

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

JOÃO RENATO DE OLIVEIRA ESCUDINI

EFEITO DA EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA  
SOBRE A VALIDADE COMERCIAL DE FILÉ DE TILÁPIA  
NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)

BOM JESUS DO ITABAPOANA / RJ  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JOÃO RENATO OLIVEIRA ESCUDINI**

**EFEITO DA EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA SOBRE A VALIDADE  
COMERCIAL DE FILÉ DE TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Mestrado) da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientador: Prof. Dr. SÉRGIO BORGES MANO

Co-Orientador: Prof. Dr. ROBSON MAIA FRANCO

**Bom Jesus do Itabapoana / RJ  
2008**

**JOÃO RENATO OLIVEIRA ESCUDINI**

**EFEITO DA EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA SOBRE A VALIDADE  
COMERCIAL DE FILÉ DE TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Mestrado) da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovada em 24 de junho de 2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sérgio Borges Mano – Orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Robson Maia Franco – Co-orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Fábio da Costa Henry  
Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro

---

Prof. Dr. Fernando Antônio Abrantes Ferrara  
Universidade Federal Fluminense - CTAIBB

**Bom Jesus do Itabapoana / RJ  
2008**

Aos meus filhos Saulo e Fernanda, que foram um incentivo  
constante nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Sérgio Borges Mano, meu orientador, pela confiança que depositou em mim na condução deste trabalho.

Ao professor Robson Maia Franco, pela co-orientação e os momentos de descontração que possibilitaram o nascimento de uma amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal na Universidade Federal Fluminense que se dispuseram a ministrar suas disciplinas e orientações em Bom Jesus do Itabapoana, na turma de Bom Jesus, da qual faço parte.

Ao Diretor do Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges (CTAIBB), Fernando Antonio Abrantes Ferrara, pelo estímulo e compreensão durante todo o período em que cursei o Mestrado.

Aos meus companheiros da turma de Pós-Graduação de Bom Jesus, pelo incentivo e apoio durante o experimento.

Especial agradecimento à colega Paula Borges Bastos, pelo incentivo nos momentos difíceis e por todo o esforço e atenção dedicada ao trabalho.

Aos colegas da turma de 1976 do CTAIBB, na qual teve início minha carreira profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES, p.9**

**LISTA DE TABELAS, p.11**

**LISTA DE ABREVIATURAS, p.12**

**RESUMO, p.13**

**ABSTRACT, p.14**

**1 INTRODUÇÃO, p.15**

**2 REVISÃO DE LITERATURA, p.16**

2.1 PESCADO, p.16

2.1.1 Aspectos bacteriológicos do pescado, p.16

2.1.2 pH, p.17

2.1.3 Características sensoriais, p.17

2.2 EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA, p.19

2.2.1 Conceito, p.19

2.2.2 Ação dos gases, p.20

2.2.3 Características da embalagem, p.21

2.2.4 Uso de embalagem em atmosfera modificada em pescado, p.22

**3 MATERIAL E MÉTODOS, p.26**

3.1 MATERIAL PERMANENTE, p.26

3.2 MATERIAL DE CONSUMO, p.26

3.3 MÉTODOS, p.27

3.3.1 Obtenção da matéria-prima, p.28

3.3.2 Processamento, p.29

3.3.3 Procedimentos de embalagem, p.32

3.3.4 Transporte das amostras, p.33

3.3.5 Análises, p.34

3.3.5.1 *Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas*, p.34

3.3.5.2 *Análise de pH*, p.35

3.3.5.3 *Análise sensorial*, p.35

3.3.5.4 *Análise estatística*, p.36

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO, p.37**

4.1 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS AERÓBIAS MESÓFILAS,  
p.37

4.2 ANÁLISE DE pH, p.40

4.3 ANÁLISE SENSORIAL, p.43

#### **5 CONCLUSÕES E SUGESTÃO, p.47**

#### **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, p.48**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** Fluxograma detalhado da metodologia empregada na obtenção das amostras e realização do experimento com filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) embalados em atmosfera modificada, f.28
- Figura 2** Insensibilização de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) capturadas no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007 em água clorada e gelo com temperatura aproximada de 2°C, f.29
- Figura 3** Sangria de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) capturadas no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007 em água clorada e gelo com temperatura aproximada de 2°C, f.30
- Figura 4** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007: corte para retirada da pele, f.30
- Figura 5** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007: retirada da pele por arrancamento, f.31
- Figura 6** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007: filetagem, f.31
- Figura 7** Filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) obtidos no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007, f.32
- Figura 8** Termo-seladora a vácuo sendo utilizada para acondicionar em EAM os filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007, f.33

**Figura 9** Colônias vermelhas de bactérias aeróbias heterotróficas mesófilas desenvolvidas em APC adicionado de TTC: contagem a partir de amostra de filé de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) estocada sob refrigeração a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007, f.34

**Figura 10** Representação gráfica dos valores médios dos logaritmos das contagens de bactérias mesófilas nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ , 100%  $\text{CO}_2$ ) e armazenados em refrigeração ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) durante 22 dias, f.39

**Figura 11** Representação gráfica dos valores médios de pH nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ , 100%  $\text{CO}_2$ ) e armazenados em refrigeração ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) durante 22 dias, f.42

**Figura 12** Evolução numérica da avaliação sensorial do estado de degradação de amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ , 100%  $\text{CO}_2$ ) e armazenados em refrigeração ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) durante 22 dias, f.45

**Figura 13** Diferença de coloração entre os filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose (A), a vácuo (B), 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  (C) e 100%  $\text{CO}_2$  (D) e armazenados em refrigeração ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) durante 22 dias, f.46

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1.** Valores médios dos logaritmos das contagens de bactérias mesófilas nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias, f.38

**TABELA 2.** Valores médios de pH nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias, f.41

**TABELA 3.** Avaliação sensorial do estado de degradação de amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias, f.44

## LISTA DE ABREVIATURAS

APC	Agar Padrão para Contagem
BNVT	Bases Nitrogenadas Voláteis Totais
CBHAM	Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas
CTAIBB	Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges
EAM	Embalagem em Atmosfera Modificada
EVOH	Copolímero de Etileno e Álcool Vinílico
NNP	Nitrogênio Não Protéico
PA	Poliamida
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVDC	Policloreto de Vinilideno
TTC	Trifeniltetrazolium
UFF	Universidade Federal Fluminense

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito da Embalagem em Atmosfera Modificada (EAM) sobre a validade comercial de filé fresco de tilápia nilótica estocada em temperatura de refrigeração de  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ . A metodologia consistiu em realizar, ao longo de 22 dias de estocagem, a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, análise de pH e análise sensorial de filés de tilápia submetidos aos tratamentos de: ar atmosférico (100%), vácuo, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  e 100%  $\text{CO}_2$ . Os resultados foram tratados estatisticamente através de uma análise descritiva simples. As contagens bacterianas dos tratamentos 100% ar e vácuo chegaram a níveis  $>\log 8,0$  nos dias 6 e 16, respectivamente. No tratamento 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  esses valores foram alcançados no 12° dia. Nos filés de tilápia com EAM de 100%  $\text{CO}_2$  as contagens mantiveram-se em níveis aceitáveis durante todo o período de estocagem (entre  $\log 2,8$  e  $\log 4,1$  UFC/g). O pH diminuiu com o tempo de estocagem em todos os tratamentos, estando todo o período pesquisado dentro dos padrões permitidos ( $\leq 6,5$ ). O atributo cor foi alterado significativamente pelos tratamentos com  $\text{CO}_2$ , sendo que no vácuo a cor manteve-se normal por mais tempo. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a EAM com 100% $\text{CO}_2$  apresentou melhores resultados no aumento de validade comercial de filés de tilápia estocados a  $5^{\circ}\text{C}$ , mantendo a contagem de bactérias aeróbias mesófilas e valores de pH em níveis aceitáveis durante todo o período de estocagem de 22 dias.

Palavra-chave: atmosfera modificada; tilápia; validade comercial.

## ABSTRACT

The aim of the present work was to determine the effect of modified atmosphere packaging on shelf life in tilapia fillet stored at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ . The methodology consisted on four treatments of tilapia fillets: atmospheric air (100%), vacuum, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  and 100%  $\text{CO}_2$ , stored during 22 days under refrigeration at  $5^{\circ}\text{C}$ . The analyses were: heterotrophic aerobic mesophilic bacteria counting, pH and sensorial analysis. The statistical analysis was descriptive simple. The results were: the bacterial counting of the treatments 100% air and vacuum had arrived the levels  $>\log 8.0$  in days 6 and 16, respectively. In the treatment 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  these values had been reached in 12<sup>o</sup> day. In tilapia fillets with 100%  $\text{CO}_2$  the microbiological counting had been remained in acceptable levels during all period of stockage (between  $\log 2.8$  and  $\log 4.1$  UFC/g). The four treatments presented decreased pH with the time of stockage. The values were  $\leq 6.5$ , that represent acceptable standard. At sensorial analysis all  $\text{CO}_2$  treatment had significantly changed the fillet tilapia color. At vacuum the color was normal for longer time. The experiment permit conclude that 100% $\text{CO}_2$  was the best ones treatment for longer the shelf life of fillet tilapia stored at  $5^{\circ}\text{C}$ , with microbiological counting and pH being in acceptable levels during all 22 days of stockage.

Key word: modified-atmosphere; tilapia; shelf life.

## 1 INTRODUÇÃO

A taxa de crescimento da piscicultura no mundo é de cerca de 10% ao ano (FIPERJ, 2008), o que demonstra sua importância cada vez maior no contexto da produção alimentar mundial.

O Brasil, por sua grande extensão de águas interiores possui um grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura. São 5.500.000 ha de reservatório de água doce, segundo a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP, 2008), o que representa cerca de 12% da água doce do planeta. Some-se a isso o clima favorável, disponibilidade de terras e demanda no mercado interno.

A aquicultura se consolidou no mercado brasileiro na década de 90, com uma produção de pescado cultivado de cerca de 25.000 toneladas/ano, estando atualmente a taxa de crescimento da aquicultura brasileira acima de 22% ao ano. Uma das tendências para o futuro, segundo a SEAP é, entre outros, o aumento significativo na produção de peixe de água doce, sendo a tilápia uma das principais espécies cultivadas (BRASIL, 2008).

