

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
"Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP  
Departamento de Alimentos e Nutrição

**Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com  
antioxidantes naturais**

*Gisele Larosa*

Araraquara / SP  
Abril - 2011

*GISELE LAROSA*

# DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO CÁRNEO DE TILÁPIA COM ANTIOXIDANTES NATURAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do grau de Doutor em Alimentos e Nutrição, área de Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho

ARARAQUARA / SP  
Abril - 2011

### **Ficha Catalográfica**

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas  
UNESP – Campus de Araraquara

Larosa, Gisele

L331d            Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais  
/ Gisele Larosa. – Araraquara, 2011  
93 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: Maria Regina Barbieri de Carvalho

1. Oxidação lipídica. 2. Carne mecanicamente separada. 3. Armazenamento. I. Carvalho, Maria Regina Barbieri, orient.. II. Título.

**CAPES: 50700006**

## Banca Examinadora

---

**Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho (FCAV / UNESP)**

**ORIENTADORA**

**Membros:**

---

**Prof. Dr. José Paschoal Batistuti (FCFAR / UNESP)**

---

**Profa. Dra. Maria da Penha Longo Mortatti Catanozi (FCFAR / UNESP)**

---

**Dra. Rose Meire Vidotti (Instituto de Pesca de São Paulo)**

---

**Profa. Dra. Lea Silvia Santana (DGTA - FCA / UNESP)**

***Dedico esse trabalho:***

À minha mãe *Maria José* por ter me dado muito amor e educação, além de incentivar, acreditar e investir nos meus estudos desde sempre,

Ao meu primo *Francisco Luiz Travaini* (“*Chico*”), o primeiro Engenheiro de Alimentos que conheci, que abriu-me os olhos para essa profissão... *in memoriam*,

Ao meu fraterno amigo *Ms Volnei Fernandes Alves*, sempre presente com suas orientações e sabedoria.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida,

À Profa Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho pela orientação competente e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação demonstrada,

À Dra. Rose Meire Vidotti, cujo auxílio foi extremamente valioso para a execução desse projeto,

Ao grupo frigorífico Brazilian Fish e todos os seus funcionários solícitos, que foram imprescindíveis para a elaboração das amostras. Ao estagiário Thiago, pela disposição e assistência demonstrada,

Ao Profo Dr. José Carlos Barbosa pelo auxílio no delineamento experimental e análise estatística,

À assistente acadêmica Tânia Mara Azevedo de Lima pelo incentivo em todos os momentos, fundamental na realização desse trabalho,

Aos professores Dr. Pedro Alves de Souza e Dra. Hirasilva Borba pelas facilidades oferecidas na realização das análises no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal – FCAV / UNESP – Jaboticabal,

À Ana Stela Rossato pelo companheirismo e troca de experiência durante as análises em laboratório,

Aos professores participantes da banca examinadora pelas sugestões fundamentais para esse trabalho,

À toda minha família e aos amigos verdadeiros, por fazerem parte da minha vida: minhas irmãs Giovana (*in memoriam*), Gláucia e sobrinhos João Marcos e Julia, cunhado Alexandre, Eliana e Patrícia, Cláudia e Rafael, *Flunk*, afilhado André, Marcos Garcia, grupo PeregrinosRP, Comunidade Neocatecumenal, por dever e gratidão agradeço a convivência com todos, são AMIGOS e exemplos diversos de fraternidade, acolhida, respeito, ética, caridade e amor ao próximo,

À Direção, funcionários, docentes e meus queridos alunos da Escola Técnica Estadual Dr. Adail Nunes da Silva, Taquaritinga-SP, pela convivência harmoniosa, compreensão e amizade durante a realização desse trabalho,

Aos participantes da análise sensorial, pela disponibilidade nos horários,

Às *meninas* da Pós Graduação e funcionários da biblioteca e docentes - FCFAR, pelas orientações nesses anos,

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram e participaram de mais uma etapa da minha vida,

Muito Obrigada!

# SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

Página

INTRODUÇÃO.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
OBJETIVOS.....	18
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
REVISÃO DA LITERATURA.....	20
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
3.1 Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado.....	21
3.2 Consumo da carne de pescado.....	22
3.3 Composição e qualidade da carne de pescado.....	23
3.4 Armazenamento e alterações do pescado.....	24
3.5 Estabilidade de produtos elaborados com CMS.....	26
3.6 Deterioração microbiana.....	28
3.7 Oxidação Lipídica.....	29
3.8 Antioxidantes.....	30
3.9 Antioxidantes naturais.....	31

MATERIAL E MÉTODOS.....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.1 Material.....	41
4.2 Preparo da matéria-prima.....	41
4.3 Formulações dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo.....	42
4.4 Determinações analíticas.....	43
4.4.1 Análise da composição química.....	43
4.4.2 Oxidação lipídica (TBARS).....	44
4.4.3 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.....	44
4.4.4 Medidas de pH.....	45
4.4.5 Medidas de cor instrumental.....	45
4.4.6 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT).....	46
4.4.7 Análises microbiológicas.....	46
4.4.8 Análise sensorial.....	47
4.4.9 Análises estatísticas.....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
5.1 Composição química da CMS de tilápia-do-Nilo.....	50
5.2 Composição química dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	51
5.3 Compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	55
5.4 Parâmetros químicos e físicos da CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes durante o armazenamento congelado por 120 dias.....	56
5.5 Parâmetros químicos e físicos dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	68

5.6 Análise microbiológica.....	73
5.7 Análise sensorial.....	75
CONCLUSÃO.....	77
6. CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXO 1 - Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de recheios elaborados com CMS com e sem antioxidantes.....	92

## Lista de Figuras

	Página
Figura 1 – Orégano.....	33
Figura 2 – Alecrim.....	35
Figura 3 – Sálvia.....	37
Figura 4 – Moringa.....	38
Figura 5 – CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” homogeneizados com os antioxidantes.....	42
Figura 6 – Valores médios de pH das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a -18°C por 120 dias.....	58
Figura 7 – Valores médios de TBARS (mg MDA.Kg <sup>-1</sup> ) das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes armazenadas a -18°C por 120 dias.....	61
Figura 8 – Valores médios de L* das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a -18°C por 120 dias.....	64
Figura 9 – Valores médios de a* das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, com e sem antioxidantes e armazenadas a -18°C por 120 dias.....	66
Figura 10 – Valores médios de b* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, com e sem antioxidantes e armazenadas a -18 °C por 120 dias.....	68

## Lista de Tabelas

	Página
Tabela 1 – Formulação dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo.....	43
Tabela 2 – Composição química da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.....	50
Tabela 3 – Análise de variância (teste F) para teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	52
Tabela 4 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de umidade (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	52
Tabela 5 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de proteínas (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	53
Tabela 6 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de lipídeos (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	54
Tabela 7 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de cinzas (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	54
Tabela 8 – Fenóis totais e inibição da oxidação dos extratos metanólicos dos condimentos analisados.....	55
Tabela 9 – Análise de variância (teste F) e valores médios para pH, TBARS (mg MDA.Kg <sup>-1</sup> ) e BNVT (mgN.100g <sup>-1</sup> ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.....	56
Tabela 10 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.....	57
Tabela 11 – Equações de regressão para os valores de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.....	58

Tabela 12 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas para TBARS (MDA.kg <sup>-1</sup> ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	59
Tabela 13 – Equações de regressão para os valores de TBARS (mg MDA.Kg <sup>-1</sup> ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	60
Tabela 14 – Análise de variância (teste F) e valores médios para cor instrumental de CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	62
Tabela 15 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de L* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	63
Tabela 16 – Equações de regressão para os valores de L* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	64
Tabela 17 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para a intensidade de vermelho (a*) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	65
Tabela 18 – Equações de regressão para os valores de a* da CMS de tilápia-do- Nilo + corte em “v” .....	65
Tabela 19 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas para a intensidade de amarelo (b*) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” .....	67
Tabela 20 – Equações de regressão para os valores de b* da CMS de tilápia-do- Nilo + corte em “v” .....	67
Tabela 21 – Análise de variância (teste F) e valores médios para pH e cor ( L*, a* e b*) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	68
Tabela 22 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de pH dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	69
Tabela 23 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de L* dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	70
Tabela 24 – Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de a* dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	71

Tabela 25 – Valores para TBARS ( $\text{mgMDA.Kg}^{-1}$ ) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.....	72
Tabela 26 – Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas ( $\text{UFC.g}^{-1}$ ), estafilococos coagulase positiva ( $\text{UFC.g}^{-1}$ ), CT ( $\text{NMP.g}^{-1}$ ) e CF ( $\text{NMP.g}^{-1}$ ) de recheios de CMS de tilápia-do-Nilo com 5 dias de armazenamento.....	74
Tabela 27 – Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas ( $\text{UFC.g}^{-1}$ ), estafilococos coagulase positiva ( $\text{UFC.g}^{-1}$ ), CT ( $\text{NMP.g}^{-1}$ ) e CF ( $\text{NMP.g}^{-1}$ ) de recheios de CMS de tilápia-do-Nilo com 120 dias de armazenamento.....	74
Tabela 28 – Análise de variância (teste F) e valores médios para os atributos da análise sensorial dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo.....	75

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi elaborar um produto cárneo a partir da CMS de tilápia-do-Nilo contendo os antioxidantes naturais: alecrim, orégano, sálvia e moringa e o antioxidante sintético propil galato, visando sua utilização como recheio ou acompanhamento da refeição. As degradações químicas e microbiológicas constituem os principais fatores de deterioração dos alimentos, sendo a oxidação um dos mais importantes processos de degradação por gerar sabores e odores desagradáveis. Como forma de prevenir ou retardar a oxidação, são adicionados ao alimento substâncias antioxidantes, e os condimentos têm demonstrado certo poder antioxidante, oferecendo uma alternativa ao uso de antioxidantes sintéticos. A composição centesimal, avaliação microbiológica e análise sensorial foram realizadas no início e final do armazenamento e, periodicamente foram determinados TBARS, BNVT, pH, cor instrumental e contagem de microrganismos psicotróficos. Os resultados mostraram que os diferentes antioxidantes influenciaram o índice de oxidação lipídica e os valores de pH durante o período de armazenamento da CMS. Os valores de pH ficaram compreendidos entre 6,17 e 6,55 e os valores iniciais de malonaldeído foram semelhantes no início e a com orégano apresentou a menor oxidação (0,158 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>), a qual foi acompanhada pela que continha sálvia (0,186 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>). A maior oxidação, neste período, foi verificada para a CMS sem antioxidante, e o alecrim e moringa foram os antioxidantes naturais menos efetivos. Os valores da intensidade de vermelho (a\*) para as CMS elaboradas sem antioxidante e com alecrim não apresentaram alterações durante o armazenamento e os valores de BNVT (11,41 a 12,35 mgN.100g<sup>-1</sup>) não foram alterados com os condimentos. Considerando o efeito dos antioxidantes x armazenamento os recheios apresentaram valores diferentes de pH quando elaborados com CMS contendo os vários antioxidantes e armazenada, tanto por 5 como por 120 dias. Os menores valores de pH para os recheios elaborados com CMS com 5 dias de armazenamento foram a sálvia (6,20), cujo valor foi semelhante para os com moringa e propil galato, enquanto que os valores mais altos foram para os recheios contendo orégano (6,35) e alecrim (6,29). Não foi detectada presença de *Salmonella* e os resultados para estafilococos coagulase positiva ficaram dentro dos padrões legais. Pelas análises sensoriais, as formulações com orégano e propil galato foram as que mais agradaram os provadores. Os resultados mostraram a possibilidade de se elaborar recheios com

CMS de tilápia como uma alternativa para o consumo de alimentos a base de pescado e a sálvia é o antioxidante natural mais eficiente para retardar as reações de oxidação.

Palavras-chave: aceitação, armazenamento, carne mecanicamente separada, oxidação lipídica

## Abstract

The aim of this study is to evaluate the efficiency of oregano, sage, moringa and rosemary as natural antioxidants and propyl gallate as artificial antioxidant used in stuffed food made with minced fish of tilapia and stored frozen for 120 days. Chemistry and microbiological degradations are the main causes of food deterioration, and oxidation is one of the most important process of degradation because it can generate unpleasant flavor. Lipid oxidation is one of the most important alterations that affect both oils or fats and foods that contain them, as a way to prevent or retard oxidation, antioxidant substances are added in the food. The condiments have demonstrated antioxidant activity and offer an alternative in order to replace synthetic antioxidants. Protein, fat, moisture and ashes determination, microbiological analysis and sensory evaluations were conducted in the beginning and the end of storage period. TBARS, BNVT, pH, instrumental color and psychrotrophic microorganism count were determined periodically. The antioxidants interfered in pH (6,17 and 6,55) and TBARS values during 120 days under freezing (-18 °C). The lowest TBA values were found for oregano (0,158 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>) and sage (0,186 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>). The stuffed food made with minced fish of tilapia, without antioxidant, had the most oxidation, and sage and moringa were not good source of antioxidant. Red color (a\*), in products with rosemary and control, and BNVT values (11,41 - 12,35 mgN.100g<sup>-1</sup>) were not altered. The lowest pH value was found for the product with sage (6,20), but similar to the moringa and propyl gallate, while oregano and rosemary showed the highest values (6,63 and 6,29), at 5 days of storage. Microbiological analyses were in accordance with Brazilian legislation. Sensory evaluation indicated that the panelists preferred the formulations made with oregano and propyl gallate. The results showed that it is feasible to elaborate stuffed food made with minced fish of tilapia as an alternative for the fishery's consumption, and sage was the most efficient natural antioxidant among those tested in this study.

Key words: acceptance, storage, minced, lipid oxidation

# *INTRODUÇÃO*

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro da aquicultura, a piscicultura de água doce é a atividade que vem se mostrando mais promissora, sendo a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) uma das espécies mais cultivadas mundialmente. A sua produção também tem se destacado nacionalmente, com 132 mil toneladas no ano de 2009, o que representou 39% do total do pescado cultivado (BRASIL, 2010).

No entanto, o pescado ainda é pouco consumido no Brasil, quando comparado a outras fontes protéicas de origem animal, como as carnes bovinas e de aves. O baixo consumo atribui-se à falta de tradição (hábitos e gosto do consumidor), a pequena oferta do produto, bem como as falhas da indústria processadora em oferecer produtos de conveniência, de fácil preparo e diversificados. Acrescente-se, ainda, um sistema de distribuição e comercialização ineficiente e oneroso nesse segmento, dificultando o acesso da população a este tipo de alimento (RIBEIRO, 2003).

A demanda de filé de tilápia tem crescido substancialmente nos últimos anos, sendo uma das espécies mais indicadas para o cultivo intensivo, devido às suas qualidades para a produção, tais como carne de excelente textura e paladar, sem espinhos entremeados e possibilitar a filetagem e a industrialização da carcaça (JORY et al., 2000), além de ótima aceitação pelo mercado consumidor, tanto nacional como internacional (SANTA ROSA, 2009).

Por serem altamente perecíveis, os pescados exigem cuidados especiais na sua manipulação, armazenamento, conservação, transporte e comercialização e a qualidade do produto final depende da qualidade da matéria-prima recebida pela indústria e das condições iniciais do processamento.

O processamento de peixes de água doce cultivados, em especial a tilápia-do-Nilo, tem sido direcionado principalmente ao congelamento (OETTERER, 2002) e durante o processamento, aproximadamente 65% do peso vivo é descartado após a retirada do filé. Por isso, estudos que viabilizem a utilização desses resíduos, obtendo-se produtos de qualidade e praticidade, são essenciais para o fortalecimento da cadeia produtora do pescado nacional.

