 2008.

DAMASCENO, A. 2009. Qualidade (sensorial, microbiológica, físico-química e parasitológica) de salmão (*Salmo salar*, Linnaeus, 1778) resfriado, comercializado em Belo Horizonte – MG. 48 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2009.

DAMS, R. I.; BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E. Avaliação da qualidade microbiológica da pescadinha (*Cynoscion striatus*) inteira e em filés nos principais pontos críticos de controle de uma indústria de pescado congelado. **Boletim do CEPPA**, v. 14, n. 2, p. 151-162, jul/dez, 1996.

EKNATH, A.E. et al. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. **Aquaculture**, Amsterdam, v.111, n. 1/4, p. 171-188, 1993.

ESAIASSEN, M. et al. Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). **Lebensm. Wiss. U. Technol.**, v. 37, p. 643-648, 2004.

ESTEVEES, E.; ANIBAL, J. Quality Index Method (QIM): Utilização da Análise Sensorial para determinação da qualidade do pescado. CONGRESSO DO ALGARVE, 13., 2007, Lagos. **Anais...** Lagos: [s.n.], 2007. p. 365-373.

FILHO, J. D. S.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; ALVES, J. M. C.; SOUZA, F. R. A. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.112-118, 2010.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE (ISTA), 5., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: ISTA, 2000. v.1, p.3-8.

FONSECA, M.G.; SILVA, R.J. Occurrence os Rondonia rondoni Travassos, (Nematoda: Atractidae) in the pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holgerg (Osteichthyes: Characidae) celomatic cavity. In: **Reunião Anual do Instituto Biológico**, 17., São Paulo, 2004.

FONTES, M.C., ESTEVES, A., CALDEIRA, F., SARAIVA, C, VIREIRA-PINTO, M., MARTINS, C. Estado de frescor e qualidade higiênica do pescado vendido numa cidade do interior de Portugal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Out 2007, vol.59, no.5, p.1308-1315.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANK, H. A., BARANOWSKI, J. D., CHONGSIRIWATANA, M., BRUST, P. A. AND PREMARATINE, R. J. (1985). Identification and decarboxylase activities of bacteria isolated from decomposed mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) after incubation at 0 and 30°C. **International Journal of Food Microbiology**, 2, 331-340.

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

GASPAR, J.;VIEIRA, R.;TAPIA, M. Aspectos Sanitários do pescado de origem de água doce e marinha , comercializado n afeira de Gentilândia , Fortaleza , Ceará. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo. v.11, p.20-287,1997.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, P. M. L. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2008, 986p.

GERMANO, P. M. L.; OLIVEIRA, J. C. F.; GERMANO, M. I. S. Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública. **Higiene Alimentar**, Porto Alegre, v. 12, n. 53, p. 30-37, 1998.

GERMANO, P. M. L.; OLIVEIRA, J. C. F.; GERMANO, M. I. S. O pescado como causa de toxinfecções bacterianas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 7, p. 40- 45, 1993.

GEROMEL, E. J. **Perdas de peso em camarões congelados**. Campinas, UNICAMP, 1974. Tese de Mestrado.

GODOY, C. E. **Produção da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L, 1758), linhagem Chitralada, de pequeno porte, em tanques-rede visando o atendimento de comunidades carentes**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 2006.

GONÇALVES, A. A.(2004). **Aproveitamento Integral da Tilápia no Processamento**. Disponível em: http://www.gipescado.com.br/arquivos/aquaciencia2004_2.pdf , acesso em 02 de Jan 2011.

GONÇALVES, A. A. Análise de risco no setor pesqueiro – parte II: a pesca. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 23, n. 174/175, p. 99-104, 2009.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora: Ateneu. 2011, 608p.

GONÇALVES, A. C., ANTAS, S. E. & NUNES, M. L. (2007). Freshness and quality criteria of iced farmed Senegalese sole (*Solea senegalensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55(9): 3452-3461.

HERRERO, A. M., HUIDOBRO, A., CARECHE, M. (2003). Development of a quality index method for frozen hake (*M. capensis* and *M. paradoxus*). **Journal of Food Science**, 68(3): 1086-1092.