A tilápia (*Oreochromis niloticus*), por sua alta produção e produtividade, representa uma das espécies de água doce mais cultivadas do mundo. Em 2002 a produção de tilápia representou 2,93% do total da produção de pescado mundial, com um crescimento médio anual de 12,2% (EL-SAYED<sup>1</sup>, 2006, apud PEIXOTO, 2007).

O Brasil ocupa atualmente a sexta posição na produção mundial de tilápia, perdendo apenas para os países asiáticos China, Taiwan, Filipinas e Tailândia, além do México (SUSSEL, 2008).

---

<sup>1</sup> EL-SAYED, A.-F.M. Tilapia Culture. Cambridge: Cambridge University, 2006, 277 p.

O potencial da tilápia como peixe destacado na aquicultura provém de suas características de rusticidade, capacidade de se desenvolver em águas com alta temperatura e baixa concentração de oxigênio dissolvido, bem como altas concentrações de amônia na água. Possui um curto ciclo de engorda, em torno de seis meses e desova o ano todo nas regiões mais quentes. Some-se a isso seu hábito alimentar onívoro e sua aceitação à oferta de ração de origem animal e vegetal. Tudo isso está aliado a uma carne branca, com baixos teores de gordura e filé sem espinhas.

A grande aceitação comercial da tilápia destaca-se principalmente na forma de filé. Sussel (2008) acredita que a produção brasileira de tilápia apresenta grandes possibilidades de expansão, sendo que o mercado deve ser um aspecto a ser levado em conta. Para o mercado interno, as oportunidades, segundo o autor, são o abastecimento de cadeias de “fast food” e restaurantes especializados, além de filés congelados para supermercados e aproveitamento de subprodutos. Para o mercado externo, deve ser considerada a exportação de filés congelados.

Apesar dessa expectativa, o hábito alimentar brasileiro ainda é restrito no tocante ao consumo de pescado, sendo o consumo per capita no Brasil de 6,4 kg/ano. A região metropolitana do Rio de Janeiro, porém, apresenta consumo maior na ordem de 16,4 kg per capita/ano (FIPERJ, 2008).

Um dos maiores problemas da comercialização do peixe de água doce é sua alta perecibilidade, o que afeta sua logística de distribuição e consumo, pois o mercado consumidor é ávido por pescado em sua forma de total frescor. As pesquisas com embalagem em atmosfera modificada vêm ao encontro dessa necessidade, pois buscam aumentar a validade comercial do pescado com a manutenção de suas características de frescor.

O acondicionamento de alimentos em Embalagem com Atmosfera Modificada (EAM) é uma tecnologia de uso relativamente recente, porém em franca expansão em diversos tipos de alimento. Uma de suas vantagens é o aumento da validade comercial do alimento utilizando pouco ou nenhum aditivo.

As pesquisas com EAM datam desde a primeira metade do século XX, sendo atualmente bastante utilizadas em diversos alimentos. O uso desse tipo de conservação em pescado de água doce ainda não é muito explorado, porém apresenta-se bastante promissor. Dentre os pontos positivos destaca-se a manutenção das características de total frescor, ausência total de aditivos

alimentares, bem como o aumento de validade comercial e, conseqüentemente, a possibilidade de conquista de novos mercados consumidores.

Levando em consideração todas as questões anteriores, o objetivo geral do presente trabalho foi determinar o efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial de filé de tilápia nilótica estocada sob refrigeração a 5°C. Para tal, foram estabelecidos alguns objetivos específicos, a saber: determinação do pH, contagem da população bacteriana mesófila aeróbica e avaliação das características sensoriais de todos os tratamentos durante todo o período de estocagem.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PESCADO

#### 2.1.1 Aspectos bacteriológicos do pescado

A microbiota do pescado fresco é diferenciada quanto à origem do mesmo: peixes de água fria tendem a possuir uma maior contagem de microrganismos psicotróficos, enquanto aqueles oriundos de águas tropicais possuem uma microbiota predominantemente mesofílica (VIEIRA, 2003). Segundo Jay (2005), os peixes de águas mornas tendem a possuir uma microbiota com predomínio de bactérias mesofílicas Gram positivas.

Vários autores são enfáticos ao realçar a importância da qualidade do meio aquático de onde o pescado é procedente na qualidade microbiológica do mesmo (JAY, 2005; VIEIRA, 2003). Em seqüência, a incorporação microbiana ocorre nas diferentes etapas do processamento do pescado (JAY, 2005).

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas a 20°C correlaciona-se bem com análises sensoriais que indicam o frescor do peixe estocado em gelo, indicando a importância das bactérias psicrófilas na deterioração do pescado. A contagem realizada a 37°C, porém, não apresenta a mesma correlação. Os gêneros predominantes são: *Pseudomonas*, *Acinetobacter* e *Moraxella* (contagem a 20°C), *Micrococcus* (contagem a 37°C) e *Bacillus* (estocagem a 15 °C e incubação a 37°C) (SIMMONS; LAMPRECHT<sup>2</sup>, 1980, apud VIEIRA, 2003).

---

<sup>2</sup> SIMMONDS, C.K.; LAMPRECHT, E. C. Microbiology of frozen fish and related products. In: ROBINSON R. K. (Ed.). Microbiology of frozen foods. London: Elsevier, p. 169-207, 1985.

Os mesmos autores demonstram a importância das enzimas proteolíticas do músculo do pescado e de origem bacteriana na deterioração do pescado tropical. Apesar dos números bacterianos baixos ( $10^3$  a  $10^5$  UFC/g), as tilápias tornam-se inaceitáveis após 15 a 20 horas em temperatura ambiente.

### 2.1.2 pH

O pH do pescado fresco deve ser menor do que 6,8 para a musculatura externa e 6,4 para a musculatura interna, segundo o art. 443 do RIISPOA (BRASIL, 1997).

Para Loaiza (1996) o desenvolvimento de bactérias lácticas pode ser o responsável pela diminuição do pH no músculo do pescado, somado a presença de ácidos graxos livres, resultantes da lipólise a partir de microrganismos psicrotróficos, quando o pescado é estocado sob refrigeração e congelamento.

### 2.1.3 Características sensoriais

No art. 442 do RIISPOA (BRASIL, 1997) é mencionado que para ser considerado um pescado fresco próprio para consumo os peixes deverão possuir: “1 – superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico; 2 – olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas; 3 – guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes, com odor natural, próprio e suave; 4 – ventre roliço, firme, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos; 5 – escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados; 6 – carne firme, consistência elástica, de cor própria à espécie; 7 – vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas; 8 – ânus fechado; 9 – cheiro específico, lembrando o das plantas marinhas”.

A carne fresca da tilápia apresenta coloração rósea, brilhante, sendo firme e de consistência elástica.

A busca pela qualidade entre as indústrias de produtos e serviços mudou com o aumento da competitividade do mercado. O controle de qualidade dos produtos deixou de ser uma função incidental, meramente protocolar, pois esse passou a ser uma exigência do consumidor, somado à competição entre as indústrias e aumento da fiscalização por parte dos órgãos oficiais de inspeção. A qualidade, assim,

passou a ser função da indústria em tempo integral, a fim de promover a completa satisfação do consumidor (CHAVES, 1993).

O mesmo autor demonstra a importância tecnológica e econômica da qualidade sensorial dos alimentos, relacionando-a com a função primária do homem que, de forma mais ou menos consciente, aceita ou rejeita os alimentos de acordo com a sensação que experimenta.

A análise sensorial é uma disciplina científica. Sua função é evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características de alimentos, e outros produtos de consumo, de forma como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gustação, tato e audição.

A avaliação sensorial de um produto tem tanta importância quanto as análises físico-química ou microbiológica do alimento, não devendo ser desprezada como forma de apreciação da qualidade. Isto porque suas técnicas são tão específicas como os outros métodos de análise, havendo todo um rigor científico e objetivo para analisar as características que influenciam na aceitabilidade de um produto pelo consumidor utilizando uma equipe de julgadores sensoriais.

Os testes sensoriais, segundo Stone e Siedel (1995), podem ser de quatro tipos básicos: afetivos, discriminativos, descritivos e de qualidade. Essa divisão se baseia no objetivo do teste, critério de seleção dos julgadores e tarefa específica de cada julgador.

Os testes afetivos são aqueles em que o julgador expressa sua reação subjetiva diante do produto, indicando se gosta ou desgosta, se aceita ou rejeita, ou se prefere um ou outro produto (MORALES, 1994).

Segundo este autor, deve-se diferenciar entre preferência e grau de satisfação (gostar ou desgostar), bem como grau de aceitação entre os consumidores. Para este último item torna-se necessário acrescentar ao questionário perguntas sobre a intenção do consumidor em adquirir ou não determinado produto.

Sabe-se que a aceitação de um produto pelo consumidor é parte fundamental no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Os testes afetivos medem, de forma individual, as atitudes subjetivas como aceitação ou preferência de produtos em relação a outros. A aceitação está relacionada com a disposição do consumidor em comprar e consumir o produto, ou seja, à expectativa de uso efetivo

do produto. Para se medir essa aceitação existem as escalas hedônicas e as de atitude.

Para o mesmo autor, a escala hedônica possui uma escala gradual já estabelecida previamente, com base nos atributos gostar e desgostar, demonstrando implicitamente a preferência do consumidor. Esta escala, normalmente utilizada em laboratório, objetiva informar sobre a provável aceitação de produtos pelo consumidor nas fases iniciais de desenvolvimento do mesmo. Também pode ser utilizada quando se realiza alteração ou inclusão de ingredientes, bem como modificações nos processos, nas matérias, na embalagem, nas condições de armazenagem e no tempo de conservação dos alimentos.