A produção da CMS (Carne Mecanicamente Separada) tem se apresentado como proposta de aproveitamento dos resíduos com a elaboração de produtos de alto

valor agregado (VIDOTTI & MARTINS, 2010). Entretanto, são necessárias investigações quanto à adequação do processamento em relação à matéria-prima e à qualidade do produto final, uma vez que as alterações musculares provenientes da obtenção da CMS favorecem a oxidação lipídica (RODRIGUES-HERRERA et al., 2006), com alterações nas características sensoriais (BENJAKUL et al., 2005).

Sendo assim, a CMS de pescado deve ser processada imediatamente após sua obtenção, ou mantida congelada até seu uso efetivo. Ressalta-se que a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade, e as reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas (KURADE & BARRANOWSKI, 1987).

Por ser fator limitante da qualidade, aceitação e estabilidade da carne e dos produtos cárneos, alguns procedimentos como uso de compostos antioxidantes vem sendo aplicados, com a finalidade de retardar a oxidação lipídica.

Tendo em vista os indícios de problemas que podem ser provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas têm se dirigido no sentido de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, os quais permitirão substituir os sintéticos ou fazer associações entre eles.

# *OBJETIVOS*

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Desenvolver um produto cárneo a partir da CMS de tilápia com antioxidantes naturais, visando sua utilização como recheio ou acompanhamento da refeição.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar as características físicas e químicas da CMS de tilápia-do-Nilo contendo os antioxidantes naturais: alecrim, orégano, sálvia e moringa e o sintético propil galato, durante o armazenamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

- Avaliar a estabilidade da CMS contendo os antioxidantes, com o acompanhamento das alterações na oxidação lipídica durante a estocagem por 120 dias.

- Avaliar as características física, química, microbiológica e sensorial do produto cárneo elaborado com CMS armazenada por 5 e 120 dias, a fim de verificar a aceitação pelos provadores.

# *REVISÃO DA LITERATURA*

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1 Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado**

Na literatura podem ser encontrados alguns termos referentes à carne mecanicamente separada de pescado, podendo-se citar CMS de pescado, “minced fish”, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, carne de pescado desossado, entre outros (NEIVA, 2003).

Segundo a FAO/WHO (1994) a carne mecanicamente separada de pescado é definida como o produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, por meio do processo de separação mecânica da parte comestível, gerando partículas de músculo isentas de ossos, vísceras, escamas e pele. No Brasil de acordo com Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) revisado em 08/07/2008, no artigo 463, da seção I (Produtos Derivados Comestíveis do Pescado) a CMS de pescado é definida como produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpeza dos mesmos e a separação mecânica do músculo das demais estruturas inerentes a espécie, como espinhas, ossos e pele (BRASIL, 2008).

A CMS é obtida pela passagem do pescado eviscerado e descabeçado ou dos resíduos da filetagem por uma máquina separadora de carne e ossos podendo ou não ser lavada com água ao final do processo (TENUTA-FILHO & JESUS, 2003; BRASIL, 2008), seguido por drenagem, adição ou não de aditivos (BRASIL, 2008), acondicionamento em bloco e congelamento rápido (LEE, 1984). Entre os vários processos para a extração da CMS utilizando-se os resíduos da filetagem da tilápia tem-se a disponibilidade de equipamento que separa a carne por meio da pressão exercida por uma cinta de borracha contra a superfície externa de um cilindro metálico (KIRSCHNIK & VIEGAS, 2009) obtendo-se um produto com 13,87% de proteína e 12,17% de lipídeos, possibilitando o aumento no rendimento em carne de 6 a 8% (VIDOTTI & MARTINS, 2010).

Utilizada como matéria-prima do surimi, hambúrguer, salsichas, empanados, tirinhas de peixe, “nuggets” (MARCHI, 1997) e outros produtos, o que permite um aumento no rendimento em carne de 9,5% a 20% (OETTERER, 2004), a CMS de

pescado é obtida por tecnologia própria e não pode, portanto, simplesmente ser confundida como pescado triturado (TENUTA-FILHO & JESUS, 2003).

O rendimento em filé da tilápia-do-Nilo é baixo (30% a 33%) (VIDOTTI & MARTINS, 2010) e na carcaça restante após a filetagem sobram, ainda, músculos de boa qualidade, cuja retirada manual é difícil e economicamente inviável, mas que poderiam ser utilizados para a alimentação humana. Daí a necessidade de tecnologia de recuperação mecânica visando aproveitamento da carne destas partes, e sua utilização na elaboração de novos produtos.

A retirada dos espinhos que permanecem no filé da tilápia é realizada durante a toaleta, obtendo-se o corte em “v”, também denominado de carne manualmente separada (CMNS), que contém 14,92 % de proteína e 3,99 % de lipídeos e representa em média 0,8% do peso do peixe abatido (VIDOTTI & MARTINS, 2010). No processo de trituração dos espinhos para torná-los imperceptíveis é utilizado disco com furos de 2 mm, e após a homogeneização com a CMS obtém-se produto com aproximadamente 10% de lipídeos e pode ser utilizado para diversificação de novos produtos a base de pescado (VIDOTTI & MARTINS, 2010) e por não possuir espinhos, se constitui num atrativo aos consumidores.

### **3.2 Consumo da carne de pescado**

Apesar da crescente produção de peixes no Brasil, com aumento de 25 % nos últimos oito anos (MPA, 2010), ainda é registrado um dos menores índices de consumo de pescado *per capita* (PEREIRA, 2000). Na avaliação apresentada pelo IBAMA (2008) o consumo atingiu 7,3 kg.habitante.ano<sup>-1</sup> bem inferior aos índices observados no Japão de 41,7 kg.habitante.ano<sup>-1</sup>, na Espanha 29,9 kg.habitante.ano<sup>-1</sup> e na Inglaterra de 16,5 kg.habitante.ano<sup>-1</sup> (FAO, 2008).

O consumo de pescado no Brasil apresenta ainda uma grande variação por região, sendo no Norte, especificamente no Estado do Amazonas, o consumo *per capita* de 54 kg.ano<sup>-1</sup>, enquanto no Rio de Janeiro 16 kg.ano<sup>-1</sup>. Estes dados, porém, se referem a importantes capitais de Estado, onde a renda por habitante é tradicionalmente maior que nas cidades interioranas, com exceções das regiões litorâneas densamente habitadas (EMBRAPA, 2006).

O baixo consumo, segundo Gomes et al. (1994) pode ser devido à distribuição e comercialização inadequadas, suprimento irregular e preços elevados. Para Oetterer (2002), o desafio ainda é vencer o baixo consumo e o estigma de que o brasileiro não come peixe porque é “raro e caro”, além da necessidade de superar os desacertos ocorridos no passado com o pescado marinho comercializado *in natura*.

Agregar valor aos produtos oriundos da aquicultura a partir do beneficiamento e processamento é prática já adotada pela indústria. Iniciou com a filetagem de tilápia no Estado do Paraná no início da década de 90, com a comercialização na forma refrigerada ou congelada (MACEDO-VIEGAS, 2000).

### **3.3 Composição e qualidade da carne de pescado**

A carne de pescado é um alimento de fácil digestão e fonte de proteínas, minerais principalmente cálcio e fósforo, vitaminas A, D e complexo B, o que a torna um produto de alto valor nutricional e possui baixa quantidade e considerável qualidade dos lipídeos (RANKEN, 1993).

O conhecimento da composição química do pescado *in natura* é importante, não somente sob o ponto de vista nutricional, como também no aspecto tecnológico, como indicativo para o manejo adequado, para um melhor aproveitamento desta espécie (MAIA Jr et al., 2000). A composição química do pescado é extremamente variável e depende de vários fatores como da época do ano, do tipo, quantidade e qualidade do alimento consumido, do estágio de maturação sexual, da idade e da parte do corpo analisada (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; OETTERER et al., 2004).

O músculo do pescado contém aproximadamente 60% a 85% de umidade, 16% a 22% de proteínas, 0,4% a 2% de cinzas e 0,2% a 10% de lipídeos, sendo que este último componente apresenta uma variação mais significativa em vista do tipo de músculo (a carne dorsal apresenta menor quantidade lipídica do que a carne ventral), espécie, sexo, idade, época de captura, *habitat* e dieta consumida (VISENTAINER et al., 2003; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Dentre as vitaminas encontradas estão lipossolúveis e tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, ácido fólico e vitamina C. Em relação aos minerais, sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, cloro, enxofre, ferro, iodo,

cobre, zinco, selênio, cromo e níquel, entre outros são encontrados no músculo dos peixes (OGAWA & MAIA, 1999).

Os teores de cinzas nos peixes de água doce apresentam variações de 0,1 a 3,3% (CONTRERAS-GUZMÁN, 2002). Esta diferença no conteúdo de minerais ocorre devido à análise do peixe, ou seja, se este foi avaliado inteiro, com ou sem as “espinhas” ou com ou sem pele (BORGSTROM, 1962). Em relação aos minerais, a carne de pescado é considerada valiosa fonte de cálcio e fósforo, apresentando também quantidades razoáveis de sódio, potássio, manganês, cobalto, zinco, ferro e iodo. Peixes de água doce contêm, eventualmente, teores inferiores de sódio e potássio quando comparados as variedades de água salgada (CONTRERAS-GUZMÁN, 2002).

### **3.4 Armazenamento e alterações do pescado**

Segundo Leitão (1977) o pescado é considerado como o mais susceptível ao processo de deterioração comparado a outros produtos cárneos, por ter rápida ação enzimática, característica menos ácida da carne e facilidade de oxidação dos lipídeos presentes.

Logo após a morte do pescado, inicia-se a deterioração e esta inclui a liberação de muco, o *rigor mortis*, a autólise e a decomposição bacteriana. De acordo com Contreras-Guzmán (1994) as reações pós-morte podem ser classificadas em: modificações das propriedades físicas do músculo, degradação dos carboidratos, degradação dos nucleotídeos e alteração das proteínas (desnaturação e autólise).

A oxidação lipídica é responsável por várias alterações em alimentos, como pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis que tornam os alimentos impróprios para o consumo, por provocar outras alterações que irão afetar a qualidade nutricional devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, e também por afetar a integridade e a segurança dos alimentos, por meio da formação de compostos tóxicos (SILVA et al., 1999).

As alterações físicas, químicas e biológicas que ocorrem no peixe logo após a morte podem ser minimizadas com a refrigeração, ou retardadas por longos períodos pelo congelamento (AIURA, 2007).

Segundo Machado (1984), o abaixamento da temperatura é um dos fatores mais importantes na conservação do pescado, pois a velocidade de proliferação das bactérias depende, em parte, da temperatura, além da influência sobre a velocidade das reações químicas, que de modo geral é favorecida pelo aquecimento.

O uso do gelo é indispensável na preservação do pescado, porém alguns cuidados devem ser importantes, como a higiene do local, a origem da água, o tamanho do gelo, o formato e a distribuição homogênea, para que o pescado esteja realmente em contato com o gelo sem sofrer deformação ou ferimentos (OETTERER, 1998).

Se conduzida de forma adequada, a refrigeração mantém o valor nutritivo do pescado, evitando o “drip” (perda de água no descongelamento), que ocasiona perda de nutrientes, aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, sendo importante a utilização de embalagens para evitar a desidratação na câmara fria, que pode provocar a oxidação de lipídeos (OETTERER, 1998).

O resfriamento deve ser feito logo após o abate, para manter as qualidades do músculo do pescado, como: maciez, capacidade de retenção de água e cor. No entanto, pequenas variações na temperatura de estocagem podem ser efetivas no aumento da vida útil, além de evitar ou retardar reações enzimáticas, envolvidas no processo de autólise, como também a proliferação de microrganismos, que contribuem para a deterioração do alimento (OGAWA & MAIA, 1999).

A estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade, pois as reações que induzem as alterações oxidativas continuam ocorrendo, mesmo em baixas temperaturas (KURADE & BARRANOWSKI, 1987).

É impossível evitar a reação de oxidação ou a desnaturação protéica durante o armazenamento do pescado, mas é possível retardá-las. A utilização de antioxidantes tradicionais, naturais ou artificiais, associados ou não de outros aditivos, vem sendo estudados por diversos autores (ABDEL-AAL, 2001; HERRERA et al., 2006) para avaliar a estabilidade lipídica e protéica da CMS de pescado.

O efeito dos antioxidantes tripolifosfato de sódio, ácido ascórbico, ácido cítrico e Na<sub>2</sub>EDTA na qualidade de CMS congeladas de “karmout” (*Claries lazera*) durante 6 meses de estocagem foi avaliado por Abdel-aal (2001), e o ácido ascórbico (0,5%) e o Na<sub>2</sub>EDTA (0,1%) foram os antioxidantes mais efetivos para retardar a oxidação. De acordo com Herrera et al. (2006), a adição de 8% de maltodextrina em CMS de

“mackerel” do atlântico (*Scomber scombrus*) retardou a oxidação lipídica, e preveniu alterações nas proteínas e na cor da CMS durante armazenamento sob congelamento.

A manipulação e industrialização do pescado exigem que boas práticas de fabricação sejam implantadas e adequadamente executadas, pois o pescado é dentre os alimentos um dos de maior susceptibilidade a deteriorações química e microbiológica, mas, se aliado a métodos eficazes de conservação e estocagem, este alimento terá melhor e maior aceitação.

### **3.5 Estabilidade de produtos elaborados com CMS**

A utilização da CMS na elaboração de produtos de pescado tem a vantagem de propiciar maior flexibilidade de processamento, em termos de se poder controlar a suculência, textura, sabor e aroma, dependendo do tipo de produto desejado e do tipo de pescado utilizado (MORAIS & MARTINS, 1981).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1981), a CMS poderá ser utilizada em substituição à carne *in natura* como matéria-prima, com níveis permitidos pela legislação de até 60%, e na proporção máxima de 20% na linguiça e 30% em hambúrguer cozido, sendo obrigatória a colocação no rótulo a expressão: “contém carne mecanicamente separada” (BRASIL, 2000). Para os produtos e derivados comestíveis do pescado, a legislação estabelece na seção I, artigo 457, parágrafo único do RIISPOA, que “qualquer produto de pescado deve conter no mínimo 50% de pescado” (BRASIL, 2008) não limitando, portanto, a quantidade de CMS a ser utilizada nas formulações.

Segundo Negrão et al. (2005) em torno de 20% das carcaças de frango são transformadas em carne mecanicamente separada, e este procedimento é importante nas indústrias, pois utiliza carne pouco nobre na elaboração de produtos com valor protéico de qualidade (PEREIRA (2009).

O índice de expansão da carne mecanicamente separada ganhou destaque nos últimos anos, principalmente pela sua facilidade de obtenção e transformação de produtos industrializados e é um dos itens com ótimo crescimento de produção e utilização no Brasil e em outros países. A sua conveniência econômica, aliada a uma qualidade satisfatória, tem impelido mais e mais indústrias a utilizarem essa matéria-prima (GONÇALVES et al., 2009).

No entanto, a utilização de grandes proporções de CMS em embutidos pode acarretar alguns problemas, principalmente de ordem sensorial, devido à baixa estabilidade desta matéria-prima, o que leva ao desenvolvimento de aromas indesejáveis como a rancidez e aos problemas de arenosidade e textura, que a CMS pode conferir aos produtos cárneos (TRINDADE et al., 2005).