HOOTMAN, R. C. (1992). **Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation**. Philadelphia: ASTM, p 52.

HOWGATE, P., JOHNSTON, A., & WHITTLE, K. J. (1992). **Multilingual guide to EC freshness grades for fishery products**. Aberdeen: Torry Research Station, Food Safety Directorate, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

HOWGATE, P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness of fish. Part 1. Determination., **EJEAFChe**, v. 9, n. 10, p. 29-57. 2010.

HOWGATE, P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness of fish. Part 2. Formation of the bases, and application in quality assurance., **EJEAFChe**, v. 9, n. 10, p. 58-88. 2010

HUIDOBRO, A., PASTOR, A. & TEJADA, M. (2000). Quality Index Method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Journal of Food Science**, 65: 1202–1205.

HUSS, H. H. **Garantia de qualidade dos produtos da pesca**. (FAO Documento Técnico sobre pescas, 334). Roma: FAO, 1997. 176p.

HUSS, H. H. **Quality and quality changes in fresh fish**. (FAO Fisheries Technical Paper, 348). Roma: FAO, 1995. 195 p.

HYDILG, G. & NIELSEN, J. (1997). **A rapid method for quality management**. In G. Olafsdóttir, J. Luten, P. Dalgaard, M. Careche, V. Verrez-Bagnis, E. Martinsd ottir, & K. Heia (Eds.), Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness”, AIR3CT942283 (FAIR Programme of the EU) Nantes Conference, November 12–14 (pp. 297–305). Paris: International Institute of Refrigeration.

HYLDIG, G. & GREEN-PETERSEN, D. M. B. (2004). Quality index method – an objective tool for determination of sensory quality. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 13(4), 71–79.

HYLDIG, G. & NIELSEN, J. (2004). **QIM – a tool for determination of fish freshness**. In F. Shahidi, & B. K. Simpson (Eds.), *Seafood quality and safety. Advances in the new millennium* (pp. 81–89). St John's, NL. ScienceTech Publishing Company

HYLDIG, G.; BREMNER, A.; MARTINSDÓTTIR, E. & SCHELVIS, R. (2007). **Quality Index Methods** (Chap. 41, p. 529-547). In: Nollet, L.M.L. (ed), *Handbook of meat, Poultry & Seafood Quality*. Iowa (USA): Blackwell Publishing, 719p.,

ICMSF - International Commission on Microbiological Specifications for Foods 2. **Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications**, 2nd ed. London: Blackwell Scientific Publications, 1986.

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

JENSEN, H. S; JØRGENSEN, B. M. A sensometric approach to codquality measurement. **Food Quality and Preference**, v. 8, n 5/6, p. 403–407, 1997.

JESUS, R. S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e tecnologia de alimentos**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 144-148. 2001

JÓNSDÓTTIR, S. et al. Rapid PC based sensory method. **Infofish International** ,v. 2, p. 54–56, 1999.

KÄFERTEIN E. K, MOTARJEMI Y, BETTCHER D.W. Foodborne disease control: a transnational challenge. **Emerg Infect Dis**, Nova York, v. 3, n. 2, p. 503-510, 1997.

KAI, M.; MORAIS, C. Vias de deterioração do pescado. In:KAI, M.; RUIVO, U.E. **Controle de Qualidade do Pescado**. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 13-20.

KENT, M. et al. A new multivariate approach to the problem of fish quality estimation. **Food Chemistry**, v. 87, p. 531-535, 2004.

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

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

KUBTIZA, F. Catfish: O bagre americano é um ótimo exemplo para o Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 9, n. 51, jan/fev, 1999.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL - LANARA. Portaria n. 2 de 20 out. 1981.(Apostila).

LARSEN, E., HELDBO, J., JESPERSEN, C. M. & NIELSEN, J. (1992). **Development of a method for quality assessment of fish for human consumption based on sensory evaluation.** In: HH Huss, M Jakobsen, J Liston (eds.) Quality Assurance in the Fish Industry. Elsevier Science Publishing, Amsterdam: 351-358

LAVÉTY, J. Gaping in Farmed Salmon and Trout. Disponível na internet: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5958e/x5958e00.htm#Contents> acesso em Dez 2011.