## 2.2 EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA

### 2.2.1 Conceito

Segundo Jay (2005), Embalagem em Atmosfera Modificada é um processo hiperbárico que consiste em alterar a atmosfera da câmara ou da embalagem preenchendo-a com diferentes misturas de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e/ou O<sub>2</sub>. Ao utilizar uma EAM, objetiva-se prolongar o tempo de validade comercial do produto devido à alteração realizada no meio gasoso em contato com o alimento. Nesses casos, o gás mais utilizado como conservante é o dióxido de carbono.

Os métodos empregados com EAM são vários, não havendo ainda um consenso geral sobre as terminologias utilizadas. Os métodos mais empregados para aumentar os níveis de CO<sub>2</sub> e diminuir os níveis de O<sub>2</sub> são: a) Armazenamento hipobárico (baixa pressão), de utilização limitada; b) Embalagem a vácuo, muito utilizado em carnes vermelhas, consiste na retirada da maioria do ar de uma embalagem impermeável aos gases; c) Atmosfera modificada de equilíbrio, utilizada para frutas e vegetais frescos; d) Embalagem em Atmosfera Controlada (EAC), cuja composição de gases não altera durante a estocagem, com monitoração e controle contínuos; e) Embalagem em atmosfera modificada, cuja composição dos gases não pode ser alterada durante a estocagem (FELLOWS, 2006; JAY, 2005).

Na EAM a atmosfera que envolve o alimento é alterada, com preenchimento da embalagem com CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e/ou O<sub>2</sub>. Para o caso de carnes vermelhas, utiliza-se a EAM de alto teor de O<sub>2</sub>, podendo este gás estar presente em até 70%, sendo 20 a

30% de CO<sub>2</sub> e 0 a 20% de N<sub>2</sub>. Considera-se uma EAM de baixo teor de O<sub>2</sub> quando este está presente em até 10%, sendo 20 a 30% de CO<sub>2</sub> e o restante de N<sub>2</sub> (JAY, 2005).

As vantagens potenciais de EAM são: aumento do tempo de vida útil; aumento da armazenagem, com diminuição das perdas econômicas e aumento da logística de distribuição; menores custos devido aos menores números de entrega do produto; pouca ou nenhuma necessidade de conservantes químicos; boa apresentação dos produtos. As limitações resumem-se em: custo adicional; necessidade de controle de temperatura; necessidade de equipamentos especiais e treinamento de pessoal; embalagens maiores, aumentando o espaço do transporte e da exposição da mercadoria no varejo; abertura ou vazamento da embalagem implicam em perda dos benefícios; necessidade de estabelecer padrões de segurança dos alimentos em alguns casos (FELLOWS, 2006).

Os cuidados higiênicos para que a matéria-prima tenha baixa contagem bacteriana aliado a um rigoroso controle da temperatura ao longo do processo de produção e armazenagem são princípios fundamentais para o êxito da EAM (FELLOWS, 2006). Aliado à observação desses dois fatores fundamentais, deve-se levar em conta a especificidade da mistura gasosa em relação ao produto, as propriedades de barreira da embalagem e a eficiência do equipamento de acondicionamento (S/A, 2006).

O uso de EAM não substitui a estocagem refrigerada. Sua utilização deve ser realizada conjuntamente com a refrigeração, obtendo, assim, um efeito sinérgico entre a concentração de CO<sub>2</sub> e a temperatura na inibição do crescimento bacteriano (ibid, 2006).

### 2.2.2 Ação dos gases

Os gases mais utilizados em EAM, em diferentes concentrações e misturas, são CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. Essa variação está relacionada, principalmente, com o tipo de alimento a ser embalado (S/A, 2006).

O nitrogênio é um gás inerte e insípido, apresentando baixa solubilidade em água e gordura. Essas características fazem com que seja utilizado para substituir o oxigênio, inibindo a oxidação e o crescimento de fungos e bactérias aeróbios. É

também empregado como gás de preenchimento para prevenir o colapamento da embalagem (FELLOWS, 2006).

O dióxido de carbono dissolve-se em água e gordura, sendo mais solúvel em água fria que em quente. Em pescado, é absorvido pelos tecidos, ocorrendo diminuição do pH e aumento das perdas por gotejamento (FELLOWS, 2006). A ação inibitória do CO<sub>2</sub> sobre os microrganismos aumenta com a diminuição da temperatura, pois implica em maior solubilidade do CO<sub>2</sub> aliado à temperatura subótima de crescimento. Para carnes vermelhas as concentrações ótimas estão entre 20-30%, sendo que para frutos do mar essas concentrações podem ser maiores, pois os peixes contém baixas quantidades de mioglobina, não havendo alteração na coloração da carne. Em casos de pH ácido a inibição sobre os microrganismos aumenta, o que explica ser o CO<sub>2</sub> mais eficaz em carnes vermelhas frescas que em frutos do mar. O crescimento de *Photobacterium phosphoreum* e *Shewanella putrefaciens* em peixes diminui sua vida de prateleira (JAY, 2005)

O CO<sub>2</sub> possui maior efeito inibitório sobre bactérias Gram-negativas do que Gram-positivas. Dentre as mais sensíveis estão as *Pseudomonas* spp., e entre os mais resistentes estão os clostrídios. Durante o armazenamento prolongado com EAM, ocorre uma brusca variação na microbiota da carne, passando de uma predominância de Gram-negativos nos produtos frescos para uma predominância ou exclusividade de Gram-positivos. Também ocorre o retardo nas fases lag e log de crescimento bacteriano (JAY, 2005).

O O<sub>2</sub> é bastante utilizado na embalagem de carnes vermelhas, para manutenção da cor vermelha e inibição de bactérias anaeróbias deteriorantes. Sua limitação está relacionada com o desenvolvimento de muitos microrganismos deteriorantes e a oxidação de diversos componentes do alimento (S/A, 2006).

### 2.2.3 Características da embalagem

As funções da embalagem utilizada em EAM são: dar proteção ao produto contra contaminantes externos e agentes do meio ambiente bem como proteger contra danos mecânicos, garantindo a integridade do produto. Além disso, para o acondicionamento de carnes frescas, a embalagem deve apresentar baixa

permeabilidade ao vapor de água e a gases e boa soldabilidade (BOLDRIN et al., 2006; S/A, 2006).

Polímeros de alta barreira como “PVDC” (Policloreto de vinilideno), “EVOH” (Copolímero de Etileno e Álcool Vinílico) e PA (Poliamida) são os mais empregados para obtenção de impermeabilidade, porém alguns só possuem essa capacidade quando não há umidade (CRIPPA, 2006). Para garantir uma maior impermeabilidade, resistência e termoformação (esta última quando se utilizam bandejas), é que se empregam em EAM embalagens provenientes da tecnologia de co-extrusão. Esta permite a composição de polímeros em multicamadas, aumentando as características necessárias às embalagens em EAM. As estruturas co-extrudadas mais utilizadas em EAM são PS/PVDC/PEBD (Polietileno de Baixa Densidade), OS (Poliestireno)/EVOH/PEBD e PP(Polipropileno)/EVOH/PEBD. A estabilidade e rigidez são conferidas pelo PS ou PP, enquanto a barreira a gases é função do PVDC ou EVOH, já a soldabilidade é atributo do PEBD. (BOLDRIN et al., 2006).

Existem duas técnicas para se alcançar a alteração atmosférica no processo de embalagem: fluxo de gás e sistema de vácuo compensado. O primeiro consiste em uma troca do ar atmosférico pela mistura gasosa desejada. O segundo realiza uma evacuação do ar com posterior injeção da mistura gasosa, sendo este último mais econômico em função da menor perda de gás para o ambiente (BOLDRIN et al., 2006).

#### 2.2.4 Uso de embalagem em atmosfera modificada em pescado

Peixes mantidos em refrigeração têm, em geral, sua vida de prateleira aumentada de dois para 10 dias, quando se utiliza EAM. Em casos de peixes gordurosos, utiliza-se, em geral, 30-60% de CO<sub>2</sub>, 0 de O<sub>2</sub> e 40-70% de N<sub>2</sub>. Para os peixes brancos, em geral, preconiza-se 40-60% de CO<sub>2</sub>, 20-30% de O<sub>2</sub> e 0-30% de N<sub>2</sub> (FELLOWS, 2006).

Reddy et al. (1995) pesquisaram o efeito de diferentes temperaturas de estocagem (4, 8 e 16°C) sobre a validade comercial de filés de tilápia frescos embalados em atmosfera modificada, chegando à conclusão de que a temperatura de estocagem constitui um elemento importante na validade comercial de filés de

tilápia frescos EAM. Os efeitos benéficos de CO<sub>2</sub> em preservar filés de tilápia EAM decresceu significativamente a medida que a temperatura de estocagem aumentou de 4°C (refrigeração) para níveis abusivos (8 ou 16°C).

O efeito da atmosfera modificada sobre a validade comercial da tilápia minimamente processada e armazenada sob refrigeração (1±1°C) foi pesquisado por Soccol (2002). Os tratamentos utilizados foram: ar atmosférico, vácuo e E.A.M. 60/40 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> com filé de tilápia *in natura e acidificado*. As análises físico-químicas e microbiológicas foram efetuadas nos dias 1, 7, 13 e 20 de armazenagem. O pH não foi afetado significativamente pelos tratamentos, porém houve variação significativa pelo período de armazenamento. Os outros tratamentos tiveram uma variação de pH entre 5,9 e 6,5. No tocante à análise sensorial, os atributos cor, aroma, textura e aparência foram avaliados. Até o 20º dia de armazenamento os tratamentos foram considerados satisfatórios, com exceção dos tratamentos com ácido acético, E.A.M e E.A.M + ácido acético, o que levou o autor a concluir ser esse o período limite de validade para esse tipo de produto. A EAM associada ou não ao ácido acético apresentou valores mais elevados de ácido tiobarbitúrico, sendo detectada a presença de ranço pelos provadores.

A utilização de embalagem em atmosfera modificada com CO<sub>2</sub> em lombo de atum foi objeto de pesquisa de Souza (2004). Os valores de pH oscilaram, em geral, entre 5,6 e 5,8 até o 10º dia de estocagem. Até o 15º dia, os valores mantiveram certa constância, não ultrapassando 5,81. Apenas as amostras embaladas em aerobiose constituíram exceção, alcançando o valor máximo de 6,43 no 15º dia. Quanto à contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (BHAM), amostras em aerobiose apresentaram aumento a partir do sétimo dia de estocagem, enquanto as demais amostras também sofreram aumento significativo, porém mais tardiamente. O limite de 10<sup>7</sup>ufc/g foi ultrapassado no 17º dia de estocagem em amostras mantidas em vácuo e atmosfera com 40/60 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>.