Trindade et al. (2005) estudaram o efeito da inclusão de 0 a 100% de CMS de aves em mortadelas. Os autores constataram que o limite de inclusão aceitável de CMS dentro das características físicas e químicas, sensoriais e microbiológicas é de 60%. Daros et al. (2005) avaliaram a influência da adição da CMS de frango na elaboração de mortadelas e constataram que a adição acima de 60% de CMS causa mudanças nas características reológicas do produto.

Alterações químicas e sensoriais em “fish fingers” elaborados com CMS de carpa (*Cyprinus carpio*) submetida ou não ao processo de lavagem, estocadas a -18 °C por 5 meses foram estudadas por Tokur et al. (2006). Os autores relataram que os “fish fingers” permaneceram aceitáveis durante o período avaliado e relataram que os produtos elaborados com CMS lavada obtiveram as melhores notas dos provadores.

“Fishburger” produzidos a partir de CMS de tilápia foram avaliados por Tokur et al. (2004) durante 8 meses de armazenamento a -18 °C, e constataram pequenos aumentos significativos nos teores de TBARS e ácidos graxos livres durante o período, porém, os parâmetros sensoriais analisados como cor, odor, sabor, textura e aceitação geral permaneceram constantes, concluindo que os “fishburger” permaneceram com boa qualidade química e sensorial durante o período de 8 meses. Oliveira Filho et al. (2010) elaboraram salsichas com 60% de CMS de resíduos provenientes da filetagem da tilápia, com boa qualidade sensorial e com possibilidade de estocagem a 0 °C por 40 dias.

Chang et al. (1996) estudaram as características de textura de salsichas de surimi de tilápia, variando a temperatura de 70 °C a 90 °C e o tempo de aquecimento de 10 e 60 minutos, encontrando uma força de gel e dureza maiores no tratamento com aquecimento a 90 °C por 20 min e observaram que as características de textura decrescem após 36 dias de estocagem em temperatura de congelamento.

Aplicação promissora em sistemas alimentícios de países industrializados é a utilização do pescado como substituto parcial ou total da carne. Borderías & Mateos (1996) relataram que o músculo de pescado picado emulsificado ao ser utilizado na fabricação de salsichas, à semelhança dos produtos tradicionalmente elaborados

somente à base de carne bovina, como salsichas e hambúrguer, não apresentou influência sensorial sobre o produto. Segundo Kuhn & Soares (2002) o aproveitamento da CMS de pescado, tanto de água doce como salgada é uma alternativa para diversificar os produtos ofertados, além de melhorar o aproveitamento dos recursos pesqueiros.

### 3.6 Deterioração microbiana

A característica microbiológica do pescado pós-processamento reflete as condições higiênico-sanitárias originais do pescado, dos equipamentos, do pessoal, do tratamento térmico utilizado, do controle tempo/temperatura durante o processo, das boas práticas de fabricação do alimento e da santificação geral na produção assim como cuidados na embalagem e congelamento (LISTON, 1990).

Os gêneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Shewanella*, *Flavobacterium* e *Micrococcus* fazem parte da microbiota natural do pescado, e dentre eles os *Pseudomonas* e *Shewanella* são os mais importantes deteriorantes e os principais responsáveis pelas alterações sensoriais do pescado devido à formação de ésteres, trimetilamina, substâncias voláteis e outros compostos. Além da natureza psicrófila têm a capacidade de utilizarem substâncias nitrogenadas não protéicas para o seu desenvolvimento (FRANCO & LANDGRAF, 2003).

O desenvolvimento microbiano do músculo do pescado está associado à presença de proteínas de alto valor biológico e à atividade de água, assim como a existência de substâncias nitrogenadas livres que favorecem a deterioração (OETTERER, 2000).

A Legislação Brasileira (BRASIL, 2001) estabelece para pescado a contagem de coliformes fecais NMP máximo de  $10^2 \cdot g^{-1}$ , estafilococos coagulase positiva máximo  $10^3 \text{ UFC} \cdot g^{-1}$ , *Salmonella spp.* ausência em 25g de amostra, não havendo limites para coliformes totais e contagem total de microrganismos aeróbios.

Kirschnik (2007) na avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica obteve valor de  $2,74 \log \text{ UFC} \cdot g^{-1}$  de psicrófilos. Não foram constatadas as presenças de coliforme termotolerante, coliformes totais, *Salmonella* e estafilococos coagulase positiva, estando de acordo

com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária para pescado (Brasil, 2001).

### 3.7 Oxidação lipídica

Durante a oxidação lipídica são formados diversos compostos, entre eles os hidroperóxidos, que podem originar novos compostos responsáveis pelo surgimento do odor e sabor de ranço em óleos de peixes (YERLIKAYA et al., 2005). Estes compostos podem ainda se ligar às proteínas formando complexos insolúveis (OGAWA & MAIA, 1999).

Nos pescados, o alto grau de insaturação dos ácidos graxos se por um lado é favorável nutricionalmente por outro são mais susceptíveis à oxidação (PRADO, 1984), que nos produtos congelados depende da espécie do peixe, do frescor anterior ao congelamento, da presença ou ausência de ativadores ou inibidores da oxidação e esta tende a aumentar com o tempo e com a temperatura de estocagem (MEDINA et al., 2009).

O malonaldeído é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos polinsaturados. É o aldeído mais encontrado como produto da oxidação lipídica, sendo produzido durante a autooxidação dos ácidos graxos polinsaturados (TORRES & OKANI, 1997), e o método utilizado para avaliar a extensão da estabilidade lipídica em produtos cárneos é o teste de TBARS (ácido 2-tiobarbitúrico), que quantifica o malonaldeído (MA).

Ao avaliar a oxidação lipídica pelo método do TBARS em CMS de *Catostomus* armazenados e congelados por 12 meses e processados no verão e no inverno, Morris & Dawson (1979) encontraram valores diferentes de TBARS no produto processado em ambas as estações, sendo maior naqueles processados durante o verão. Os valores de TBARS na CMS processadas no verão e no inverno e estocadas por 12 meses foram respectivamente: 0,7; 0,4 mg de MAD.kg<sup>-1</sup> (1 mês), 1,6; 0,8 mgMAD. kg<sup>-1</sup> (3 meses), 2,9; 2,5 mgMAD.kg (6 meses), 9,0; 3,6 mgMAD. kg<sup>-1</sup> (12 meses). Siddaiah et al. (2001) avaliaram as alterações no surimi de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) por 180 dias de armazenamento a -18 °C e observar am aumento no valor de peróxido (oxidação lipídica) e bases nitrogenadas voláteis, porém dentro do limite aceitável para o consumo.

Luiza et al. (2000) avaliaram a peroxidação lipídica em várias espécies de pescados, dentre elas a tilápia (*Oreochromus sp*), e verificaram que o verão os valores de TBA foram de 0,235 mgMAD.kg<sup>-1</sup> e 0,117 mgMAD.kg<sup>-1</sup> no inverno, ambos dentro de limite considerado satisfatório pelos autores, mas ocorrendo a rancidez.

Na legislação brasileira não há indicativo do valor máximo de TBARS permitido para produtos de pescado (OSAWA et al., 2005), no entanto, altos valores de TBARS comprometem a comercialização e aceitação do produto final (OLIVEIRA FILHO, 2009).

### **3.8 Antioxidantes**

Substância antioxidante, por definição é aquela capaz de diminuir ou inibir a oxidação mesmo presente em baixas concentrações em relação a seu substrato (BARREIROS et al., 2006). A sua provável ação em sistemas biológicos está em prolongar a fase de iniciação ou então inibir a fase de propagação, porém não previne completamente a oxidação (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 2000).

Os antioxidantes para serem utilizados em produtos para consumo humano desejam-se as seguintes propriedades: eficiência em baixas concentrações (0,001% a 0,01%); não alterar a cor, o odor, o sabor; compatibilidade com o alimento; ser de fácil aplicação; estabilidade nas condições de processo e de armazenamento; sendo que o composto e seus produtos de oxidação não podem ser tóxicos, mesmo em doses muito maiores das que normalmente seriam ingeridas no alimento (BAILEY, 1996).

Os compostos antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos, entre outros, são butil-hidroxi-anisol (BHA), butil hidroxi-tolueno (BHT), tércio-butil-hidroxiquinona (TBHQ), tri-hidroxi-butilfenona (THBP) e propil galato (PG) (SOUSA et al., 2007). São compostos com estrutura fenólica que ao doar um próton a um radical livre regenera a molécula de acilglicerol e interrompe o mecanismo de oxidação, e os derivados fenólicos são assim transformados em radicais livres, os quais podem se estabilizar sem promover ou propagar reações de oxidação (BUCK, 1981).

Deans & Ritchie (1987) ponderam que a substituição de aditivos sintéticos por naturais dependerá da determinação de uma concentração ideal. Shelef (1983) concluiu que além de conferir sabor aos alimentos, os aditivos possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e medicinais. Shahidi & Wanasundara (1992)

consideraram a adição de compostos antioxidantes uma das práticas mais importantes, devido ao baixo custo de obtenção, facilidade de emprego, eficácia, termo-resistência, neutralidade organoléptica facilitando a sua seleção e utilização pela industrial.

O BHA (butil-hidroxi-anisol) é um dos antioxidantes mais eficazes e estáveis em alimentos, sendo bastante utilizado devido a sua resistência a altas temperaturas durante o processamento (GAVA, 1984). O TBHQ mostra-se mais eficiente em óleos vegetais, é mais estável que BHA e BHT em temperaturas elevadas, sendo considerado melhor antioxidante para óleos de fritura e produtos fritos (ARAÚJO, 2004). Segundo NAWAR (1996), para que o antioxidante seja efetivo precisa, em baixas concentrações, competir com o lipídeo insaturado (RH) o qual está presente no alimento em altas concentrações.

Embora os antioxidantes sintéticos sejam benéficos na preservação de alimentos, a sua utilização é restrita devido aos possíveis efeitos adversos em animais experimentais, como efeito carcinogênico (ZHENG et al., 2001) hiperplasia gastrointestinal e redução do nível de hemoglobina e a hiperplasia de células basais conforme mencionado por Ramalho & Jorge (2006).

No Brasil, o uso destes antioxidantes é controlado pelo Ministério da Saúde que limita a 200 mg.kg<sup>-1</sup> para BHA e TBHQ e 100 mg.kg<sup>-1</sup> para BHT como concentrações máximas permitidas (REISHE et al., 1997). Assim, a procura por antioxidantes naturais que possam atuar, tanto isolados quanto sinergicamente com outros aditivos tem aumentado consideravelmente (MELO et al., 2003).

### **3.9 Antioxidantes naturais**

Os tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia estão entre os antioxidantes naturais mais utilizados nos alimentos (RAMALHO & JORGE, 2006).

A batata (*Solanum tuberosum*) é considerada uma boa fonte de antioxidantes, como o ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol e compostos polifenólicos. As cascas, especialmente, apresentam alta atividade antioxidante e os compostos ativos isolados são derivados do ácido caféico, tais como o ácido clorogênico cafeoilquinico ou derivados com molécula de açúcar. A couve (*Bole aracea L cv Acephala*), brócolis e

couve-de-Bruxelas mostram maior atividade antioxidante do que a couve-flor e outros vegetais (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

O interesse pelo tomate (*Lycopersicon esculentum*) é devido a sua alta concentração de licopeno, bem como de compostos fenólicos. Em alguns estudos, o tomate exerce atividade antioxidante, enquanto que em outros não mostra esta atividade nem atua como pró-oxidante. Entre sucos comerciais testados, o de tomate apresenta maior capacidade de absorção de oxigênio radical do que os sucos de laranja e maçã (CÂNDIDO & CAMPOS, 2005). No entanto, a maioria dos estudos tem foco na atividade antioxidante dos compostos fenólicos (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

Os compostos fenólicos têm sido muito estudados devido a sua influência na qualidade dos alimentos. O composto mais simples é o fenol e essas substâncias caracterizam-se pela presença de pelo menos um grupo hidroxila ligada diretamente a um anel aromático (BRAVO, 1998). Os antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais livres e, algumas vezes, como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (SHAHIDI & WANASUNDARA, 1992).

Diferentes partes de plantas têm se tornado o principal foco de interesse de pesquisas científicas devido à ocorrência natural de antioxidantes. Extratos de alecrim e sálvia dentre outras ervas, condimentos, cereais e raízes têm sido as fontes naturais de compostos com atividades antioxidantes, mais investigadas. Tais compostos incluem os tocoferóis, fosfolipídeos, aminoácidos, compostos fenólicos, entre outros (MATTHÄUS, 2002).

Com o aumento da competitividade por mercado, os processadores de carnes em geral buscam constantes alternativas para produção de produtos mais saudáveis. A aplicação de antioxidantes naturais tem abrangido toda a cadeia de produção de pescado, não se restringindo apenas aos produtos finais, e uma diversidade de antioxidantes naturais tem sido estudada para tal fim (KULISIC et al., 2004).

Na revisão bibliográfica sobre antioxidantes naturais Mariutti & Bragagnolo (2007) mencionam que a família *Lamiaceae* consiste em aproximadamente 3500 espécies as quais são nativas principalmente na área do Mediterrâneo, embora algumas tenham origem na Austrália, no Sudoeste da Ásia e na América do Sul. Citam como exemplos espécies de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L), sálvia (*Salvia* sp.), orégano (*Origanum* sp.), tomilho (*Thymus* sp.), manjeriço (*Ocimum* sp.), manjerona (*Marjorana* sp.), menta (*Mentha* sp.), segurelha (*Satureja* sp.), dentre outras, as quais

são estudadas devido as suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e medicinais.

O gênero *Origanum* (Figura 1), contando com 39 espécies, é uma planta herbácea, muito ramificada, e é um dos condimentos mais populares do mundo. Sua importância não se restringe apenas como condimento, mas engloba também suas propriedades antibacteriana, antifúngica, antiinflamatória, antioxidante, anticancerígena, emoliente e digestiva (DAOUK et al., 2003). Todas essas características são devidas ao carvacrol, composto químico considerado principal pela sua abundância na planta (ZANANDREA, et al., 2004).



Figura 1. Orégano

O orégano e o alecrim têm demonstrado elevado potencial antioxidante em estudos que visam aplicação destas especiarias em diversos produtos que são susceptíveis à oxidação (LEE, 2005), demonstrando um ótimo efeito protetor contra a oxidação lipídica. A quantidade de compostos fenólicos, responsáveis pela função antioxidativa do orégano e do alecrim são bastante similares (BHALE et al., 2007).

Morais et al. (2009) reforçam que o bom desempenho de alguns extratos vegetais na atividade antioxidante, como o orégano, é proveniente de flavonóides, catequinas e outros compostos fenólicos já relatados na literatura como capazes de inibir os radicais livres presentes no organismo. Maior atenção é dada em terapias alternativas e uso de produtos naturais, especialmente derivados de plantas.

Ao avaliar a atividade antioxidante do extrato aquoso de orégano, Zanandrea et al. (2004) consideraram que o mesmo pode ser utilizado como um bom agente antioxidante capaz de reduzir consideravelmente em mais de 50% o radical DPPH

(2,2-difenil-1-picrilhidrazil) mesmo em pequenas concentrações do produto, o que caracteriza a sua grande capacidade antioxidante.

Sánchez-Escalante et al. (2002) relataram que o uso de antioxidantes reduziu significativamente a intensidade da degradação lipídica em amostras de empanados de *Beef patties* a 2 °C quando comparado com o produto controle. Das 12 combinações testadas, os melhores resultados foram obtidos pela amostra com 500 ppm de orégano e com mistura de 500 ppm de orégano e ácido ascórbico.