LEITAO, M.F.F. et al. Alterações químicas e microbiológicas em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, p. 160-166, 1997.

LUTEN, J. B., MARTINSDOTTIR, E. (1997). **QIM: a European tool for fish freshness evaluation in the fishery chain.** Proceedings of the Final meeting of the concerted action "Evaluation of fish freshness" FAIR CT94 2283; 12-14 November; Nantes, France. Paris: International Institute of Refrigeration. 396 p.

LYHS, U., LAHTINEN, J., SCHELVIS-SMIT, R. (2007). Microbiological quality of maatjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10 °C. **Food Microbiology**, 24, 508 – 516.

LYHS, U. & SCHELVIS-SMIT, R. (2005). Development of a Quality Index Method (QIM) for maatjes herring stored in air and under modified atmosphere. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 14(2): 63-76.

MAGNÚSSON, H., & MARTINSDÓTTIR, E. (1995). Storage quality of fresh and frozen-thawed fish in ice. **Journal of Food Science**, 60(2), 273–278.

MANGOLD, K. (1987). **Reproduction**. In: Boyle, P. R. (editor). 1987. Cephalopod Life Cycles, Volume II, Comparative Reviews. Academic Press, London, 441 p.

MANSKE, C.; MALUF, M. L. F.; SOUZA, B. E.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Composição centesimal, microbiológica e sensorial do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido ao processo de defumação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 181-190, jan./mar. 2011

MARQUES, C. O; SEABRE, L.M.J; DAMASCENO, K.S.F.S.C. Qualidade microbiológica de produtos a base de sardinha (*Opisthonema oglium*). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 174/175, p. 99-104, 2009.

MARTINSDOTTIR, E. (2004). QIM for evaluating fish freshness. **INFOFISH International**, 2(march/april): 35-38.

MARTINSDOTTIR, E., LUTEN, J. B., SCHELVIS-SMIT, R. & HYLDIG, G. (2003). **Developments of QIM – past and future**. In: Luten, J. B., Oehlenschlager, J., Olafsdottir, G. L. Quality of fish from catch to consumer, 2003.

MARTINSDOTTIR, E., SVEINSDOTTIR, K., LUTEN, J. B., SCHELVIS-SMIT, R. & HYLDIG, G. (2001). **Reference manual for the fish sector: sensory evaluation of fish freshness**. QIM Eurofish. P.O.Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.

MASSAGUER, P. R. **Microbiologia dos processos alimentares**. São Paulo: Varela, 2005. 258 p.

MEILGAARD, G; CIVILLE, V. AND CARR, B. T. (1991). **Sensory Evaluation Techniques** (2nd Ed), CRC Press., 354p.

MILLER, S. A.; BROWN, D. R. Effectiveness of chlortetracycline in combination with potassium sorbate or tetrasodium ethylenediaminetetraacetate for preservation of vacuum packed rockfish fillets. **Journal of food science**, v. 49, n. 1, p. 188-191.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Informações e Estatísticas**. Disponível na internet: <http://www.mpa.gov.br/> , acesso em Dez de 2011.

MUSGROVE, R., CARRAGHER, J., MATHEWS, C. & SLATTERY, S. (2007). Value-adding Australian sardines: Factors affecting rates of deterioration in sardine (*Sardinops sagax*) quality during post-harvest handling. **Food Control**, 18(11): 1372-1382.

NEIVA, C. R. P. **Valor Agregado x Qualidade do Pescado**. Disponível na internet em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/cristiane.pdf>, acesso em Fev. de 2012.

NIELSEN J. (1997) **A rapid sensory analysis for quality management**. Proceedings of the Final meeting of the concerted action “Evaluation of fish freshness” FAIR CT94 2283; 12-14 November; Nantes, France. Paris: International Institute of Refrigeration. 396 p.