Lopes et al. (2004), pesquisando o efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas, observaram que as embalagens enriquecidas com CO<sub>2</sub> (100%), CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 40/60 e CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 80/20 apresentaram maior capacidade de conservação deste alimento, quando comparadas com ar (100%) ou N<sub>2</sub> (100%). Estas últimas apresentaram o aumento progressivo na contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas a partir do quinto dia de armazenamento, chegando a 10<sup>7</sup>ufc/g no 11º dia, enquanto as embalagens com diferentes teores de

CO<sub>2</sub> aumentaram o tempo de duplicação bacteriana para cerca de 59 horas. Quanto ao pH, apenas as amostras contendo 100 % CO<sub>2</sub> mantiveram um valor constante, em torno de 6,65, enquanto os outros tratamentos apresentaram aumento durante todo o tempo de armazenagem. Apesar de não terem realizado análise sensorial das amostras, os autores alertam para a importância do estudo, por ser este um fator decisivo no consumo.

Morales e Negron<sup>3</sup> (1996, apud LOPES et al., 2004) detectaram um aumento considerável na contagem de bactérias mesófilas em filé de tilápia armazenado em 100% N<sub>2</sub> sob refrigeração. Pesquisando a validade comercial de filé de tilápia embalado em ar (100%), Kuang et al. (1998) observaram uma validade comercial de 10 dias.

Prentice e Sainz (2005) pesquisaram o efeito do uso de diferentes temperaturas sobre a deterioração de filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo. Para análise do padrão de qualidade do produto foram pesquisados os índices de BVT, TBA, peróxido e o pH. O pH final foi menor para os filés armazenados a 2°C quando comparados àqueles armazenados a 8°C. Os autores concluíram que as amostras embaladas a vácuo e mantidas a 2°C apresentam maior validade comercial (60 dias), que as mantidas a 8°C (45 dias), alertando que as amostras não embaladas a vácuo tornaram-se impróprias para consumo a partir do quinto dia de armazenamento.

O uso de EAM foi pesquisado em carne de pargo (*Pargus pargus*) por Salgado (2006) utilizando os tratamentos de 100% ar, vácuo, 40/60 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> e 100% CO<sub>2</sub>. O pH inicial foi de 6,11, mantendo-se em valores semelhantes para todos os tratamentos até o terceiro dia de estocagem. Após essa data, o pH do tratamento com 100% ar subiu rapidamente, alcançando os valores de 6,89 do 14° dia. Em todos os tratamentos com uso de CO<sub>2</sub> o pH manteve-se dentro dos limites da normalidade, variando entre 6,0 (80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) e 6,03 (100% CO<sub>2</sub>). Quanto à contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas, as amostras embaladas em 100% ar e vácuo apresentaram altas contagens desde o 1° dia de armazenagem (log 6,0 UFC/g), porém enquanto a primeira ultrapassou log 6,0 já no 2° dia de estocagem, a última somente o fez no 9° dia. Os tratamentos com CO<sub>2</sub> apresentaram resultados semelhantes entre si, sendo que a amostra com 100% CO<sub>2</sub>

---

<sup>3</sup> MORALES, W.; NEGRON, E. Shelf life of modified atmosphere-packaged smoked tilapia stored under refrigeration. *IFT Annual Meeting: book of abstracts*, p. 130, 1996.

somente ultrapassou log 5,0 UFC/g a partir do 5º dia de estocagem, demonstrando maior eficiência em retardar o crescimento bacteriano. Com base nesses e outros parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e histológicos analisados, a autora concluiu ser a EAM com 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> a mais indicada para uso na preservação da carne de pargo.

Uma das limitações do uso de EAM em pescado está relacionada com o risco potencial de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, cujos estudos ainda são incipientes e inconclusivos. Reddy et al. (1996) pesquisaram o desenvolvimento de toxinas de *Clostridium botulinum* tipo E em amostras de tilápia frescas embaladas em filmes de alta barreira com os seguintes tratamentos: 100% ar, vácuo e 75/25 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, todos estocados sob refrigeração a 4°C e temperaturas abusivas (8 e 16°C). O desenvolvimento de toxina não precedeu a deterioração sensorial em nenhum dos tratamentos e temperaturas pesquisados, sendo que a 4°C, as amostras tornaram-se tóxicas apenas 10 dias após a deterioração sensorial.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A seguir serão relacionados os materiais permanente e de consumo e os métodos de obtenção, processamento do pescado e análises físico-químicas e microbiológicas utilizados no presente experimento.

#### **3.1 MATERIAL PERMANENTE**

Geladeira Cònsul Praticce 300.

Autoclave vertical, marca Phoenix, capacidade 50 L modelo AV50.

Destilador, capacidade de 5 L/h, marca Biopar, modelo BD 5 L.

Balança de Precisão, eletrônica, microprocessada, marca Marte, máximo 2000 g, 0,01g, modelo AS2000.

Homogeneizador tipo liquidificador, com copo de alumínio de 500 mL, marca M Leonardo, modelo 3896-A.

Estufa bacteriológica marca Olidef modelo LINEA ECB-2.

Conta-colônias tipo Quebec marca Phoenix modelo CP602.

Peagômetro marca Quimis modelo Q400A.

Banho-maria com agitação, marca Nova Ética, modelo 500-3D.

Seladora a vácuo marca RBaião modelo 3927/0.

#### **3.2 MATERIAL DE CONSUMO**

Facas inox com cabo branco

Bandejas brancas de polietileno

Caixa de 80 litros para imersão dos peixes.

Embalagens plásticas de polietileno de alta barreira a gases.

Pipetas graduadas de 1 mL.

Placas de Petri de vidro.

Meio de cultura Agar Padrão para Contagem (APC) marca Merck®.

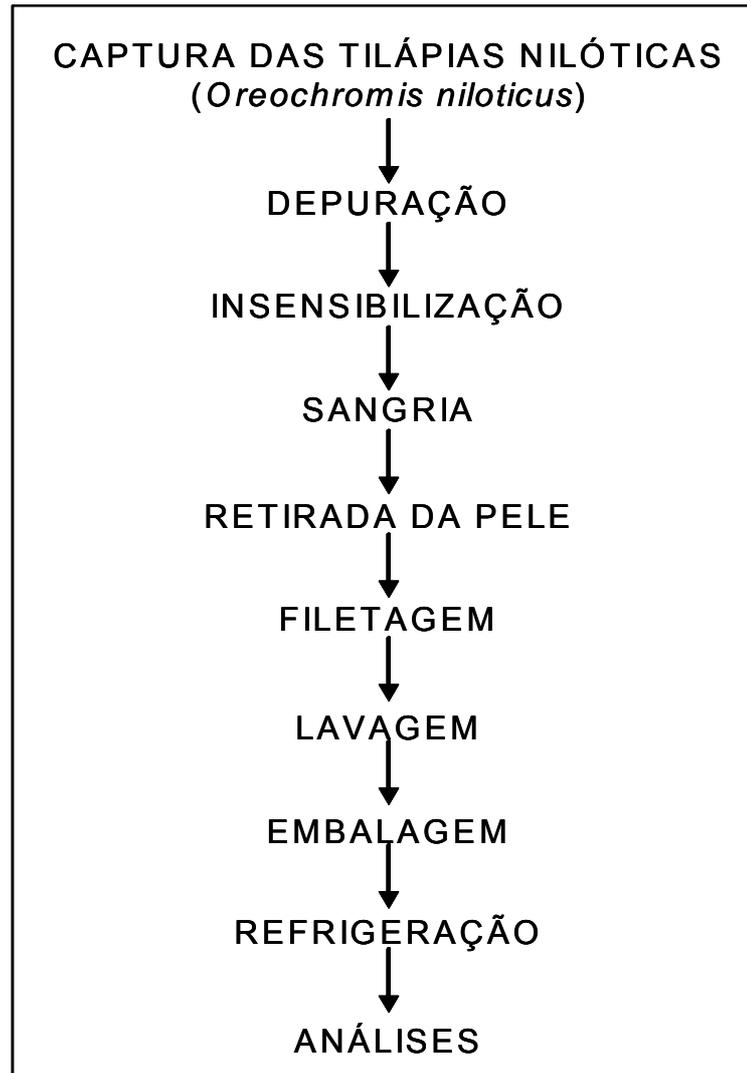
Solução de Trifeniltetrazolium (TTC).

Solução Salina Peptonada 0,1%.

Demais vidrarias e materiais empregados na rotina de um laboratório de microbiologia.

### 3.3 MÉTODOS

Os métodos empregados na presente pesquisa serão descritos a seguir, tendo como seqüência a obtenção da matéria-prima, o processamento do pescado e embalagem e as análises bacteriológica, físico-química e sensorial. A Figura 1 mostra o fluxograma da metodologia empregada no experimento.



**Figura 1.** Fluxograma detalhado da metodologia empregada na obtenção das amostras e realização do experimento com filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) embalados em atmosfera modificada.

### 3.3.1 Obtenção da matéria-prima

As tilápias foram retiradas do tanque de cultivo do CTAIBB, sendo transportadas vivas em recipiente com água para o setor de Piscicultura do Colégio, distante 200 metros do local de despesca, onde permaneceram durante vinte e quatro horas em tanques com renovação constante de água para depuração. As tilápias estavam padronizadas, pesando entre 400-450 gramas de peso vivo.

### 3.3.2 Processamento

As tilápias foram retiradas dos tanques de depuração e transferidas para caixas térmicas com água e gelo (temperatura em torno de 2°C) a fim de promover a insensibilização por choque térmico (Figura 2). A sangria foi realizada através de secção das brânquias, após o que o pescado foi transferido para outra caixa com água e gelo para manutenção de baixa temperatura da musculatura (Figura 3). Em seguida realizou-se lavagem com água clorada corrente, retirada da pele (Figuras 4 e 5) e filetagem (Figura 6). A filetagem foi realizada por um único manipulador, a fim de padronizar os filés, que pesaram, em média, 90 gramas. Todo o procedimento foi realizado no setor de Piscicultura, na área de abate e processamento de peixe.