Ao verificar a atividade antioxidante do extrato de orégano aplicado ao óleo de soja em diferentes concentrações por meio da determinação da estabilidade oxidativa utilizando o método Rancimat, Azizah et al. (1999), concluíram que a concentração mais eficiente para retardar a oxidação lipídica foi a de 2000 mg.kg<sup>-1</sup>, e que o extrato de orégano pode ser considerado um antioxidante natural eficaz para aumentar a estabilidade oxidativa de óleos vegetais.

Estudos realizados por Piedade et al. (2007) demonstraram que o uso de orégano e alecrim como antioxidantes naturais preservou a composição de ácidos graxos e valores de TBARS em filés de sardinha, armazenados e refrigerados durante 7 dias, em relação ao controle

Akgul & Kivanc (1988) evidenciaram efeito inibitório do orégano em pó (1,0, 1,5 e 2,0% p/v) e de seu óleo essencial (1,0, 1,45 e 2,0% v/v) sobre vários fungos de interesse em alimentos, tais como: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Geotrichum candidum*, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. e *P. roqueforti*. Ainda neste estudo foi evidenciado um significativo aumento do poder de inibição do crescimento fúngico quando da ação combinada do orégano com o ácido sórbico e cloreto de sódio. Bassílico & Bassílico (1999) também verificaram a eficiência antifúngica do óleo essencial de orégano (100 ppm) por meio da inibição do crescimento micelial de *Aspergillus ochraceus* e produção de ocratoxina A por tal fungo.

O alecrim (*Rosmarinus officinallis* L.) (Figura 2) é um arbusto perene e nativo do Mediterrâneo, podendo atingir até 1,5 m de altura. Foi trazido ao Brasil pelos primeiros colonos e apresenta propriedades culinárias, medicinais, farmacêuticas e cosméticas, tendo sido encontrados vestígios de seu uso desde a época do Egito antigo (SCHIRCH & MANCINI-FILHO, 2000).



Figura 2. Alecrim

A atividade antioxidante de extratos de alecrim foi atribuída a um grande número de compostos fenólicos, principalmente para os diterpenos (o ácido carnósico e o carnosol), e os ácidos rosmarínico e caféico (AFONSO et al., 2010).

Wu et al. (1982) confirmaram a eficiência antioxidante do extrato metanólico de alecrim (0,02%) em banha armazenada no escuro por 6, 14, 21, 28 e 36 dias através da determinação do índice de peróxido. A eficiência do extrato de alecrim foi comparável ao BHT e superior ao BHA nas mesmas concentrações.

A ação antioxidante do extrato de alecrim comercial em filés de pacu armazenados por 30 dias a  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  foi avaliada por Sant'ana & Mancini-Filho (2000). Verificaram que o extrato protegeu os filés contra a oxidação, e que o grau de proteção foi dependente do perfil de ácidos graxos do filé, mostrando assim, a importância da dieta nos processos oxidativos *in vivo*.

Avaliando a qualidade dos filés de tilápia-do-Nilo, alimentadas com dietas contendo óleos de soja e de linhaça e extrato de alecrim, e a ação antioxidante do extrato de alecrim em filés embalados a vácuo, Aiura (2007) concluiu que o uso do extrato de alecrim, tanto na dieta quanto na imersão, foi importante para minimizar a oxidação lipídica nos filés.

A atividade antioxidante de substâncias naturais e sintéticas na conservação de óleos, gorduras e alimentos gordurosos foi reportada numa revisão realizada por Ramalho & Jorge (2006). Para os óleos vegetais, as pesquisas indicaram o TBHQ como o mais efetivo inclusive sob altas temperaturas, mas os antioxidantes naturais

demonstraram ter melhor efetividade que BHA e BHT, como os extratos de orégano, alecrim e gergelim para óleo de soja, extrato de gergelim, ácidos clorogênico, gálico, protocatequínico e caféico para óleo de girassol, ascorbil palmitato e extrato de alecrim para óleo de canola e ácido caféico para óleo de oliva.

Santos et al. (2007) ao avaliarem o rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na presença de alecrim, observaram que a apresentação do pescado de forma mais elaborada, como no caso dos defumados, associada ao uso de antioxidantes naturais, além de aumentar a vida útil desse produto o tornou mais apreciado pelo consumidores, estimulando seu consumo.

Racanicci et al. (2004) comprovaram que a utilização de antioxidantes naturais como o orégano e o alecrim em almôndegas de carne de frango retardaram significativamente a oxidação das mesmas. Piedade et al. (2007) associaram o grau de proteção antioxidante do orégano em almôndegas de filé de sardinha pré-cozidas à quantidade de compostos fenólicos presentes no orégano (82,23 mg ácido gálico.g<sup>-1</sup>), comparada à presente nas folhas de alecrim (21,29 mg.g<sup>-1</sup>).

A sálvia (*Salvia officinalis* L.) (Figura 3) é nativa da região Mediterrânea e foi aclimatada no sul do Brasil. O cultivo dessa espécie tem grande importância econômica, devido à sua capacidade de produzir e armazenar princípios ativos cujos constituintes são utilizados em produtos de higiene bucal, fármacos, cosméticos e alimentos como antioxidante natural (MARTINS et al., 2003).

A infusão preparada com sálvia vem sendo estudada quanto à sua atividade antioxidante (LIMA et al., 2005), antimicrobiana (BARRETO et al., 2005) , hipoglicemiante e é também utilizada na medicina tradicional para o tratamento de distúrbios gastrointestinais (BARBOSA-FILHO et al., 2005).



Figura 3. Sálvia

A sálvia é conhecida principalmente por seu conteúdo de óleo essencial, no entanto, ela é rica em substâncias mais polares, dentre as quais se destacam os compostos fenólicos. Como derivados do ácido hidroxicinâmico e ácidos carboxílicos fenólicos estão o ácido rosmarínico (0,1 a 3,3%), o ácido clorogênico, os cafeoil e *p*-hidroxibenzoil-glicosídeos, o ácido *p* hidroxibenzóico, o ácido caféico e o 1-*O*-(2,3,4-tri-hidroxi-3-metil)-butil-6-*O*-feruloil- $\beta$ -D-glicosídeo (BISSET & WICHTL, 2001; TEUSCHER, 2006).

Extratos de plantas como sálvia, menta e camomila têm sido incorporados a fórmulas de dentifrícios com o objetivo de reduzir a halitose e combater a gengivite (OLIVEIRA, 2005). Cuvelier et al. (1994) identificaram os constituintes antioxidantes da sálvia como sendo carnosol, rosmadial, ácido carnosínico, rosmanol e epirosmanol, previamente encontrados em alecrim e notadamente conhecidos por suas propriedades antioxidantes.

Na culinária, usam-se folhas frescas cortadas em pedaços ou inteiras, e também folhas secas fragmentadas ou trituradas para temperar carnes, sopas, molhos e saladas (TEUSCHER, 2006).

Ao estudar a ação da sálvia e do alho na oxidação lipídica em carne de frango, Mariutti (2009) evidenciou que a adição de 0,1 % de sálvia à carne de peito de frango é comprovadamente um método eficaz para minimizar e retardar a oxidação dos lipídeos e do colesterol durante o processamento térmico e o armazenamento a -18 °C por 90 dias, sendo capaz de contrapor parcialmente os efeitos pró-oxidantes da adição de 0,5 % de sal. Ao avaliar o efeito do tratamento térmico no teor de malonaldeído das amostras, Mariutti (2009) verificou um aumento de 1,4 vezes na amostra com adição

de sálvia e cinco vezes nas demais amostras, indicando uma boa ação antioxidante da sálvia frente à cocção, não sugerindo efeito catalítico do sal na formação de malonaldeído durante o aquecimento.

A moringa (*Moringa oleifera* Lam) (Figura 4) é uma planta pertencente à família *Moringaceae*, é nativa do noroeste indiano, amplamente distribuída em diversos países como a Índia, Egito, Somália, Namíbia e Sudão e no semi-árido do nordeste brasileiro (GALLÃO et al., 2006). É uma planta com importância econômica e médica, e suas folhas e flores têm sido muito utilizadas, já que são partes comestíveis e possuem bom efeito antioxidante (JANH, 1986).

É uma espécie arbórea ainda pouco conhecida, podendo chegar a 10 m de altura, de copa rala, com folhas compostas bipinadas, de folíolos obovais, pequenos e glabros e no Brasil é mais utilizada como planta ornamental e medicinal, onde atinge porte muito menor (LORENZI & MATOS, 2002; BEZERRA et al., 2004).



Figura 4. Moringa

As sementes de *M. oleifera* são utilizadas no nordeste brasileiro para purificação de água para consumo humano como alternativa aos agentes coagulantes (OKUDA et al., 2001), possuem propriedade coagulante (OKUDA et al., 2001), antioxidante (SANTOS et al., 2005) e antifúngica (CHUANG et al., 2007).

De acordo com Silva et al. (2009) as folhas de *M. oleifera* podem ser consideradas boa fonte de proteína e fibra, quando comparadas com outras fontes alimentares, como o milho integral, cenoura, repolho, farelo de trigo integral, aveia integral e farelo de arroz, podendo apresentar-se como uma alternativa de suplemento em preparações alimentícias a serem utilizadas pela população. Suas folhas contêm mais vitamina A do que as cenouras, mais cálcio que leite, mais ferro do que espinafres, possui cerca de sete vezes mais vitamina C do que laranjas, e três vezes mais potássio que bananas, o óleo obtido das sementes pode ser usado no preparo de alimentos, na fabricação de sabonetes e como combustível (BEZERRA et al., 2004; FAHEY, 2005; SILVA et al., 2009).

Segundo Makkar & Becker (1996) as folhas não contêm lectinas ou inibidores de tripsina e devido ao uso na medicina popular, estudos têm sido feitos visando o isolamento de compostos bioativos.

Ao estudarem a caracterização físico-química da moringa Santana et al. (2010) descreveram os compostos obtidos a partir de extrato etanólico com atividade hipotensiva, hormônios promotores do crescimento, compostos com atividade hipocolesterolêmica e atividade contra a infecção com vírus herpes simplex tipo 1. Possuem, ainda, atividade antioxidante e são ricas em polifenóis totais, quercetina, campferol e  $\beta$  caroteno. Nas amostras analisadas observaram elevado percentual de ácido oléico de 78%, indicando que esse óleo é adequado para a obtenção de um biodiesel com um baixo teor de insaturação, o que tem reflexo direto e muito positivo em sua estabilidade à oxidação, facilitando assim o transporte e armazenamento.

No entanto, o extrato metanólico das folhas de *Moringa oleifera* Lam mostrou uma baixa atividade antioxidante frente ao radical DPPH comparada aos padrões ácido elágico, ácido gálico, BHT e rutina nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  (GALLÃO et al., 2006).

Considerando as excelentes propriedades nutricionais, a baixa toxicidade das sementes e a excelente habilidade da planta de se adaptar a solos pobres e a climas áridos, a *Moringa oleifera* pode ser uma alternativa ao consumo de sementes leguminosas, como fonte de proteínas, de óleo e de compostos antioxidantes (FERREIRA, 2008).

# *MATERIAL E MÉTODOS*

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Material**

O material utilizado constituiu-se de amostras de carne mecanicamente separada de tilápia, aparas da filetagem denominada de corte em “v”, as especiarias orégano, alecrim, sálvia e moringa utilizadas como antioxidantes naturais e propil galato como antioxidante sintético e o produto cárneo elaborado com CMS e aparas contendo os antioxidantes (“recheios”).

### **4.2 Preparo da matéria-prima**

As carcaças remanescentes da filetagem de tilápia-do-Nilo foram compostas de espinhaça da coluna vertebral com a carne aderida, sem cabeça, pele e vísceras. Foram obtidas e manipuladas no Frigorífico Brazilian Fish, localizado na cidade de Santa Fé do Sul – SP. Após a lavagem em água clorada para retirada dos pigmentos e gordura retida nas paredes da cavidade abdominal, as carcaças foram passadas em desossadora mecânica Brusinox<sup>®</sup> que utiliza o sistema de cinto-cilindro para a separação da carne. As carcaças foram pressionadas por um cinto de borracha contra um cilindro perfurado, obtendo-se a CMS. Foi também utilizado o corte em “v”, o qual foi triturado em um moedor homogeneizador Mini HG 200S contendo disco com furos de 2 mm para triturar os espinhos de forma a tornarem-se imperceptíveis. A CMS (90%) e os cortes em “v” moídos (10%) foram misturados e homogeneizados em equipamento CAF<sup>®</sup>.

A massa obtida foi dividida em seis partes e em cada uma foi adicionado um dos condimentos comercial moídos: orégano, alecrim, sálvia ou moringa (0,2g em 100 gramas de massa) ou o antioxidante sintético propil galato (0,01g em 100 gramas de massa), e uma parte foi elaborada sem antioxidante, para controle. Em seguida foram individualmente homogeneizadas em multiprocessador comercial e foram embaladas, em porções aproximadas de 200g (Figura 5) e congeladas em câmara de congelamento a -25 °C.



Figura 5. CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” homogeneizados com os antioxidantes

As amostras foram transportadas em caixas térmicas, para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia, FCAV/UNESP – Jaboticabal (tempo de transporte 4 horas) e mantidas em freezer a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 120 dias.

Foram realizadas amostragens com 5, 60, 90 e 120 dias de armazenamento e todas as amostras foram descongeladas a  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  por um período de 12 horas antes de sua utilização para a realização das análises.

#### **4.3 Formulações dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo**

As formulações dos recheios de CMS de tilápia foram compostas por 87% de CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” contendo ou não os antioxidantes e armazenadas por 5 e 120 dias. Os demais ingredientes foram sal, proteína texturizada de soja, farinha de rosca, alho e cebola desidratados, conforme Tabela 1. Os recheios foram individualmente misturados e homogeneizados em multiprocessador comercial e imediatamente utilizados para as análises.

Tabela 1. Formulação dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne com e sem antioxidantes	87
Proteína texturizada de soja	5
Farinha de rosca	6
Alho desidratado	0,5
Cebola desidratada	0,5
Sal	1

#### **4.4 Determinações analíticas**

##### **4.4.1 Análise da composição química**

As porcentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas da CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes + corte em “v” e dos recheios de CMS de tilápia foram determinadas, em triplicata, no início (5 dias) e final (120 dias) do armazenamento, conforme as normas da Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 1995), no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia, FCAV/UNESP - Jaboticabal.

- Umidade - O teor de umidade foi determinado pela secagem da amostra em estufa a 105 °C até peso constante.
- Proteína - O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método semi-micro Kjeldhal, utilizando-se o fator 6,25 para a obtenção do teor de proteína total.
- Lipídeos - A determinação do teor de lipídeos foi realizada pela técnica de Soxhlet usando éter de petróleo como material extrator.
- Cinzas - Foi determinada pela incineração em mufla a 550 °C.

Nas amostras de CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” foram determinados os teores dos minerais Ca, Mg, Na em extratos obtidos mediante a digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica conforme método descrito por Sarruge & Haag (1979).

#### **4.4.2 Oxidação lipídica (TBARS)**

A análise de oxidação lipídica foi determinada no início (5 dias) e após 60, 90 e 120 dias de estocagem a -18 °C pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), em triplicata de 3 amostras de CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes + corte em “v”, e em amostras de recheios no final (120 dias) de armazenamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos.