NIELSEN, D.; HYLDIG, G (2004). Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.). **Food Research International**, v. 37, n. 10, 2004, p. 975–983

NIELSEN, D. & GREEN, D. (2007). Developing a Quality Index grading tool for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) based on the Quality Index Method. **International Journal of Food Science and Technology**, 42(1): 86-94.

NORA, N. S; ESPIRITO SANTO, M. L. P; CARBONERA, N; GONÇALVES, L. M; SUNE PFEIFER SANTANNA, C. Avaliação microbiológica de filés de pescados oriundos de diferentes indústrias pesqueiras. XVIII CIC. **Disponível na internet**. Acesso em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_01314.pdf , acesso em jan de 2012.

NUNES, M. L., BATISTA, I. & CARDOSO, C. (2007). **Application of Quality Index (QIM) in the evaluation of the freshness of fish**. Lisboa: IPIMAR, 51 p.

NUNES, M. L.; BATISTA, I. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. **IPIMAR Divulgação**, Lisboa, n. 29, 2004.

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

OETTERER, M. **Processamento de surimi – conhecimento das técnicas de obtenção e de controle da qualidade do produto para a introdução na indústria brasileira.** Brasília: CNPq, 1998. 33 p. Projeto – Programa de Cooperação Internacional CNPq/JAICA.

OETTERER, M. REGITANO-D'ACRE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos.** Barueri: Manole, 2006, 612p.

ODOLI, C. O. **Optimal storage conditions for fresh farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets.** 2009. 84 f. Thesis (Masters in science) – University of Iceland, Islândia 2009.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado.** São Paulo: Varela, 1999. v. 1, 430 p.

OLAFSDÓTTIR, G., MARTINSDÓTTIR, E., OEHLENSCHLAGER, J., DALGAARD, P., JENSEN, B., UNDELAND, I., MACKIE, I. M., HENEHAN, G., NIELSEN, J. AND NIELSEN, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Trends in Food Science & Technology**, 8, 259–265.

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

OLIVEIRA, V. M., FREITAS, M. Q., CLEMENTE, S. C. S. & MÁRSICO, E. T. Método do índice de qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. **Revista de Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, jan/ jun, 2009, p. 60-71.

OMONDI, J.G.; GICHURI, W.M.; VEVERICA, K. A partial economic analysis for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. and sharptoothed catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) polyculture in central Kenya. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 693-700, 2001.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos de Origem Animal.** v. 2. São Paulo: Artmed, 2005. 279p.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética, seleção e preparação de alimentos**, 7. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. p. 142-143,

- PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha *Sardinella brasiliensis*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 720-725, out.-dez. 2005
- PINHEIRO, L.M.S; MARTINS, R. T; PINHEIRO, L. A. S; PINHEIRO, L. E. L. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis* spp.). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.2, p.257-262, 2006.
- POMBO, C. R. Avaliação físico-química e bacteriológica de peixes anchovados. **Dissertação** (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal Fluminense. 2007, 103p.
- PONS-SÁNCHEZ-CASCADO, S., VIDAL-CAROU, M. C., NUNES, M. L. & VECIANA-NOGUÉS, M. T. (2006). Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. **Food Control**, 17(7): 564-569.
- PORTELLA, C. G. (2009). **Tecnologia pós-despesca dos camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium amazonicum***. Jaboticabal (SP, Brazil): Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura, 81 p.
- PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. São Paulo: UNESP, 1999. 217 p.
- RODAS, M. A. B.; TAVARES, M.; MARSIGLIA, D. A. P. Avaliação das características sensoriais de alimentos sob o ângulo da legislação brasileira. **BIAL:Boletim do Instituto Adolfo Lutz**, v.14, n.1/2, p.5-7, 2004.
- RODRIGUES, T.P. **Estudo de critérios para a avaliação da qualidade da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada, eviscerada e estocada em gelo**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.
- ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Loyola, 1987. 445 p.
- RUIZ-CAPILLAS, C., HORNER, W.F.A. Determination of trimethylamine nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis. **J Sci Food Agric**, v. 79, p. 1982-1986, 1999.