**Figura 2.** Insensibilização de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) capturadas no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007 em água clorada e gelo com temperatura aproximada de 2°C.



**Figura 3.** Sangria de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) capturadas no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007 em água clorada e gelo com temperatura aproximada de 2°C.



**Figura 4.** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007: corte para retirada da pele.



**Figura 5.** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007: retirada da pele por arrancamento.



**Figura 6.** Processamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges em setembro de 2007: filetagem.



**Figura 7.** Filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) obtidos no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007.

### 3.3.3 Procedimentos de embalagem

Os filés, padronizados com peso em torno de 90 gramas, foram acondicionados em embalagem plástica de alta barreira aos gases e vapor de água no setor de Agroindústria do CTAIBB. Em seguida foram levados à termo-seladora a vácuo (Figura 8), onde se deu a formação dos quatro tratamentos descritos a seguir. O grupo controle foi embalado em 100% de ar atmosférico, com selagem da embalagem plástica. O segundo grupo foi embalado a vácuo, com retirada do ar atmosférico. Os outros dois grupos sofreram retirada do ar atmosférico seguido de injeção de gases, sendo as seguintes variações: 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>. Todos os tratamentos, após a embalagem, foram mantidos sob temperatura de refrigeração (5±1°C) durante 20 dias.



**Figura 8.** Termo-seladora a vácuo sendo utilizada para acondicionar em EAM os filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007.

### 3.3.4 Transporte das amostras

As amostras foram transportadas sob refrigeração acondicionadas em caixa térmica com gelo e, uma vez no laboratório, foram mantidas a temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise.

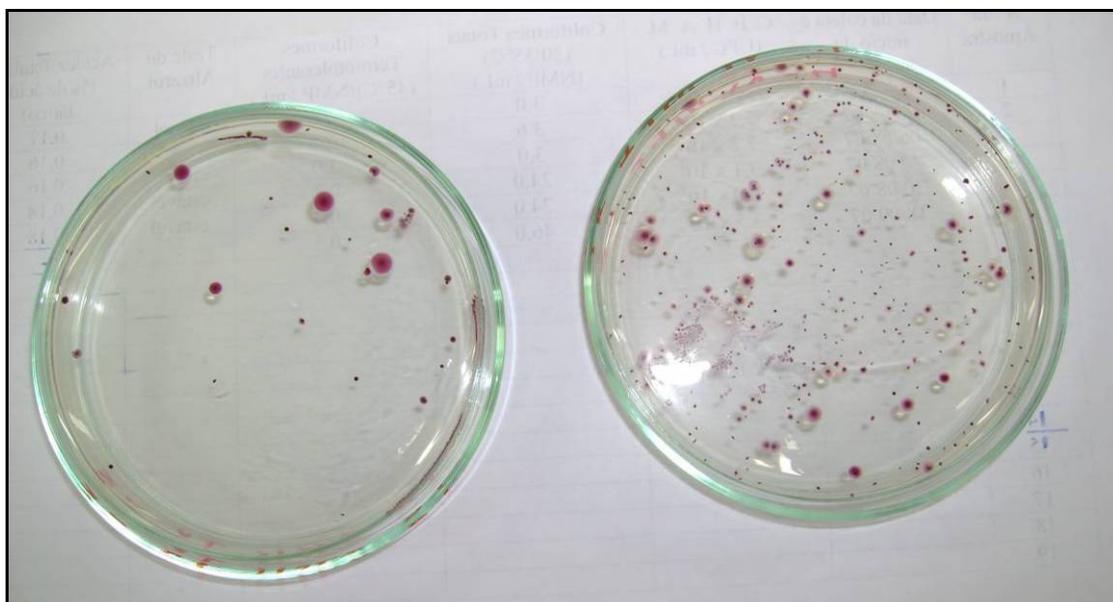
### 3.3.5 Análises

#### 3.3.5.1 Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas

Foram realizadas contagens de B.H.A.M. em triplicata de oito amostras durante todos os dias para o tratamento controle (100% de ar atmosférico) até a indicação sensorial de deterioração dos filés. Para os outros três tratamentos (vácuo, 50/50  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ , 100%  $\text{CO}_2$ ) as análises foram realizadas a cada 48 horas a

partir do dia zero (imediatamente após a embalagem) até a indicação sensorial de deterioração dos filés, utilizando-se 12 amostras.

A metodologia empregada para contagem foi do tipo “pour plate”, conforme recomendação da Instrução Normativa SDA N° 62 (BRASIL, 2003), utilizando o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (APC). Para facilitar a visualização das colônias, de modo a permitir clara diferenciação das mesmas com as fibras musculares do pescado, foi adicionado ao meio uma solução de 0,5% de 2,3,5 cloreto de trifeniltetrazolium (TTC), que confere cor vermelha às colônias (Figura 9). Esta solução foi adicionada numa proporção de 1 mL para cada 100 mL de meio.



**Figura 9.** Colônias vermelhas de bactérias aeróbias heterotróficas mesófilas desenvolvidas em APC adicionado de TTC: contagem a partir de amostra de filé de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) estocada sob refrigeração a 5°C no Colégio Técnico Agrícola Idelfonso Bastos Borges em setembro de 2007.

Foram pesados 25 g da amostra em uma balança de precisão, acrescentando-se 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, a fim de realizar a diluição  $10^{-1}$ . Em um copo estéril de homogeneizador tipo liquidificador procedeu-se a homogeneização da amostra. A diluição seguinte ( $10^{-2}$ ) foi obtida a partir de adição de 1 mL do homogeneizado em 9 mL de solução salina peptonada 0,1%. As diluições seguintes seguiram o mesmo modelo. Em seguida retirou-se de cada diluição 1 mL, sendo vertido para o interior de uma placa de petri estéril vazia. O

meio adicionado de TTC foi vertido em seguida, utilizando-se em torno de 15 mL. A homogeneização se deu em cinco rotações no sentido horário e cinco rotações no sentido anti-horário, após o que esperou-se a completa solidificação do meio, antes de incubar, em aerobiose, as placas invertidas em estufa a  $36\pm 1^\circ\text{C}$ . A leitura ocorreu após 48 h, utilizando-se um conta-colônia tipo Quebec. O resultado da contagem foi expresso em UFC/g.

#### 3.3.5.2 *Análise de pH*

A análise de pH foi realizada pelo método potenciômetro, utilizando um peagômetro, sendo o eletrodo inserido em homogeneizado da amostra diluída em solução salina peptonada 0,1% (BRASIL, 1981). A análise de pH foi realizada paralelamente a cada contagem bacteriológica.

#### 3.3.5.3 *Análise sensorial*

A análise sensorial foi realizada por três painelistas não treinados, instruídos a avaliar os filés de tilápia nos diversos tratamentos por aspecto, cor e odor após a abertura da embalagem das amostras. As embaladas em atmosfera modificada somente foram avaliadas após a eliminação dos gases, de maneira a não interferir no odor.

Na avaliação das amostras empregaram-se as seguintes categorias, adaptadas pelo autor a partir do trabalho de Salgado (2006), com suas respectivas particularidades: “Característica” – firmes, elásticos, de coloração translúcida, uniforme e brilhante, odor característico; “Ligeiramente alterada” – coloração amarelo esbranquiçada e consistência friável; “Discreta” – coloração amarelo esbranquiçada, acúmulo de líquido translúcido dentro da embalagem, consistência friável; “Moderada” – coloração amarelo esbranquiçada, acúmulo de líquido translúcido dentro da embalagem, consistência friável, odor desagradável, e; “Intensa” – coloração esbranquiçada, consistência flácida, odor desagradável, consumidor não compraria.

Os filés foram considerados deteriorados quando tinham aparência limosa e descolorida, com forte odor, sendo considerados impróprios para consumo humano.

#### 3.3.5.4 *Análise estatística*

Os resultados, tanto bacteriológicos, de pH e sensoriais foram tratados estatisticamente através de uma análise descritiva simples, onde foi realizado um estudo comparativo com utilização de tabelas e figuras.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS AERÓBIAS MESÓFILAS

Os resultados das contagens realizadas nas amostras embaladas nos diversos tratamentos estão apresentados na Tabela 1.

No dia zero, a C.B.H.A.M. variou de log 2,6 a log 3,6 UFC/g entre os diversos tratamentos, sendo a menor contagem no tratamento de EAM com vácuo e a maior no tratamento com 100% CO<sub>2</sub>. Os resultados iniciais apresentam uma contagem menor que as encontradas em trabalhos realizados com filé de tilápia por Reddy et al. (1994; 1995), cujos resultados foram log 4,3 e log 5,1, respectivamente. Essa diferença pode ser explicada, provavelmente, pelo método de captura, transporte e processamento do pescado.

As contagens do grupo controle (100% de ar) cresceram gradativamente, atingindo a maior contagem de log 8,1 UFC/g no 6° dia de estocagem, conforme pode ser observado mais claramente na Figura 10. Esses dados corroboraram os achados de Reddy et al. (1994), que afirmaram serem contagens bacterianas de log 7,5 UFC/g ou mais geralmente características de deterioração dos filés de tilápia. Em seu trabalho, a contagem bacteriana de aeróbios em filés embalados em 100% de ar aumentou com o tempo de estocagem, alcançando o máximo no 10° dia de estocagem, quando a análise sensorial apresentava indicação de deterioração. Reddy et al. (1995) detectaram a mesma relação entre aumento na contagem bacteriana com aumento do tempo de estocagem em filés embalados em 100% de ar em todas as temperaturas pesquisadas (4, 8 e 16°C), chegando a atingir um máximo de 8,0 log UFC/g no dia da deterioração sensorial, que variou entre o dia 9-13; 6-9 e 3-6 dias, respectivamente. A validade comercial de filé de tilápia embalado

em ar (100%) foi de 10 dias segundo Kuang et al. (1998). Apesar da contagem do presente trabalho indicar resultados semelhantes aos dos pesquisadores, observou-se diferença no tempo de deterioração. A ausência de um padrão constante de temperatura no refrigerador pode ser uma das causas que expliquem o decréscimo do crescimento bacteriano encontrado no sétimo dia no tratamento 100% ar.