Aproximadamente 5 g de amostra foram misturadas com 25 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA), composto de 7,5% de TCA e 0,1% de propil galato e homogeneizado durante 1 minuto e filtrado. Em tubo de ensaio foram misturados 4 mL do filtrado com 1 mL de solução de TCA 7,5% e 5 mL de solução TBARS 0,02%, método modificado (Vyncke, 1970). Estes tubos foram cobertos e aquecidos em banho-maria por 40 minutos, resfriados em água corrente e as absorbâncias lidas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 538 nm. Os resultados foram expressos em mg malonaldeído (MDA).Kg<sup>-1</sup> amostra, conforme Vyncke (1970).

#### **4.4.3 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante**

A determinação do teor de fenóis totais presentes em amostras de extrato metanólico das especiarias estudadas foi feita por meio de espectroscopia na região do visível utilizando o método de Joslyn (1970), e os resultados expressos em mg de ácido gálico por grama de amostra.

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada por meio do teste da oxidação acelerada em banha. Foram pesados 100 g de banha e adicionado 0,5 mL

de extrato. Após aquecimento a 100-110 °C durante 1 h e 30 minutos, sob agitação fez-se a análise do TBARS. A atividade antioxidante foi calculada em relação à porcentagem de inibição da oxidação na banha, segundo Chang et al. (2002), considerando-se a absorbância da amostra com o extrato e a do controle, pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de inibição} = \{1 - (\text{abs. amostra a } 538 \text{ nm})/(\text{abs. controle a } 538 \text{ nm})\} \times 100$$

#### **4.4.4 Medidas de pH**

Os valores das medidas de pH foram obtidos das amostras de CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes + corte em “v” no início e após 60, 90 e 120 dias de armazenamento, e dos recheios de CMS de tilápia no início e final do armazenamento, utilizando-se potenciômetro digital portátil Testo<sup>®</sup> calibrado, com o eletrodo “texto” inserido diretamente na amostra.

#### **4.4.5 Medidas de cor instrumental**

A avaliação da cor instrumental foi realizada utilizando-se o colorímetro Minolta Chroma Meter CR - 300, para as determinações dos parâmetros L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo/azul), nas amostras de CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes + corte em “v” no início e após 60, 90 e 120 dias de armazenamento e dos recheios de CMS de tilápia no início e final do armazenamento.

#### 4.4.6 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT)

As bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) foram determinadas nas amostras de CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes + corte em “v” no início e após 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Foram pesadas 25 g de cada amostra e homogeneizadas em um processador de alimentos com 60 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 10% por 5 minutos, mantidas em repouso na geladeira por duas horas e a seguir foram filtradas com papel de filtro. Foram recolhidos 25 mL do filtrado e adicionado 1g de óxido de magnésio e 2 gotas do indicador fenolftaleína, essa solução foi acoplada em um destilador de nitrogênio e destilada com 15 mL de indicador misto (composto de vermelho de metila e verde bromocresol) e titulada com HCL 0,02N (HOWGATE, 1976). Os resultados foram expressos em mg N.100g<sup>-1</sup>.

#### 4.4.7 Análises microbiológicas

A análise microbiológica dos recheios elaborados com CMS armazenada por 5 e 120 dias foram realizadas no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da FCAV / UNESP – Jaboticabal e compreendeu as seguintes análises:

- *Salmonella* utilizando ágar verde brilhante/ágar bismuto sulfito seguindo as recomendações descritas no Lanara (1981);
- Estafilococos coagulase positiva foi feito o plaqueamento em Ágar Baird Parker (BPA) seguido de incubação a 35-37 °C por 24 horas (APHA, 1992);
- Determinação do número mais provável de coliformes a 45 °C (APHA, 1992);
- Contagem total de microrganismos psicrótrópicos, realizada pela técnica de plaqueamento em profundidade.

#### **4.4.8 Análise sensorial**

O teste de aceitação dos recheios elaborados com CMS de tilápia com e sem antioxidantes e armazenadas por 5 e 120 dias foi realizado após verificada a sua adequação para o consumo, pela análise microbiológica.

Os recheios foram distribuídos individualmente em assadeiras de alumínio e levados ao forno à temperatura de 120 °C por 40 minutos (forno industrial marca Valente®), e periodicamente revolvidas para garantir a uniformidade do calor. Os recheios assados foram parcialmente triturados em multiprocessador doméstico e mantidos em caixa térmica até o momento da análise.

Foi utilizado para os testes a escala hedônica estruturada com 9 pontos (1 - "desgostei muitíssimo" a 9 - "gostei muitíssimo") e uma equipe de 100 provadores com idade variando entre 15 e 65 anos, conforme especificado por Meilgaard et al. (1991) e Stone & Sidel (1993).

A apresentação das amostras foi monádica sequencial, sendo solicitado que entre uma amostra e outra fosse enxaguado o palato com água (temperatura ambiente) e servido biscoito água e sal. Os atributos avaliados foram aparência, cor, sabor, textura e impressão global. A equipe de provadores foram os estudantes e funcionários da Escola Técnica Estadual 'Dr. Adail Nunes da Silva', na cidade de Taquaritinga (Anexo 1 – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de recheios de CMS de tilápia).

#### **4.4.9 Análises estatísticas**

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais e teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos resultados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas considerando-se os efeitos principais dos tratamentos os antioxidantes e secundários os períodos de armazenamento, bem como a interação entre os efeitos principais *versus* período. Constatada diferença significativa foi aplicado análise de regressão. As análises

estatísticas foram executadas por meio do software AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomico (BARBOSA & MALDONADO, 2010).

# *RESULTADOS E DISCUSSÃO*

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Composição química da CMS de tilápia-do-Nilo

A composição química da matéria-prima (CMS + corte em “v”) está apresentada na Tabela 2. O teor de umidade 76,77% aproximou-se dos valores normalmente encontrados em CMS de pescado, que de acordo com resultados obtidos por diversos autores variam de 72,9% a 81,8% (MARCHI, 1997; HASSAN & MATHEW, 1999; ABDELAAL, 2001; EYMARD et al., 2005, KIRSCHNICK, 2007). Os valores para lipídeos indicaram porcentagens superiores (8,15%) à obtida (4,66%) por Bordignon et al. (2010). A variação no teor de lipídeos pode estar relacionada às condições ambientais, fisiológicas e alimentares em que os peixes se encontram, onde o tipo e o volume da dieta podem levar ao acúmulo de gordura visceral (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Tabela 2. Composição química da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

<b>Nutrientes</b>	<b>Quantidade (g.100g<sup>-1</sup>)*</b>
Umidade	76,77
Proteína	14,01
Lipídeos	8,15
Cinzas	0,53
Cálcio (mg.100g <sup>-1</sup> )	32
Magnésio (mg.100g <sup>-1</sup> )	18
Sódio (mg.100g <sup>-1</sup> )	0,81

\*Valores expressos na matéria úmida

O teor obtido para cinzas (0,53%) foi inferior ao relatado por Bordignon et al. (2010) para a CMS de tilápia-do-Nilo (0,87%). De acordo com Sikorski (1990) na carne de pescado contém entre 0,6 a 2,0% de minerais e pode ser influenciada pela qualidade da água e alimentação dos peixes.

A concentração de cálcio ( $32 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) aproximou-se do valor relatado ( $31,22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) por Oliveira Filho (2009) para filés de tilápia, e teor de  $27,22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para Mg foi relatado por Gryscek et al. (2003) em CMS de tilápia-do-Nilo.

Quanto ao teor de proteína da CMS de tilápia (14%) está de acordo com Kirschnik (2007), que determinou porcentagens de 15,13% para CMS não lavada e 8,93% de proteína para CMS lavada, sendo essa diminuição atribuída à remoção da maioria das proteínas solúveis. O valor mostrou-se semelhante ao obtido por Bordignon et al. (2010) de 14,6% para CMS de tilápia-do-Nilo, o que possibilita a elaboração e oferta de novos produtos oriundos de pescados, desde que sejam obedecidas as normas de higiene e manipulação.

## **5.2 Composição química dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo**

Em comparação à matéria-prima, CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, de maneira geral a adição dos ingredientes na formulação dos recheios causou uma diminuição nos teores de umidade, em média de 17%, e aumento médio de 19% no conteúdo de proteína. O teor de lipídeos pouco foi alterado, uma vez que os ingredientes não continham este componente e o de cinzas foi maior devido à adição do sal.

O resultado da análise de variância para a composição química dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes e armazenadas por 5 e 120 dias estão apresentados na Tabela 3. Foram observadas interações significativas entre os fatores antioxidantes e período de armazenamento para os teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas dos recheios e os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 4 a 7.

Tabela 3. Análise de variância (teste F) para teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Fatores	Valores de F			
	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas
Antioxidantes (A)	52,45**	20,02**	4,25**	3,84*
Período Armazen. (P)	2227,74**	770,76**	543,39**	66,72**
Interação A x P	22,39**	4,50**	13,53**	11,47**

A = antioxidantes adicionados à CMS; P = períodos inicial e final de armazenamento da CMS  
 \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

A CMS de tilápia armazenada por 120 dias apresentou perdas de líquido durante o descongelamento o que ocasionou menor teor de umidade aos recheios (Tabela 4) e, conseqüentemente uma concentração dos outros componentes para todos os produtos elaborados com ou sem os antioxidantes. A formulação contendo sálvia apresentou o menor teor de umidade (51,85%) aos 120 dias e a elaborada sem antioxidante o maior teor (58,01%).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de umidade (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Tratamento	Umidade (%)	
	5 dias	120 dias
Sem antioxidante	65,96 <sup>Aa</sup>	58,01 <sup>Ab</sup>
Orégano	63,33 <sup>Ba</sup>	55,06 <sup>Bb</sup>
Alecrim	60,92 <sup>Ca</sup>	54,20 <sup>BCb</sup>
Sálvia	63,41 <sup>Ba</sup>	51,85 <sup>Db</sup>
Moringa	61,57 <sup>Ca</sup>	54,20 <sup>BCb</sup>
Propil galato	64,12 <sup>Ba</sup>	53,26 <sup>Cb</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Devido à perda de líquido no descongelamento, parece ser necessário o uso de crioprotetor para o armazenamento da CMS, impedindo desnaturação das proteínas e conseqüentemente a diminuição da perda da capacidade de retenção de água. As

reduções nos teores de umidade, em relação à CMS, também podem ser atribuídas à adição de ingredientes secos na elaboração dos recheios.

Diminuições nas quantidades de água também foram observadas por Marchi (1997) e Cakli et al. (2005) durante a elaboração de “nuggets” e “fish fingers” de pescado, respectivamente.

As quantidades de proteína dos recheios elaborados com CMS de tilápia sem antioxidante e com os naturais foram semelhantes e foram observados menores teores para os elaborados com antioxidante sintético. Os teores de proteína foram mais elevados para os recheios elaborados com CMS armazenada por 120 dias, provavelmente em consequência da diminuição no teor de umidade. Os resultados estão próximos ao reportados por Gryscek et al. (2003) e Siddaiah et al. (2001) que encontraram teores de 16,03 e 16,68% de proteína em CMS de tilápia-do-Nilo e carpa, respectivamente

Tabela 5. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de proteínas (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Tratamento	Proteínas (%)	
	5 dias	120 dias
Sem antioxidante	16,68 <sup>Ab</sup>	21,76 <sup>Aa</sup>
Orégano	17,11 <sup>Ab</sup>	21,99 <sup>Aa</sup>
Alecrim	17,15 <sup>Ab</sup>	21,59 <sup>Aa</sup>
Sálvia	17,83 <sup>Ab</sup>	22,70 <sup>Aa</sup>
Moringa	17,76 <sup>Ab</sup>	22,06 <sup>Aa</sup>
Propil galato	13,93 <sup>Bb</sup>	20,85 <sup>Ba</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Quanto ao teor de lipídeos (Tabela 6), os recheios com menores concentrações foram os elaborados com CMS armazenada por 5 dias contendo alecrim e sálvia. Os recheios elaborados com CMS armazenada por 120 dias sem antioxidante apresentaram teores inferiores de lipídeos. Para todas as formulações, os teores foram maiores para os recheios elaborados aos 120 dias, devido à maior perda de água da CMS neste período. Kirschnik (2007) também observou diminuição nos teores de umidade (52,19 e 46,30%) e aumentos dos teores de lipídeos (11,12 e 17,75%) na

elaboração de “nuggets” com CMS de tilápia, quando comparados com suas matérias-primas.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de lipídeos (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

<b>Tratamento</b>	<b>Lipídeos (%)</b>	
	<b>5 dias</b>	<b>120 dias</b>
Sem antioxidante	9,04 <sup>Ab</sup>	10,46 <sup>Ba</sup>
Orégano	8,65 <sup>Ab</sup>	11,36 <sup>Aa</sup>
Alecrim	6,81 <sup>Bb</sup>	11,15 <sup>Aa</sup>
Sálvia	6,88 <sup>Bb</sup>	11,93 <sup>Aa</sup>
Moringa	8,19 <sup>Ab</sup>	11,09 <sup>Aa</sup>
Propil galato	8,02 <sup>Ab</sup>	11,57 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O tratamento que não continha antioxidante apresentou no início menor teor de cinzas (1,96%) e aos 120 dias o maior conteúdo (3,25%) em relação os que continham orégano e sálvia. Variações significativas entre o início e final do armazenamento nos teores de cinzas foram observadas nos tratamentos sem antioxidante e os com moringa e propil galato.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas dos teores de cinzas (%) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

<b>Tratamento</b>	<b>Cinzas (%)</b>	
	<b>5 dias</b>	<b>120 dias</b>
Sem antioxidante	1,96 <sup>Bb</sup>	3,25 <sup>Aa</sup>
Orégano	2,61 <sup>Aa</sup>	2,62 <sup>Ca</sup>
Alecrim	2,84 <sup>Aa</sup>	3,11 <sup>Aa</sup>
Sálvia	2,67 <sup>Aa</sup>	2,82 <sup>BCa</sup>
Moringa	2,43 <sup>Ab</sup>	3,13 <sup>Aa</sup>
Propil galato	2,61 <sup>Ab</sup>	2,95 <sup>ABCa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A composição química do produto cárneo elaborado com CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” armazenada a -18 °C por 5 e 120 dias indica a viabilidade da utilização desta matéria-prima para incrementar o consumo de pescado, com disponibilidade de nutrientes para a população.

### 5.3 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

Os compostos fenólicos totais presentes nos extratos dos condimentos usados como antioxidantes foram estimados pelo método Folin-Ciocalteu e expressos em miligramas de ácido gálico por grama de amostra. A porcentagem de inibição da oxidação foi realizada pelo teste da oxidação acelerada em banha e os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Fenóis totais e inibição da oxidação dos extratos metanólicos dos condimentos analisados.

<b>Condimentos</b>	<b>Fenóis totais (mg.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Inibição da oxidação (%)</b>
Orégano	113,89	87,50
Alecrim	48,73	78,12
Sálvia	52,82	83,75
Moringa	29,60	80,63

Observou-se correlação positiva ( $r = 0,83$ ) entre os teores de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante dos condimentos. O orégano apresentou alto teor e alta porcentagem de inibição da oxidação, seguido da sálvia e do alecrim havendo, assim boa indicação de que a atividade antioxidante pode ser atribuída a compostos fenólicos presentes nestas especiarias (PIEIDADE, 2007). Para a moringa, constatou-se o menor teor de compostos fenólicos, porém foi eficiente na inibição da oxidação acelerada em banha, o que pode estar associado à presença de outros compostos de ação antioxidante que não os fenólicos, conforme também relatado por Piedade (2007) ao avaliar a inibição da oxidação pela salsa.