SALES, R. O. ; AZEVEDO, A. R. ; MONTEIRO, J. C. S. Avaliação da Qualidade do Pescado Utilizando Métodos Físicos Químicos e Sensoriais. **Revista Científica Produção Animal**, v. 1, n. 2, p 119-130, 1999.

SANTOS, T. M.; MARTINS, R. T.; SANTOS, W. L. M; MARTINS, N. E. Inspeção visual e avaliações bacteriológica e físico-química da carne de piramutaba (*Brachyplatistoma vaillanti*) congelada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p. 1538-1545. 2008.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Aquicultura e Pesca: Tilápias. (2008). 47 p. Disponível em:

http://www.gipescado.com.br/arquivos/sebrae_tilapia.pdf

SOARES, K. M. P. (2010). **Desenvolvimento do Método de Índice de Qualidade (MIQ) para avaliar o frescor da carapeba (*Eucinostomus gula*) armazenada em gelo**. Monografia. Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

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

SOARES, V. M.; PEREIRA, J. G.; IZIDORO, T. B.; MARTINS, O. A.; PINTO, J. P. A. N.; BIONDI, G. F. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 13, n. 2, 85-88, 2011.

SOCOL, M. C. H. Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002. p.124. São Paulo, Brasil.

ŠIMAT, V., SOLDÓ, A., MARŠIĆ-LUČIĆ, J., TUDOR, M. & BOGDANOVIĆ, T. (2009). Effect of different storage conditions on dielectric properties of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Acta Adriatica**, 50(1); 5-10

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A, RIBEIRO, S. C. A, PARK, K.J., MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 27 (3), 608-613, 2007.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. (2001). Efeito da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Dissertação de mestrado em Ciências**. Universidade de São Paulo. 137 p.

SVEINSDOTTIR, K., MARTINSDOTTIR, E., 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**, Chicago, v. 67, n. 4, 2002.

SVEINSDOTTIR, K., HYLDIG, G., MARTINSDOTTIR, 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. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 424-432, 2009.

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

TALIADOUROU, D.; PAPADOPOULOS, V.; DOMVRIDOU, E. et al. Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted Mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 13, 2003.

TAVARES, M.; MORENO, R. B. Pescado e derivados. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2005. cap.18, p. 633-643.

TAYLOR, S.L., SUMNER, S.S. Determination of histamine, putrescine, and cadaverine. In: Kramer, D.E., Liston, J. (Eds.), **Seafood Quality Determination**, Elsevier, Amsterdam, p. 235– 245, 1986.

TEIXEIRA, M. S., BORGES, A., FRANCO, R. M., CLEMENTE, S. C. S. & FREITAS, M. Q. (2009). Método de Índice de Qualidade (MIQ): desenvolvimento de um protocolo

sensorial para a corvina (*Micropogonias furnieri*). **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, 16(2): 83-88.

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

VARGAS, S. C. (2011). Avaliação de métodos de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenados em gelo. **Dissertação de Mestrado**, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 87 p.

VAZ-PIRES, P. & SEIXAS, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*). **Food Control**, 17(12): 942-949.

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*) stored in ice. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 9, p.1655–1664, 2008.

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

VIEIRA KVM, MAIA DCC, JANEIRO DI, VIEIRA RHF, CEBALLOS BSO. Influência das condições higiênico-sanitário no processo de beneficiamento de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Hig Aliment** 2000;14(71):37-40.

VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela. 2003, 380p.

WARM, K, BOKNAES, N. & NIELSEN, J. (1998). Development of Quality Index Methods for evaluation of frozen cod (*Gadus morhua*) and cod fillets. **Journal of Aquatic Food Products Technology**, 7(1):45-59.

WATANABE, K. Spoilage in ice Pescada Foguete (*Macrodon ancylodon*) from south brazilian fishing grounds. **Separata do Boletim do Instituto Oceanografico**. Torno xn, Fasc. 2, p.65-80, 1972.

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

ZANINI, M. S. et al. Avaliação microbiológica do gelo de balcão frigorífico de peixarias da grande vitória-ES. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 80/81, p. 122, 2001.

ZANOLO, R.; YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 281-288, abr./jun. 2006.