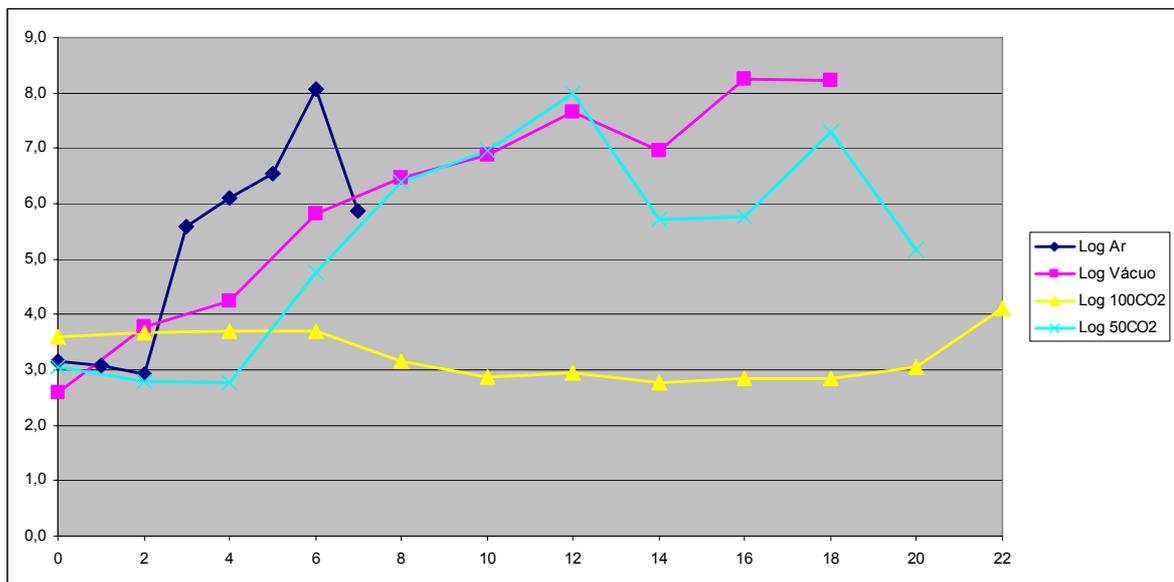
**Tabela 1.** Valores médios dos logaritmos das contagens de bactérias mesófilas nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias.

DIA	ATMOSFERA			
	AR (100%)	VÁCUO	50/50 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>
0	3,1	2,6	3,0	3,6
1	3,1	-	-	-
2	2,9	3,8	2,8	3,7
3	5,6	-	-	-
4	6,1	4,2	2,8	3,7
5	6,5	-	-	-
6	8,1	5,8	4,7	3,7
7	5,9	-	-	-
8	-	6,5	6,4	3,1
10	-	6,9	7,0	2,9
12	-	7,7	8,0	2,9
14	-	7,0	5,7	2,8
16	-	8,3	5,8	2,8
18	-	8,2	7,3	2,9
20	-	-	5,2	3,0
22	-	-	-	4,1

O tratamento com embalagem a vácuo também apresentou contagens bacteriana crescentes em conformidade com o aumento do tempo de estocagem, atingindo log 7,7 UFC/g no 12° dia de estocagem e um máximo de log 8,3 UFC/g no 16° dia de estocagem.

Os filés de tilápia embalados com 50% CO<sub>2</sub> apresentaram aumento na contagem de aeróbios a partir do 6° dia de estocagem, com aumento constante até o 12° dia, quando chegou a atingir log 8,0 UFC/g, decaindo em seguida para log 5,7 no 14° dia, quando tornou a crescer até o 18° dia (log 7,3), alcançando log 5,2 UFC/g no 20° dia de estocagem.

A contagem bacteriana dos filés de tilápia embalados em 100% de CO<sub>2</sub> apresentou pequena variação durante todo o período de estocagem (22 dias), sendo a que se manteve mais constante, conforme se observa na Figura 10. Até o 6° dia a contagem ficou entre log 3,6 e 3,7 UFC/g, para, a partir daí, decrescer até log 2,8 no 16° dia, quando tornou a aumentar, chegando a log 4,1 no 22° dia. Esse pequeno crescimento bacteriano também foi encontrado por Reddy et al. (1994) em amostras de filés embalados com 75% CO<sub>2</sub>:25% N<sub>2</sub> nos 10 primeiros dias de estocagem, sendo que as maiores contagens atingiram log 8,5 no 27° dia de estocagem. Os autores detectaram que maiores concentrações de CO<sub>2</sub> resultaram em menor crescimento tanto de microrganismos aeróbios quanto de anaeróbios durante os 30 dias de estocagem, atribuindo esse resultado à inibição do CO<sub>2</sub> e a presença de baixos níveis de O<sub>2</sub>, o que parece ter influenciado também os resultados da presente pesquisa. Após 6 dias de estocagem, a contagem de aeróbios mesófilos em filés com 100% de ar foi log 4,4 UFC/g maior que aquelas embaladas em 100% CO<sub>2</sub>.



**Figura 10.** Representação gráfica dos valores médios dos logaritmos das contagens de bactérias mesófilas nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5°C ± 1) durante 22 dias.

A contagem de B.H.A.M. foi um dos parâmetros utilizados para avaliar o efeito do dióxido de carbono sobre a conservação e aumento da validade comercial de carne de rã a 5°C em pesquisa realizada por Conte-Júnior et al. (2003). Com relação

à contagem bacteriana, apenas as amostras embaladas em 100% CO<sub>2</sub> apresentaram inibição das bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, atingindo aproximadamente 7,0 log UFC/g apenas no 17º dia de estocagem. A presente pesquisa também apresentou o tratamento 100% CO<sub>2</sub> como sendo o mais eficiente no controle de crescimento bacteriano, apresentando, porém, durante todo o tempo de estocagem contagens bacterianas menores que a dos demais autores trabalhando com EAM com altas concentrações de CO<sub>2</sub> em pescado. Uma possível explicação pode estar na obtenção e processamento da matéria-prima, havendo um curto tempo entre despesca e abate, além de um rigoroso controle de higiene no abate e manipulação. O mesmo procedimento muitas vezes não pode ser realizado em outros experimentos, principalmente quando se trata de pescado marinho, cuja obtenção procede de barcos pesqueiros, não se podendo controlar o procedimento de abate. Com isso, a microbiota inicial do pescado já interfere nas contagens posteriores das amostras em EAM.

#### 4.2 ANÁLISE DE pH

Os resultados do pH obtido nas amostras embaladas nos diversos tratamentos estão apresentados na Tabela 2.

O pH dos filés de tilápia embalados em 100% de ar decresceram de 6,53 para 6,19, apresentando uma variação de 0,34 nos sete dias de estocagem. Esses resultados encontram-se em desacordo com Reddy et al. (1994), que encontraram pH de superfície de 6,22 para filés de tilápia fresco, detectando um aumento acima de 6,6 após nove dias de estocagem nos filés embalados em 100% de ar. O pH inicial encontrado por Soccol (2002) para o mesmo tratamento de filé de tilápia foi de 6,5, atingindo 6,6 a partir do 13º dia. Uma possível explicação para essa diferença pode estar na metodologia empregada para medição de pH, tendo Reddy et al (1994) empregado eletrodos de inserção diretamente nos filés, enquanto Soccol (2002) detectou o pH a partir de um homogeneizado de músculo e água destilada na proporção 1:1.

**Tabela 2.** Valores médios de pH nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5°C±1) durante 22 dias.

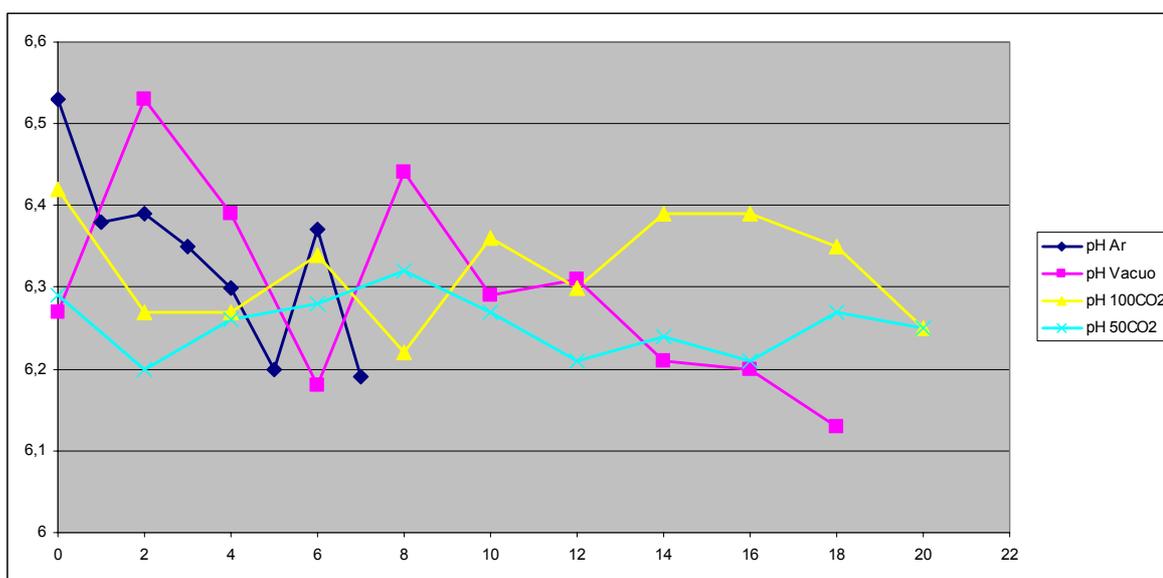
DIA	ATMOSFERA			
	AR (100%)	VÁCUO	50/50 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>
0	6,53	6,27	6,42	6,29
1	6,38	-	-	-
2	6,39	6,53	6,27	6,20
3	6,35	-	-	-
4	6,30	6,39	6,27	6,26
5	6,20	-	-	-
6	6,37	6,18	6,34	6,28
7	6,19	-	-	-
8	-	6,44	6,22	6,32
10	-	6,29	6,36	6,27
12	-	6,31	6,30	6,21
14	-	6,21	6,39	6,24
16	-	6,20	6,39	6,21
18	-	6,13	6,35	6,27
20	-	-	6,25	6,25
22	-	-	-	-

O tratamento a vácuo partiu de um pH de 6,27 chegando a 6,53 no 3° dia. Foi o que apresentou a maior variação entre todos os tratamentos, seja com relação ao período de estocagem seja entre os valores de pH, cuja variação chegou a 0,40, atingindo o menor pH (6,13) no 18° dia de estocagem.