Os valores para os fenóis totais do orégano (113,89 mg.g<sup>-1</sup>) encontram-se entre os 82,23 obtidos por Piedade et al. (2005) e os 149 mg.g<sup>-1</sup> avaliados por Dorman et al. (2003) e, com porcentagem de inibição da oxidação do extrato aquoso de 78,89%, conforme estudo de Trindade et al. (2005).

Os teores de fenóis observados para o alecrim (48,73 mg.g<sup>-1</sup>) e sálvia ( 52,82 mg.g<sup>-1</sup>) foram inferiores aos 185 e 166 mg.g<sup>-1</sup>, respectivamente, obtidos por Dorman et al. (2003), porém superiores aos 28,70 mg.g<sup>-1</sup> relatados para o alecrim por Piedade (2007), com 82,12% de inibição da oxidação (TRINDADE et al., 2005).

As variações encontradas nos teores dos compostos fenólicos totais, de acordo com Mata et al. (2006) podem estar associadas à metodologia de extração e quantificação destes compostos, a qual pode ainda, interferir na correlação entre os parâmetros teor de fenóis e atividade antioxidante, conforme Dorman et al. (2003).

#### 5.4 Parâmetros químicos e físicos da CMS de tilápia-do-Nilo com e sem antioxidantes durante o armazenamento congelado por 120 dias

A análise de variância para os valores médios obtidos para TBARS, BNVT e pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” durante o armazenamento congelado durante 120 dias a -18 °C está apresentada na Tabela 9, demonstrando que os diferentes antioxidantes influenciaram o índice de oxidação lipídica e os valores de pH durante o período de armazenamento. Não foi observada interação significativa entre estes dois fatores para BNVT.

Tabela 9. Análise de variância (teste F) e valores médios para pH, TBARS (mg MDA.Kg<sup>-1</sup>) e BNVT (mgN.100g<sup>-1</sup>) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Fatores	Valores de F		
	pH	TBARS	BNVT
Antioxidantes (A)	5,09**	16,72**	1,71 <sup>NS</sup>
Período Armazenamento (P)	46,84**	595,75**	9,26**
Interação A x P	4,68**	6,02**	1,37 <sup>NS</sup>

A = antioxidantes adicionados à CMS. P = períodos de armazenamento.

<sup>NS</sup> não significativo. \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

O desdobramento da interação entre os antioxidantes e o período de armazenamento para os valores de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” está apresentado na Tabela 10, verificando-se variações entre os tratamentos, com alterações durante o período de armazenamento.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	pH			
	5 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Sem antioxidante	6,18 <sup>Ab</sup>	6,50 <sup>Aa</sup>	6,16 <sup>Bb</sup>	6,26 <sup>Ab</sup>
Orégano	6,17 <sup>Abc</sup>	6,55 <sup>Aa</sup>	6,10 <sup>Bc</sup>	6,30 <sup>Ab</sup>
Alecrim	6,28 <sup>Ab</sup>	6,32 <sup>BCa</sup>	6,09 <sup>Bc</sup>	6,16 <sup>Abc</sup>
Sálvia	6,22 <sup>Ab</sup>	6,51 <sup>Aa</sup>	6,13 <sup>Bb</sup>	6,24 <sup>Ab</sup>
Moringa	6,27 <sup>Abc</sup>	6,48 <sup>Aba</sup>	6,39 <sup>Aab</sup>	6,24 <sup>Ac</sup>
Propil galato	6,24 <sup>Aa</sup>	6,25 <sup>Ca</sup>	6,21 <sup>Ba</sup>	6,24 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os valores iniciais de pH foram semelhantes para todas as CMS e a utilização do antioxidante sintético (propil galato) proporcionou estabilidade no pH durante todo o período de armazenamento. Aos 60 dias houve aumento para as CMS elaboradas com orégano (6,55), sálvia (6,51) e para a sem antioxidante (6,50), e aos 90 dias foi observada diminuição para quase todos os valores de pH, com exceção para a CMS elaborada com moringa e propil galato. Os valores finais apresentaram-se semelhantes para todas as CMS, e próximos aos valores iniciais.

As curvas e as equações de regressão para os valores de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” elaborada com os diferentes antioxidantes e armazenada por até 120 dias estão apresentadas na Tabela 11 e Figura 6. A dependência dos fatores para a variação do pH foi de 100%, com exceção para a CMS com sálvia (99,3%) e com antioxidante sintético. Os valores de pH ficaram compreendidos entre 6,17 e 6,55, estando, portanto, dentro do estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2008), a qual determina valor de pH inferior a 6,8 para a carne de pescado.

O aumento do pH pode indicar degradação protéica, com liberação de substâncias como amônia e outras aminas (OGAWA & MAIA, 1999). Pode ainda, ser consequência da estocagem congelada, conforme verificado por Jesus et al. (2001) ao avaliar “minced fish” armazenados a -18 °C, que constataram aumento nos valores de 6,50 a 7,07, ao longo de 150 dias. Dessa forma, embora a medida de pH não seja

segura para indicar a decomposição quando usada isoladamente, ela é um dos indicativos de qualidade e da conservação da carne de pescado.

Tabela 11. Equações de regressão para os valores de pH da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamentos	F	R <sup>2</sup>	Equação
Sem antioxid.	29,49**	1,000	$Y = 6,17 + 0,0359x - 0,00072x^2 + 0,0000036x^3$
Com Alecrim	11,91**	1,000	$Y = 6,28 + 0,0189x - 0,00043x^2 + 0,0000023x^3$
Com Moringa	23,11**	0,993	$Y = 6,27 + 0,0070x - 0,00006x^2$
Com Orégano	57,94**	1,000	$Y = 6,17 + 0,0479x - 0,00099x^2 + 0,0000050x^3$
Com Propil galato	-	-	$Y = 6,24$
Com Sálvia	54,78**	1,000	$Y = 6,22 + 0,0376x - 0,00078x^2 + 0,0000039x^3$

\*\* p<0,001

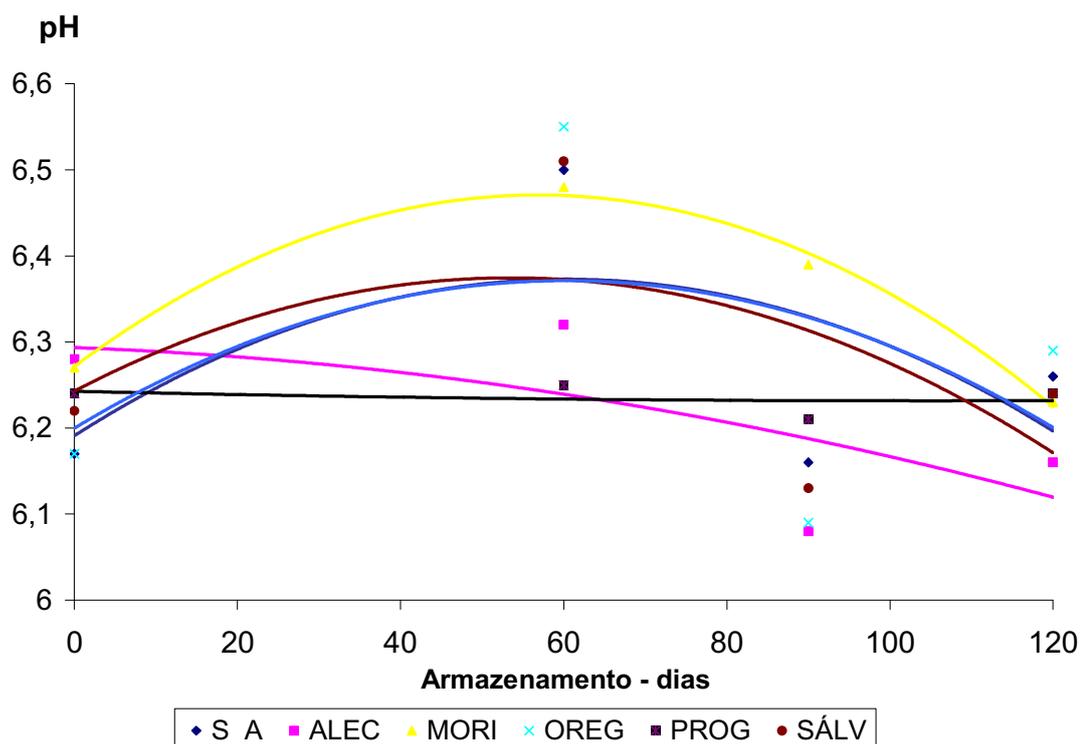


Figura 6. Valores médios de pH das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a -18°C por 120 dias.

Os resultados obtidos neste estudo discordam do comportamento do pH em CMS de pescado tratada com extratos de alecrim e estudados por Vareltzis et al. (1997) que observaram aumentos gradativo nos valores em 120 dias a -18 °C. Entretanto, Nieto et al. (2010) também não observaram mudanças significativas no pH da carne de carneiro, com adição de diferentes concentrações de extrato de alecrim por 21 dias a 4 °C.

Os valores de TBARS são utilizados como indicadores do grau de oxidação lipídica, sendo quantificados em miligramas de malonaldeído (MDA), que é a principal substância formada durante a oxidação. Os valores demonstraram que os diferentes antioxidantes influenciaram a taxa de oxidação lipídica ao longo do armazenamento (Tabela 9) e o desdobramento da interação está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas para TBARS (MDA.kg<sup>-1</sup>) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	TBARS (mgMDA.kg <sup>-1</sup> )			
	5 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Sem antioxidante	0,071 <sup>Ac</sup>	0,217 <sup>Aa</sup>	0,209 <sup>Aa</sup>	0,152 <sup>BCb</sup>
Orégano	0,049 <sup>Ac</sup>	0,158 <sup>Cb</sup>	0,208 <sup>Aa</sup>	0,164 <sup>ABCb</sup>
Alecrim	0,052 <sup>Ac</sup>	0,216 <sup>Aa</sup>	0,219 <sup>Aa</sup>	0,175 <sup>ABb</sup>
Sálvia	0,045 <sup>Ac</sup>	0,186 <sup>BCa</sup>	0,191 <sup>Aa</sup>	0,094 <sup>Db</sup>
Moringa	0,055 <sup>Ac</sup>	0,196 <sup>ABab</sup>	0,212 <sup>Aa</sup>	0,181 <sup>Ab</sup>
Propil galato	0,046 <sup>Ac</sup>	0,205 <sup>ABa</sup>	0,203 <sup>Aa</sup>	0,146 <sup>Cb</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

As CMS de tilápia + corte em “v” apresentaram valores iniciais de malonaldeído semelhantes e aos 60 dias a com orégano apresentou a menor oxidação (0,158 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>), a qual foi acompanhada pela que continha sálvia (0,186 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>). A maior oxidação, neste período, foi verificada para a CMS sem antioxidante, e o alecrim e moringa foram os antioxidantes naturais menos efetivos. O grau de proteção da oxidação pode estar associado à quantidade de compostos fenólicos presentes nestes condimentos, uma vez que o orégano e a sálvia foram os que apresentaram maiores concentrações.

Aos 90 dias de estocagem a -18°C observou-se aumento na oxidação lipídica para a CMS + corte em “v” com orégano e os valores foram semelhantes para todos os tratamentos. Houve diminuição dos valores aos 120 dias e o produto menos oxidado foi o que continha sálvia, e os demais que continham antioxidantes naturais foram semelhantes. Os produtos sem antioxidante e o com propil galato se oxidaram de maneira semelhante.

As variações para os valores de malonaldeído tiveram comportamento quadrático para a maioria dos antioxidantes. As equações e as curvas de regressão que melhores representam os resultados do índice de oxidação durante o armazenamento estão apresentadas na Tabela 13 e Figura 7.

Tabela 13. Equações de regressão para os valores de TBARS (mg MDA.Kg<sup>-1</sup>) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	F	R <sup>2</sup>	Equação
Sem antioxid.	175,38**	0,999	Y= 0,0714 + 0,0041x - 0,00029x <sup>2</sup>
Com Alecrim	163,18**	0,999	Y= 0,0528 + 0,0044x - 0,000028x <sup>2</sup>
Com Moringa	100,08**	0,999	Y= 0,0552 + 0,0037x - 0,000022x <sup>2</sup>
Com Orégano	14,02**	1,000	Y= 0,049-0,00039x+0,000062x <sup>2</sup> +0,00000043x <sup>3</sup>
Com Propil galato	187,64**	1,000	Y= 0,0467 + 0,0044x - 0,000030x <sup>2</sup>
Com Sálvia	5,64*	1,000	Y= 0,0455+ 0,0023x + 0,000016x <sup>2</sup> -0,00000027x <sup>3</sup>

\*\* p<0,001

A susceptibilidade à oxidação dos produtos cárneos pode estar relacionada à quantidade de lipídeos e ácidos graxos presentes. O processo de obtenção da CMS pode causar destruição das membranas musculares, facilitando a interação de agentes oxidantes com os ácidos graxos polinsaturados, resultando na propagação das reações oxidativas (ESTEVEZ et al., 2007).

Os resultados obtidos coincidem com os de Rossato (2010) ao observar que o orégano e o alecrim influenciam o processo oxidativo de hambúrgueres de CMS de tilápia, sendo o orégano mais eficiente para impedir a oxidação durante o congelamento por 120 dias. Piedade (2007) também verificou maior eficiência do orégano em relação ao alecrim na estabilidade oxidativa de almôndegas de sardinha refrigeradas a 4 °C por 6 dias. Yerlikaya & Gokoglu (2009), dentre outros autores,

propõem o uso de produtos vegetais em substituição aos antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos.

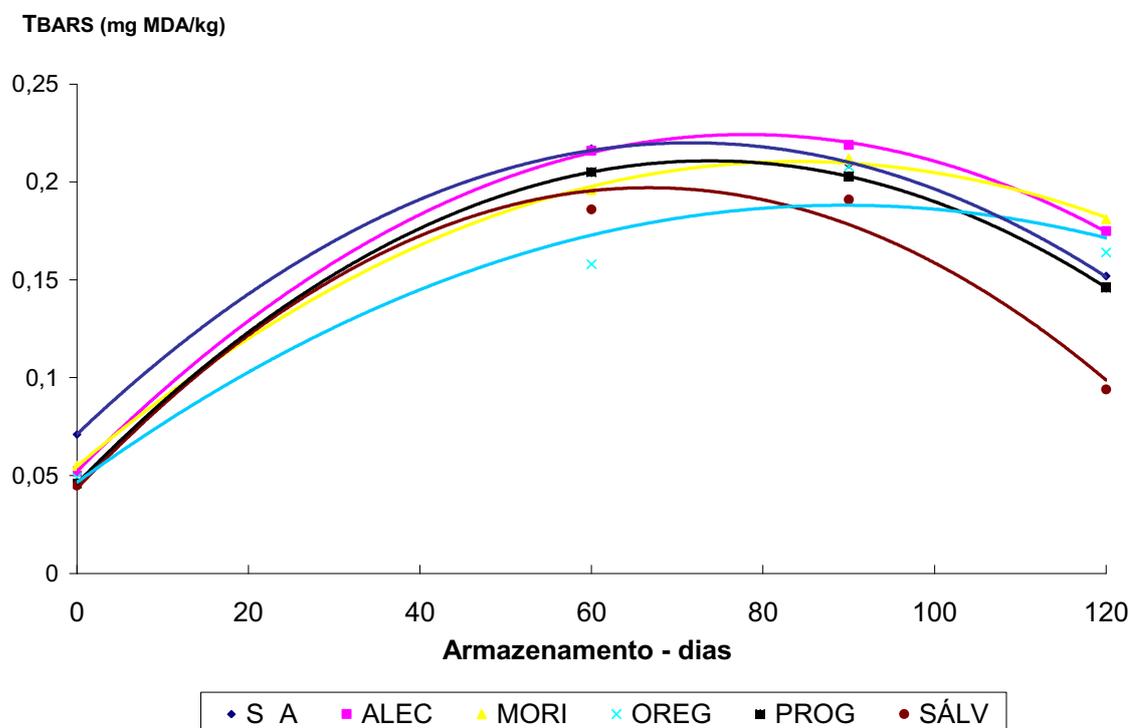


Figura 7. Valores médios de TBARS ( $\text{mg MDA.Kg}^{-1}$ ) das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 120 dias.