O pH inicial do tratamento 50% CO<sub>2</sub>:50% N<sub>2</sub> foi de 6,42, enquanto o de 100% CO<sub>2</sub> foi de 6,29. Ambos apresentaram pequena variação decrescente de pH durante todo o período de estocagem, sendo de 0,12 e 0,17, respectivamente, atingindo os dois tratamentos o pH de 6,25 no 20° dia de estocagem. A Figura 11 permite observar a menor variação de pH nos filés de tilápia embalados em 50% CO<sub>2</sub>:50% N<sub>2</sub>.

Reddy et al. (1994) encontraram no dia de deterioração de filés com 50% CO<sub>2</sub>:50% N<sub>2</sub> valores de pH de superfície ligeiramente maiores que os valores iniciais (0,07), ao contrário da presente pesquisa, cujo tratamento idêntico apresentou valores menores (0,12). Quando a concentração de CO<sub>2</sub> aumentou para 75% (75% CO<sub>2</sub>:25% N<sub>2</sub>), os autores detectaram que o pH de superfície dos filés diminuiu 0,22 após 30 dias de estocagem.

Os resultados encontrados para valores de pH por Conte-Júnior et al. (2003) em carne de rã embalada em 100% ar e em EAM com CO<sub>2</sub> estocadas a 5°C foram semelhantes à presente pesquisa: o pH diminuiu na maioria das amostras, caindo de 6,4 para 5,4 a 6,2, até o final da estocagem. Apenas as amostras embaladas em ar atmosférico apresentaram pH 6,6. Esse foi um dos parâmetros utilizados pelos autores para indicar a utilização de 100% CO<sub>2</sub> para conservação de rãs em embalagens modificadas.



**Figura 11.** Representação gráfica dos valores médios de pH nas amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5°C±1) durante 22 dias.

Várias hipóteses têm sido levantadas por diversos autores acerca da diminuição do pH em pescado embalado em EAM. Para Reddy et al. (1995) a dissolução do CO<sub>2</sub> na parte aquosa da musculatura do pescado está relacionada com a diminuição do pH. Segundo Debevere e Boskou (1996), a difusão do CO<sub>2</sub> no músculo do pescado induz a produção de BNVT, estabilizando o pH e impedindo seu aumento. Para Parkin et al. (1981) e Scott et al. (1986), a dissolução do CO<sub>2</sub> na musculatura do pescado ocorre principalmente na forma de bicarbonato e íons de hidrogênio, induzindo um decréscimo inicial do pH quando este está próximo de 6,0. A diminuição do pH devido à presença de ácido láctico por ação de *Lactobacillus* é a hipótese levantada por Gray et al. (1983). Para estes autores o ácido láctico seria o

responsável pela inibição do crescimento de bactérias deteriorantes causadoras de odores.

Na presente pesquisa não foi detectada relação entre os valores de pH, a contagem bacteriana e a deterioração sensorial do pescado. Miller e Brown (1984) afirmaram que o pH não pode ser usado como índice seguro de estado de frescor, ou de início de deterioração do pescado. Também Reddy et al (1994) não conseguiram relacionar os valores de pH dos filés de tilápia com sua deterioração.

#### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados obtidos na análise sensorial podem ser visualizados na Tabela 3.

No dia zero os filés apresentaram-se com coloração rósea, brilhante, aspecto firme e elástico, com odor característico da espécie.

**Tabela 3.** Avaliação sensorial do estado de degradação de amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias.

DIA	ATMOSFERA			
	AR (100%)	VÁCUO	50/50 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>
0	Característica	Característica	Característica	Característica
1	Característica	-	-	-
2	Característica	Característica	Característica	Característica
3	Característica	-	-	-
4	Característica	Característica	Característica	Característica
5	Ligeiramente alterada	-	-	-
6	Ligeiramente alterada	Característica	Característica	Característica
7	Moderada	-	-	-
8	Intensa	Ligeiramente alterada	Discreta	Discreta
10	-	Ligeiramente alterada	Discreta	Discreta
12	-	Discreta	Discreta	Discreta
14	-	Discreta	Discreta	Discreta
16	-	Moderada	Moderada	Discreta
18	-	Intensa	Moderada	Discreta
20	-	-	Intensa	Intensa
22	-	-	-	Intensa

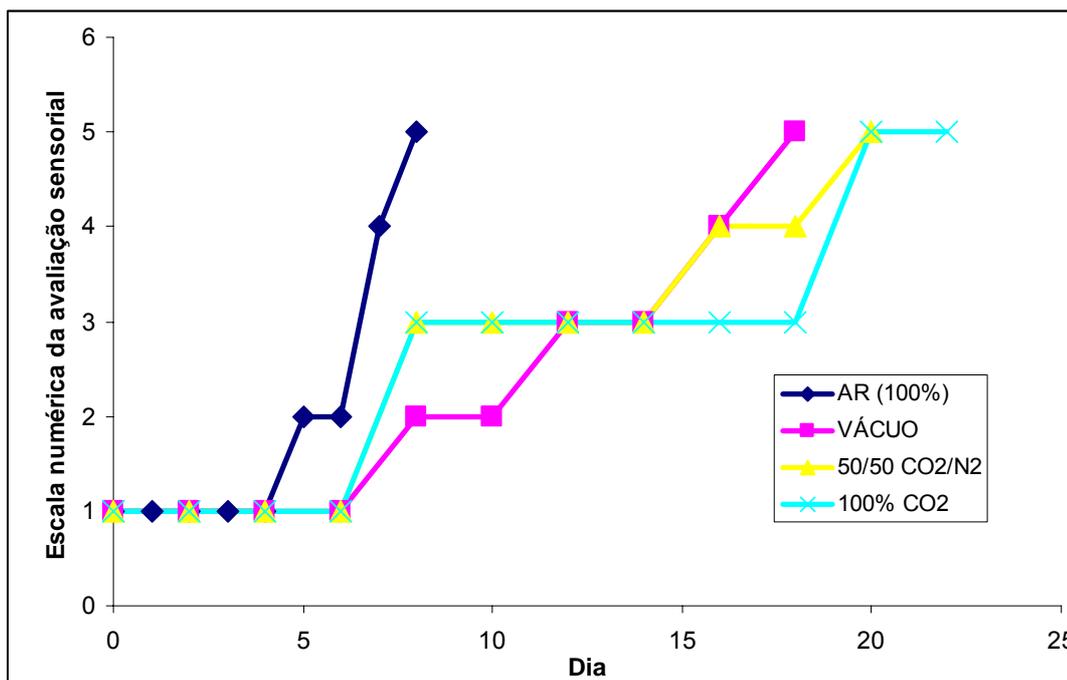
Característica – firmes, elásticos, de coloração translúcida, uniforme e brilhante, odor característico;  
Ligeiramente alterada – coloração amarelo esbranquiçada e consistência friável.

Discreta – coloração amarelo esbranquiçada, acúmulo de líquido translúcido dentro da embalagem, consistência friável.

Moderada – coloração amarelo esbranquiçada, acúmulo de líquido translúcido dentro da embalagem, consistência friável, odor desagradável.

Intensa – coloração esbranquiçada, consistência flácida, odor desagradável, consumidor não compraria.

Para melhor expressar os resultados obtidos na Tabela 3, converteram-se numericamente os atributos da referida Tabela como se segue: Característico – 1; Ligeiramente alterado – 2; Discreto – 3; Moderado – 4; Intenso – 5. Com estes valores confeccionou-se a Figura 12, na qual se pode observar a evolução da avaliação sensorial das amostras.



**Figura 12.** Evolução numérica da avaliação sensorial do estado de degradação de amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (100% ar, vácuo, 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias.

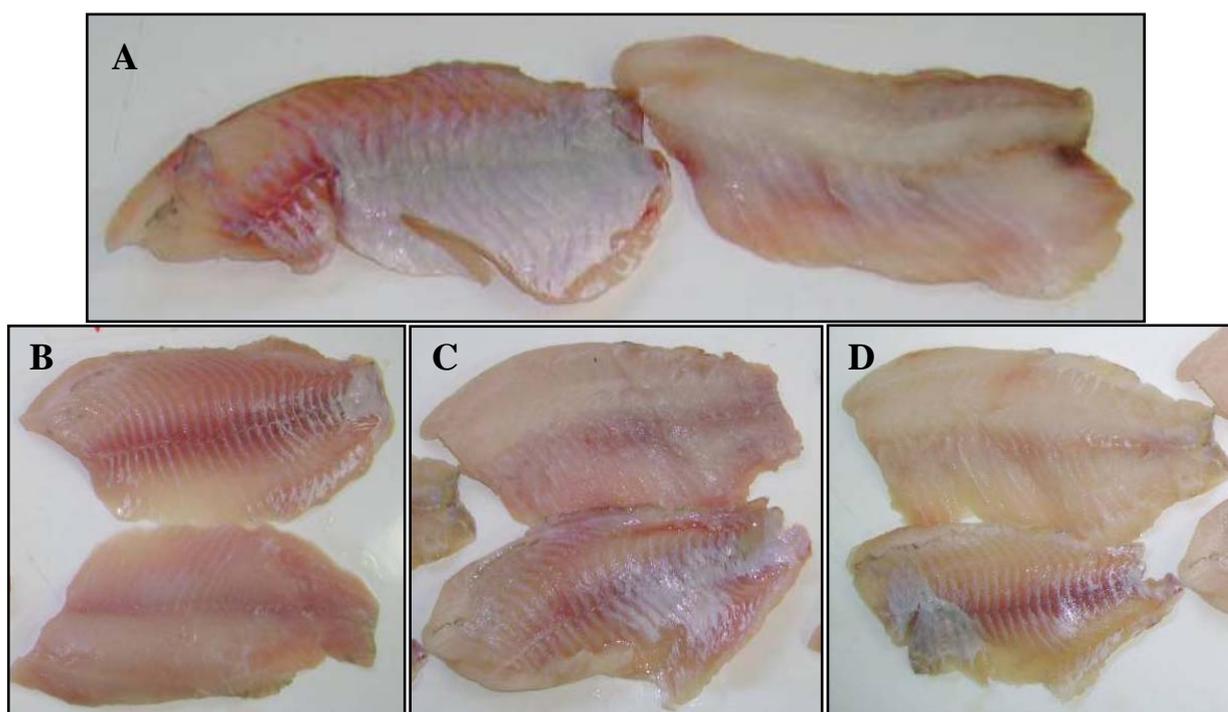
De acordo com as análises sensoriais realizadas por Reddy et al. (1994), os filés de tilápia embalados com 100% de ar se deterioravam após nove dias de estocagem. Entretanto, em estocagem a 4°C, os filés de tilápia com EAM mantiveram sua aceitação sensorial, com base nas características de odor, por mais de 25 dias.