A legislação brasileira não indica um limite de oxidação lipídica avaliado pelo TBARS para produtos de pescado, porém alimentos muito oxidados são mais propícios à formação de compostos tóxicos como aldeídos, cetonas, álcool, ácidos e hidrocarbonetos (SUMMO et al., 2006). Conforme AL-Kahtani et al. (1996) o pescado pode ser considerado em bom estado de consumo, quando apresentar valores abaixo de  $3 \text{ mgMDA.kg}^{-1}$ . De acordo com Ke et al. (1984) valores abaixo de  $0,576 \text{ mgMDA.kg}^{-1}$ , a taxa de oxidação é baixa ou indica nenhuma rancificação e valores superiores a  $1,51 \text{ mg MDA.kg}^{-1}$  são classificados como inaceitáveis. Assim, os valores encontrados no final do período de armazenamento no presente estudo com a CMS de tilápia nilótica estão abaixo dos citados anteriormente, podendo-se afirmar que a taxa de rancificação das CMS foi muito baixa, até mesmo a que não continha antioxidante.

As Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) compreendem diversas substâncias, tais como amônia, trimetilamina e dimetilamina, e são originárias da decomposição de nucleotídeos e da desaminação dos aminoácidos por microrganismos (OGAWA & MAIA, 1999). Os valores médios para os tratamentos com CMS de tilápia com ou sem os antioxidantes apresentados na Tabela 9, evidenciam que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre eles, indicando que o frescor da CMS não foi alterado com a adição dos antioxidantes.

Durante o armazenamento foi verificada variação significativa nos teores de BNVT no início ( $11,42 \text{ mgN.}100\text{g}^{-1}$ ) e aos 60 dias ( $12,35 \text{ mgN.}100\text{g}^{-1}$ ) e nos demais períodos as concentrações não variaram, com valores respectivos aos 90 e 120 dias de  $11,79$  e  $11,83 \text{ mgN.}100\text{g}^{-1}$ .

A legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2000) estabelece valores abaixo de  $30 \text{ mgN.}100\text{g}^{-1}$  para pescados e derivados destinados ao consumo humano, e assim sendo, todas as amostras poderiam ser destinadas para consumo, quando considerado como parâmetro de qualidade os valores de BNVT.

A análise de variância dos valores obtidos para cor instrumental, avaliada pela luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” com e sem antioxidantes, durante o armazenamento congelado por período de 120 dias, estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Análise de variância (teste F) e valores médios para cor instrumental de CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Fatores	Valores de F		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Antioxidantes (A)	5,41**	21,41**	15,29**
Período Armazenamento (P)	92,72**	7,68**	17,35**
Interação A x P	7,94**	6,37**	4,62**

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p<0,01$ ).

Foram observadas interações entre os antioxidantes e período de armazenamento para todos os parâmetros. A Tabela 15 mostra o desdobramento da interação para a luminosidade, e as equações e curvas de regressão estão apresentadas na Tabela 16 e Figura 8, respectivamente.

O comportamento dos valores de  $L^*$  (luminosidade) foi cúbico, indicando que houve efeito do tempo de estocagem sobre este parâmetro, com aumento até 90 dias,

seguido de diminuição da luminosidade aos 120 dias, com exceção para o alecrim que manteve o valor. Somente no final do período as diferenças na luminosidade foram significativas, sendo as CMS elaboradas com sálvia, orégano e propil galato as que apresentaram os menores valores, proporcionando CMS de coloração mais escura.

Tabela 15. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de L\* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	Luminosidade (L*)			
	5 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Sem antioxidante	61,00 <sup>Ac</sup>	64,81 <sup>Ab</sup>	69,55 <sup>Aa</sup>	64,72 <sup>Ab</sup>
Orégano	61,09 <sup>Ab</sup>	65,58 <sup>Aa</sup>	67,96 <sup>Aa</sup>	56,42 <sup>Bc</sup>
Alecrim	64,30 <sup>Aa</sup>	67,52 <sup>Aa</sup>	66,09 <sup>Aa</sup>	65,00 <sup>Aa</sup>
Sálvia	61,24 <sup>Ab</sup>	64,90 <sup>Aa</sup>	67,04 <sup>Aa</sup>	56,55 <sup>Bc</sup>
Moringa	61,23 <sup>Ac</sup>	67,52 <sup>Aa</sup>	66,41 <sup>Aab</sup>	63,68 <sup>Abc</sup>
Propil galato	62,83 <sup>Ab</sup>	68,40 <sup>Aa</sup>	66,75 <sup>Aa</sup>	56,42 <sup>Bc</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores para luminosidade encontram-se dentro do esperado, conforme o proposto por Alvarez-Parrilla et al. (1997), onde o valor deve ser maior de 50 para surimi de tilápia. Nieto et al. (2010) não observaram influência significativa da adição de alecrim nos valores de L\* em carne de ovelha quando comparadas com produto controle, entretanto, os teores de luminosidade variaram durante o período de armazenamento.

A alteração na cor pode ser consequência das reações de oxidação ou outros processos deteriorativos, resultando em produto mais escuro. Entretanto, a sálvia retardou as reações de oxidação da CMS de tilápia ao final de 120 dias de armazenamento, mas apresentou a menor luminosidade, o que não permite estabelecer uma relação entre a adição do antioxidante e o valor de L\*.

Tabela 16. Equações de regressão para os valores de L\* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	F	R <sup>2</sup>	Equação
Sem antioxid.	14,52**	1,000	$Y= 61,0000 - 0,2856x + 0,0090x^2 - 0,000053x^3$
Orégano	21,75**	1,000	$Y= 61,0966 - 0,2788x + 0,0097x^2 - 0,00006490x^3$
Alecrim	8,12**	0,9925	$Y= 64,3212 + 0,0973x - 0,0007676x^2$
Sálvia	18,18*	1,000	$Y= 61,2400 - 0,2659x + 0,00901x^2 - 0,0000593x^3$
Moringa	25,53**	0,9951	$Y= 61,2694 + 0,1826x - 0,001361x^2$
Propil galato	97,01**	0,9685	$Y= 62,6740 + 0,2702x - 0,002653x^2$

\*\* p<0,001

Esta situação também foi observada por Rossato (2010) para hambúrgueres formulados com CMS de tilápia e orégano e alecrim, como antioxidantes, e armazenados por 4 meses.

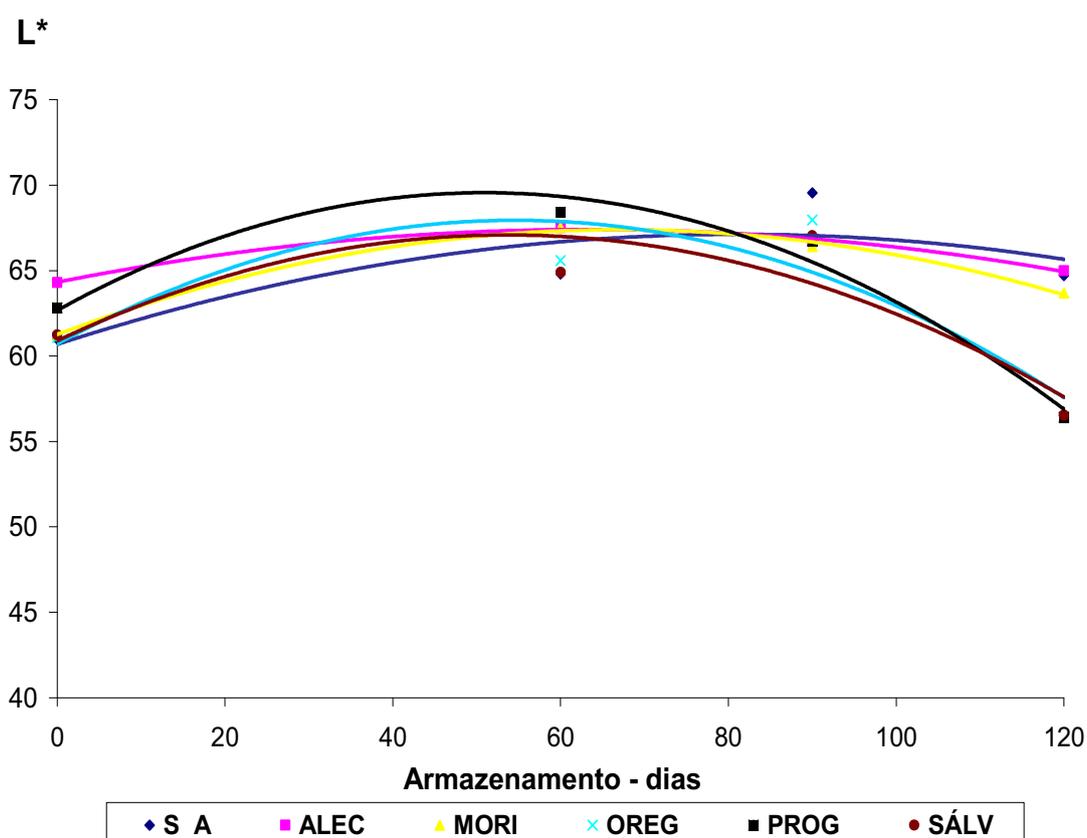


Figura 8. Valores médios de L\* das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a -18°C por 120 dias.

Os valores da intensidade de vermelho ( $a^*$ ) para as CMS elaboradas sem antioxidante e com alecrim não apresentaram alterações durante o armazenamento. A CMS elaborada com moringa apresentou as menores intensidades, em qualquer período analisado (Tabelas 17 e 18 e Figura 9), em consequência da presença de pigmentos de clorofila neste vegetal.

Tabela 17. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	Intensidade de vermelho ( $a^*$ )			
	5 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Sem antioxidante	4,97 <sup>Aa</sup>	4,97 <sup>Aba</sup>	5,75 <sup>Aba</sup>	4,79 <sup>BCa</sup>
Orégano	3,90 <sup>ABCa</sup>	3,66 <sup>Aa</sup>	2,29 <sup>CDa</sup>	3,59 <sup>Ca</sup>
Alecrim	3,51 <sup>ABCa</sup>	3,75 <sup>Ba</sup>	4,25 <sup>BCa</sup>	2,95 <sup>CDa</sup>
Sálvia	2,50 <sup>BCc</sup>	6,61 <sup>Aab</sup>	4,89 <sup>Bb</sup>	7,40 <sup>Aa</sup>
Moringa	2,24 <sup>Cab</sup>	3,75 <sup>Ba</sup>	1,81 <sup>Db</sup>	1,15 <sup>Db</sup>
Propil galato	4,53 <sup>ABb</sup>	6,44 <sup>Aa</sup>	7,14 <sup>Aa</sup>	5,85 <sup>ABab</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 18. Equações de regressão para os valores de  $a^*$  da CMS de tilápia-do- Nilo + corte em “v”.

Tratamento	F	R <sup>2</sup>	Equação
Sem antioxid.	----	----	Y= 5,12416
Alecrim	----	----	Y= 3,61750
Moringa	10,12 <sup>**</sup>	0,7862	Y= 2,3308 + 0,04246x - 0,000452x <sup>2</sup>
Orégano	4,88 <sup>**</sup>	1,000	Y= 3,9066 + 0,1115x - 0,0029x <sup>2</sup> + 0,00001626x <sup>3</sup>
Sálvia	18,05 <sup>**</sup>	1,000	Y= 2,50333 + 0,321138x - 0,006085x <sup>2</sup> + 0,00003125x <sup>3</sup>
Propil galato	8,50 <sup>**</sup>	0,9254	Y= 4,4868 + 0,06244x - 0,000415x <sup>2</sup>

\*\*  $p < 0,001$

Todos os tratamentos apresentaram valores baixos para este parâmetro, o que pode estar associado à pequena quantidade de músculo vermelho no resíduo da filetagem da tilápia, utilizado na obtenção da CMS.

A inclusão de 100% de CMS de tilápia na formulação de salsichas elaboradas por Oliveira-Filho (2009) diminuiu a intensidade de vermelho (2,25) em relação às elaboradas com o filé de tilápia (2,95), o que de acordo com os autores pode ser devido aos músculos vermelhos presente nos filés e as nadadeiras remanescentes dos resíduos da filetagem também contribuíram para a coloração mais escura da CMS. Entretanto, Bochi et al. (2008) constatararam que os valores de  $a^*$  dos hambúrgueres de jundiá aumentaram em função dos teores de CMS utilizados.

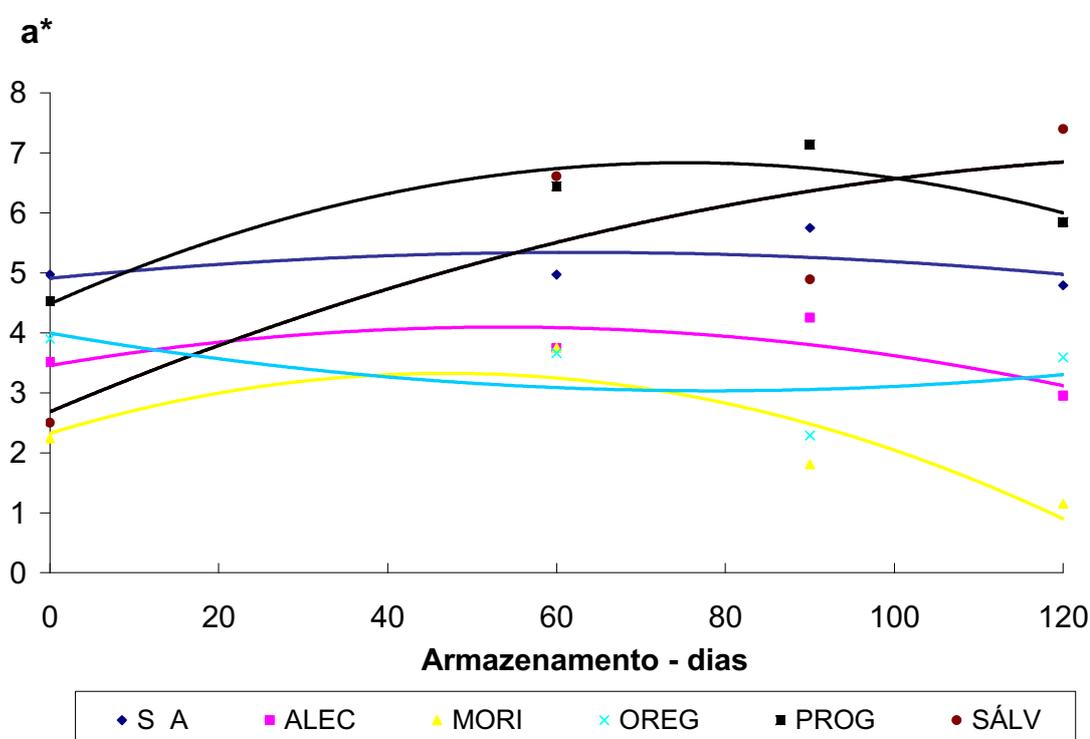


Figura 9. Valores médios de  $a^*$  das CMS de tilápia-do-Nilo + corte em "v", elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas por 120 dias.