Salgado (2006) detectou uma aparente flacidez em amostras de pargo (*Pargus pargus*) embaladas em atmosfera modificada com altos teores de CO<sub>2</sub> (80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> e 100% CO<sub>2</sub>) após 12 dias de estocagem a 4°C, estando os outros parâmetros sensoriais considerados normais. A autora aponta como explicação para essa alteração na textura uma diminuição na capacidade de retenção de água pelas miofibrilas causada pelo excesso de CO<sub>2</sub>, o que ocasionaria um gotejamento “drip” e perda de turgidez nas fibras. Tal hipótese é reforçada pela detecção de líquido extracelular desprendido nos cortes histológicos das amostras em questão.

O mesmo problema foi detectado no presente trabalho, com apresentação de um exsudato de coloração variável e alteração na consistência da carne em todos os tratamentos. A partir do 14º dia de estocagem o exsudato “drip” do tratamento com

50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> foi menos transparente que no 100% CO<sub>2</sub>. O vácuo teve melhor textura que os tratamentos com CO<sub>2</sub>. Só o 100% CO<sub>2</sub> não apresentou odor desagradável durante todo o tratamento. No 16º dia de estocagem o exsudato apresentado pelo tratamento 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> estava mais turvo, mais sanguinolento, aspecto também observado no tratamento a vácuo. Já o tratamento com 100% CO<sub>2</sub> apresentou exsudato translúcido.

Observou-se alteração significativa no atributo cor nos filés com tratamento com CO<sub>2</sub> como pode ser observado na Figura 13. A coloração amarelo esbranquiçada pode representar uma depreciação considerável para o consumidor, que pode não considerar os filés nessa embalagem com seu total frescor, rejeitando o produto, apesar de suas condições tecnológicas e higiênicas dentro dos padrões de normalidade.



**Figura 13.** Diferença de coloração entre os filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em aerobiose (A), a vácuo (B), 50/50 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> (C) e 100% CO<sub>2</sub> (D) e armazenados em refrigeração (5±1°C) durante 22 dias.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÃO

Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que:

- a utilização da embalagem em atmosfera modificada (EAM) em filés de tilápia aumentou seu prazo comercial em relação à embalagem em aerobiose;
- dentre as EAM empregadas, apesar das maiores contagens bacterianas obtidas na embalagem a vácuo, este foi o tratamento que manteve o atributo cor por maior período de tempo dentro dos parâmetros normais;
- a utilização da EAM com CO<sub>2</sub>, apesar de ter aumentado o prazo comercial dos filés de tilápia, estes apresentaram alteração sensorial com o tempo de estocagem, induzindo a uma significativa modificação de cor que, possivelmente, poderá afetar a aceitação pelo consumidor, e;
- a EAM com 100%CO<sub>2</sub> apresentou melhores resultados no aumento da dos filés de tilápia estocados a 5±1°C, mantendo a contagem de bactérias aeróbias mesófilas e valores de pH em níveis aceitáveis durante todo o período de experimentação.

Sugere-se, de acordo com as conclusões acima e com apoio na literatura compulsada, que:

- novos estudos sejam realizados no sentido da utilização de diferentes concentrações ou misturas de gases na conservação dos filés de tilápias que minimizem a variação na coloração da musculatura. Neste sentido, seria conveniente que seja dada ênfase, sem detrimento das análises físico-químicas e microbiológicas, para as análises sensoriais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLDRIN, M.C.F/ SILVEIRA, N.F.A.; SILVEIRA, E.T.F. O uso de embalagem com atmosfera modificada com ênfase em carne de aves. *Avicultura industrial-Caos tributário*, Itu, SP: Gessulli, v. 97, n.1147, p. 36-43, 2006.

BRASIL, 2008.

BRASIL. Decreto nº 30691 de 29 de março de 1952, alterado pelo decreto nº 1255 de 25 de junho de 1962, nº 1236 de 02 de setembro de 1994, nº 1812 de 08 de fevereiro de 1996 e nº 2244 de 04 de junho de 1997. *Aprova o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal* – RIISPOA. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 de julho de 1952.

BRASIL. Instrução Normativa SDA (Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário), nº 62, de 26 ago 2003. *Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas e para controle de produtos de origem animal e água*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. II Métodos Físico Químicos. Brasília, DF, 1981, 123p.

CHAVES, 1993.

CONTE-JÚNIOR, C.A.; KALLER, L.; OLIVEIRA, C.M.; PARDI, H.S.; MANO, S. Efeito do dióxido de carbono na conservação e aumento da validade comercial de carne de rã (*Rana catesbeiana*). *Revista Higiene Alimentar*. v.17, p.40 – 41, 2003.

CRIPPA, A. *Estudo do desempenho de filmes multicamadas em embalagens multiformadas*. Curitiba, 2006. 136 f. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006

DEVEBERE, J.; BOSKOU, G. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA- producing microflora of cod fillets. *International Journal of Food Microbiology*, v. 31, n.1/3, p. 221-229, 1996.

FELLOWS, P.J. *Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FIPERJ, 2008.

GRAY, R.J.H.; HOOVEE, D.G.; MUIR, A.M. Attenuation of microbial growth on modified atmosphere-packaged fish. *Journal of Food Protection*, v. 46, n. 7, p. 610-613, 1983.

JAY, J.M. *Microbiologia dos Alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KUANG, H.L.; CHI, C.Y.; CHYI, S.L.; CHAU, J.C.; Effect of modified atmosphere packaging on shelf-life, chemical properties and color changes of fresh tilapia fillets. *Food Science – Taiwan*, v. 25, p. 477-489, 1998.

LOAIZA, J.F.U. *Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de carne de rã (Rana catesbiana) estocada sob refrigeração e congelamento*. Viçosa, 1996. 112 f. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

LOPES, M.M.; MÁRSICO, E.T.; SOBREIRO, L.G.; SILVA, L.P. CONTE-JÚNIOR, C.A.; PARDI, H.S.; MANO, S.B. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 99, n. 552, p. 207-210, 2004.

MILLER, S.A.; BROWN, W.D. 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, 1984.

MORALES, 1994.

PARKIN, K.L.; WELLS, M.J.; BROWN, W.K. Modified atmosphere storage of rockfish fillets. *Journal of Food Science*, v. 47, n. 1, p. 181-184, 1981.

PEIXOTO, M.T.D. *Produção Intensiva de Tilápias*. 2007. In: VII Seminário de Aves e Suínos – AveSui Regiões 2007; III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, 10, 11, 12 abr 2007. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod\\_publicacao=991](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=991) Acesso em: 03 abr. 2008.

PRENTICE, C.; SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, v. 25, n.1, p. 127-131, 2005.

REDDY, N.R.; PARADIS, A.; ROMAN, M.G.; SOLOMON, H.M.; RHODEHAMEL, E.J. Toxin development by *Clostridium botulinum* in modified atmosphere-packaged fresh tilapia fillets during storage. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 3, p. 632-635, 1996.

REDDY, N.R.; SCHREIBER, C.L.; BUZARD, K.S.; SKINNER, G.E.; ARMSTRONG, D.J. Shelf life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *Journal of Food Science*, v. 59, n. 2, p. 260- 264, 1994.

REDDY, N.R.; VILLANUEVA, M.; KAUTTER, D.A. Shelf life of modified-atmosphere-packaged fresh tilapia fillets stored under refrigeration and temperature-abuse conditions. *Journal of Food Protection*, v. 58, n. 8, p. 908-914, 1995.

S/A. Atmosfera modificada / Atmosfera controlada. Disponível em: [www.furg.br/portaldeembalagens/quatro/atm\\_modific.html](http://www.furg.br/portaldeembalagens/quatro/atm_modific.html) Acesso em: 14 nov 2006.

SALGADO, R.L. *Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de pargo (Pargus pargus)*. Niterói, 2006, 67 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

SCOTT, D.N.; FLETCHER, G.C.; HOGG, M.G. Storage of snapper fillets in modified atmospheres at -1°C. *Food Technology Australia*, v. 38, p. 234-238, 1986.

SEAP – SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA. *Aqüicultura no Brasil*. Disponível em: [http://www.presidencia.gov.br/estrutura\\_presidencia/seap/aqui/](http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/aqui/) Acesso em: 09 março 2008.

SOCCOL, M. C.H. *Otimização da validade comercial da tilápia cultivada (Oreochromis niloticus), minimamente processada e armazenada sob refrigeração*. Piracicaba, 2002, 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SOUZA, W.G. *Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de lombo de atum (Thunnus albacares)*. Niterói, 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

SUSSEL, F.R. *Para onde vai a tilápia*. 2007. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/tilapia.pdf>. Acesso em: 09 março 2008.

VIEIRA, R.H.S.F. (coord.). *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática*. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)