As CMS elaboradas com moringa, sálvia e orégano apresentaram maior intensidade de amarelo ( $b^*$ ) no final do período, devido provavelmente a coloração mais acentuada destes ingredientes (Tabela 19). A intensidade de amarelo não foi alterada na CMS sem antioxidante e nem na elaborada com alecrim durante a estocagem (Tabela 20 e Figura 10). A adição de moringa intensificou esta tonalidade com a estocagem e o antioxidante sintético também propiciou aumento linear nessa cor.

A inclusão, por Oliveira Filho (2009), de CMS de tilápia na formulação de salsicha proporcionou variações nos valores  $b^*$  durante o armazenamento a 0 °C por 40 dias, diminuindo de 16,55 (ausência de CMS) para 11,45 (100% de CMS). Valor menor (12,54) foi obtido por Moreira (2005) para intensidade de amarelo para salsichas de filé de tilápia.

Tabela 19. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	Intensidade de amarelo ( $b^*$ )			
	5 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Sem antioxidante	10,34 <sup>BCa</sup>	9,03 <sup>Da</sup>	10,93 <sup>Ba</sup>	11,38 <sup>CDa</sup>
Orégano	14,05 <sup>Aab</sup>	13,28 <sup>ABCab</sup>	11,80 <sup>Bb</sup>	15,31 <sup>Aba</sup>
Alecrim	10,17 <sup>BCa</sup>	9,88 <sup>CDa</sup>	10,38 <sup>Ba</sup>	9,75 <sup>Da</sup>
Sálvia	8,94 <sup>Cc</sup>	14,41 <sup>ABb</sup>	12,75 <sup>ABb</sup>	18,46 <sup>Aa</sup>
Moringa	12,69 <sup>ABb</sup>	16,56 <sup>Aa</sup>	15,78 <sup>Aa</sup>	17,32 <sup>Aba</sup>
Propil galato	11,47 <sup>ABCb</sup>	11,76 <sup>BCDab</sup>	11,80 <sup>Bab</sup>	14,60 <sup>BCa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 20. Equações de regressão para os valores de  $b^*$  da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”.

Tratamento	F	R2	Equação
Sem antioxid.	----	----	$Y = 10,4241667$
Alecrim	----	----	$Y = 10,0491667$
Moringa	16,46 <sup>**</sup>	0,8255	$Y = 13,1569 + 0,03606x$
Orégano	4,30 <sup>*</sup>	1,000	$Y = 14,0500 + 0,15462x - 0,0043x^2 + 0,00002649x^3$
Sálvia	18,05 <sup>**</sup>	1,000	$Y = 8,9400 + 0,4462x - 0,00877x^2 + 0,00004766x^3$
Propil galato	5,88 <sup>**</sup>	0,5628	$Y = 10,9554 + 0,02154x$

\*\*  $p < 0,001$

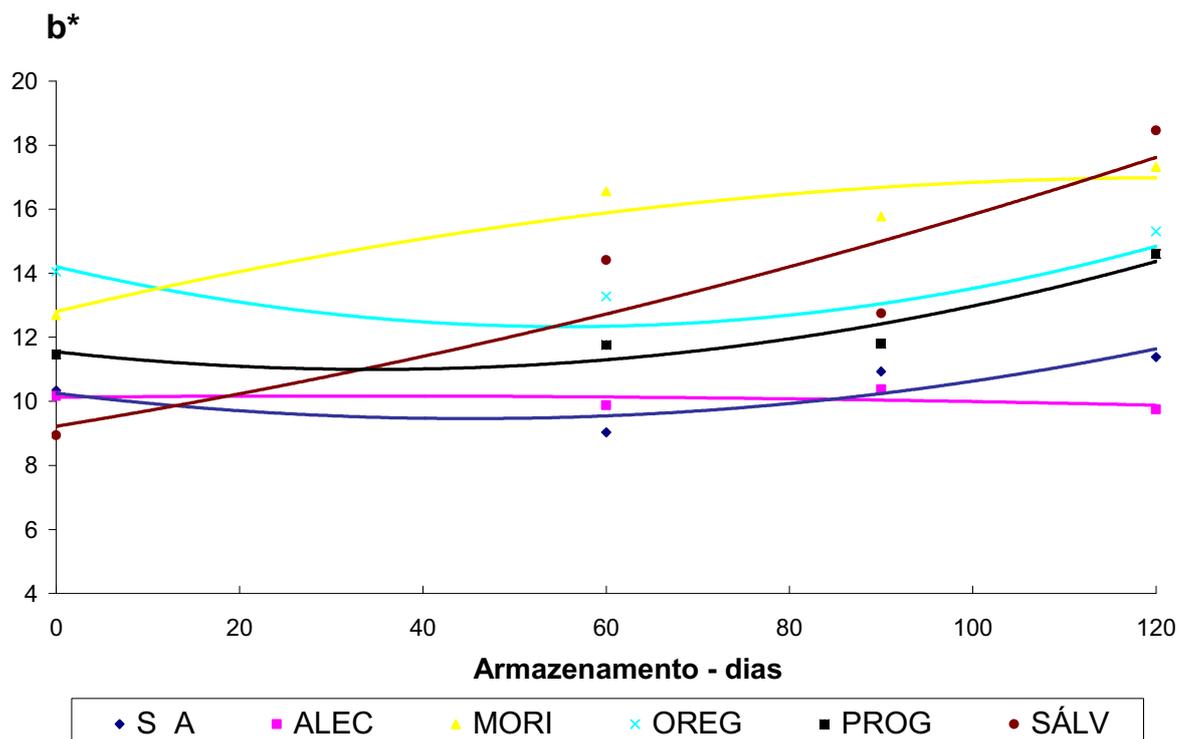


Figura 10. Valores médios de b\* da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v”, elaboradas com e sem antioxidantes e armazenadas a -18 °C por 120 dias.

### 5.5 Parâmetros químicos e físicos dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo

A análise de variância dos valores obtidos para pH e cor ( L\*, a\* e b\*) dos recheios elaborados com CMS de tilápia + corte em “v” com e sem antioxidantes e armazenados por 5 e 120 dias está apresentada na Tabela 21. Observou-se interação para o pH e cor, com exceção para a intensidade de amarelo.

Tabela 21. Análise de variância (teste F) e valores médios para pH e cor ( L\*, a\* e b\*) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Fatores	Valores de F			
	pH	L*	a*	b*
Antioxidantes (A)	7,55**	10,21**	3,20*	1,63 <sup>NS</sup>
Período Armazen. (P)	3,13 <sup>NS</sup>	14,53**	4,80*	3,38 <sup>NS</sup>
Interação A x P	35,83**	8,43**	3,55*	2,65 <sup>NS</sup>

A = antioxidantes adicionados à CMS usada na elaboração dos recheios; P = períodos inicial e final de armazenamento da CMS. <sup>NS</sup> não significativo. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05). \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

Considerando o efeito dos antioxidantes x armazenamento ( $p < 0,01$ ) (Tabela 22), os recheios apresentaram valores diferentes de pH quando elaborados com CMS contendo os vários antioxidantes e armazenada, tanto por 5 como por 120 dias. Os menores valores de pH para os recheios elaborados com CMS com 5 dias de armazenamento foram obtidos para aqueles com sálvia (6,20), cujo valor foi semelhante para os com moringa e propil galato; enquanto que os valores mais altos foram para os recheios contendo orégano (6,35) e alecrim (6,29). A ausência de antioxidante na CMS não alterou o pH dos recheios, uma vez que o valor obtido não diferiu dos que continham essa substância. Esta tendência foi a mesma observada para a CMS de tilápia-do-Nilo (Tabela 10), indicando que os outros ingredientes utilizados nas formulações dos recheios não influenciaram os valores de pH. Somente para a formulação que continha orégano o pH do recheio foi mais elevado (6,35) em relação a matéria-prima utilizada para sua elaboração (6,17).

Tabela 22. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de pH dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Tratamento	pH	
	5 dias	120 dias
Sem antioxidante	6,28 <sup>ABCa</sup>	6,16 <sup>Cb</sup>
Orégano	6,35 <sup>Aa</sup>	6,28 <sup>Bb</sup>
Alecrim	6,29 <sup>Aba</sup>	6,18 <sup>Cb</sup>
Sálvia	6,20 <sup>Cb</sup>	6,39 <sup>Aa</sup>
Moringa	6,27 <sup>BCb</sup>	6,37 <sup>Aa</sup>
Propil galato	6,23 <sup>BCb</sup>	6,35 <sup>ABa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Aos 120 dias o pH dos recheios sem antioxidante (6,16) e os que continham alecrim (6,18) apresentaram as menores medidas, cujos valores foram próximos aos da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” armazenada por este período (6,26 e 6,16, respectivamente). Para os demais recheios foi observado acréscimo nas unidades de pH, com exceção ao orégano, porém o valor (6,28) foi semelhante ao da CMS (6,30). Apesar das variações, as medidas de pH estão dentro do estabelecido pela legislação

vigente (BRASIL, 2008), a qual determina valor de pH inferior a 6,8 para a carne de pescado.

Os valores de pH, embora apresentam variações dentre as espécies de pescado, o método de captura, o manuseio e o armazenamento, sofrem alterações durante a decomposição do produto. A degradação protéica que ocorre nos pescados e em seus derivados gera amônia e aminas, dentre outras substâncias, que resultam no aumento do valor de pH (OGAWA & MAIA, 1999). Dessa forma, embora a medida de pH não seja segura para indicar a decomposição quando usada isoladamente, ela é um dos indicativos de qualidade e da conservação da carne de pescado.

Oliveira Filho et al. (2010) ao medir o pH de salsichas elaboradas com CMS de tilápia observaram queda no valor durante o período de estocagem por 40 dias a 0 °C. De acordo com Franz & Holy (1996) esta situação é decorrente da acidificação do meio causado por bactérias lácticas, psicrotróficas e competidoras das bactérias patogênicas.

Os resultados obtidos para a análise colorimétrica indicaram alterações significativas na luminosidade e na intensidade de vermelho em função dos antioxidantes e do período de elaboração dos recheios (Tabela 23).

Tabela 23. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de L\* dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Tratamento	Luminosidade (L*)	
	5 dias	120 dias
Sem antioxidante	65,93 <sup>Aa</sup>	62,90 <sup>Ab</sup>
Orégano	57,56 <sup>Db</sup>	63,77 <sup>Aa</sup>
Alecrim	61,44 <sup>Ca</sup>	63,45 <sup>Aa</sup>
Sálvia	64,83 <sup>Aba</sup>	64,69 <sup>Aa</sup>
Moringa	60,06 <sup>CDb</sup>	63,29 <sup>Aa</sup>
Propil galato	62,06 <sup>BCa</sup>	63,78 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A luminosidade dos recheios elaborados com CMS armazenada por 5 dias e contendo orégano (57,56) e moringa (60,06) foram menores, e as do sem antioxidante (65,93) e sálvia (64,83) foram maiores, os quais em relação à CMS também tiveram a

lumisosidade aumentada. Os demais recheios apresentaram luminosidades semelhantes entre si, e bem próximos aos da CMS avaliada neste período, com exceção ao contendo orégano que apresentou-se menos luminoso. Com 120 dias de armazenamento a CMS proporcionou recheios com luminosidades semelhantes, sendo que para o orégano e a moringa os produtos apresentaram-se mais claros em relação ao início. Considerando os valores obtidos para a CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” (Tabela 15) os recheios contendo os antioxidantes orégano, sálvia e propil galato apresentaram maiores variações na luminosidade e os demais valores foram muito próximos.

O desdobramento da interação para a intensidade da cor vermelha está apresentado na Tabela 24.

Tabela 24. Desdobramento da interação entre antioxidantes e períodos de armazenamento para as médias obtidas das medidas de  $a^*$  dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

Tratamento	Intensidade de vermelho ( $a^*$ )	
	5 dias	120 dias
Sem antioxidante	1,87 <sup>ABa</sup>	1,82 <sup>Aa</sup>
Orégano	1,33 <sup>ABa</sup>	1,52 <sup>Aa</sup>
Alecrim	2,55 <sup>Aa</sup>	1,11 <sup>Ab</sup>
Sálvia	2,59 <sup>Aa</sup>	1,45 <sup>Ab</sup>
Moringa	0,58 <sup>Ba</sup>	1,38 <sup>Aa</sup>
Propil galato	2,37 <sup>Aa</sup>	1,57 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Observou-se que todos os tratamentos apresentaram valores baixos para este parâmetro, contudo, houve variação entre eles no início do armazenamento da CMS. O tratamento com moringa apresentou a menor média, com valores semelhantes para o recheio sem antioxidante e com orégano. A CMS armazenada por 120 dias proporcionou recheios com intensidade da cor vermelha igual para todos os tratamentos. Somente os recheios com alecrim e sálvia tiveram a intensidade de vermelho diminuída aos 120 dias. Em relação à CMS, quase todos os recheios tiveram os valores de  $a^*$  diminuídos, exceto o elaborado com sálvia e moringa que praticamente não foram alterados, no início e final do período, respectivamente. Estes

resultados podem ser devido à inclusão dos ingredientes não cárneo na formulação dos recheios, os quais não contem esta coroma, além do que à pequena quantidade de músculo vermelho no resíduo da filetagem da tilápia, utilizado na obtenção da CMS.

Os valores de  $b^*$  (intensidade de amarelo) não foram alterados nem com os antioxidantes e nem com o armazenamento, porém foram bem superiores aos da CMS ( $17,38 \pm 0,82$ ), devido à coloração amarela dos ingredientes adicionados na elaboração dos recheios (proteína texturizada de soja, farinha de rosca, alho e cebola).

A oxidação lipídica dos recheios elaborados com CMS de tilápia contendo antioxidantes e armazenadas por 120 dias está apresentada na Tabela 25. Observou a mesma tendência de oxidação dos recheios em relação à CMS, ou seja, os recheios elaborados com CMS contendo sálvia e propil galato foram os menos oxidados, enquanto os elaborados com alecrim e moringa apresentaram os maiores valores. Com estes resultados é possível verificar que a manipulação da CMS para a elaboração dos recheios, mesmo na presença de luz e oxigênio, não alterou a rancificação dos produtos.

Tabela 25. Valores para TBARS ( $\text{mgMDA.Kg}^{-1}$ ) dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo.

<b>Amostras</b>	<b>TBARS</b>
Sem antioxidante	0,15 <sup>b</sup>
Orégano	0,16 <sup>a,b</sup>
Alecrim	0,17 <sup>a</sup>
Sálvia	0,09 <sup>c</sup>
Moringa	0,18 <sup>a</sup>
Propil galato	0,14 <sup>b</sup>
Teste F	52,46 <sup>**</sup>
CV (%)	5,0

<sup>a,c</sup> Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
CV - Coeficiente de variação.

## 5.6 Análise microbiológica

Os produtos à base de pescado refrigerados ou congelados, do tipo hambúrgueres e similares, devem ser submetidos às análises microbiológicas estabelecidas pela Resolução RDC – nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – a qual estabelece ausência de *Salmonella* em 25 g do produto, limite máximo de  $10^2$ . g<sup>-1</sup> para coliformes a 45° C e  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> para estafilococos coagulase positiva. Portanto, em atendimento ao estipulado pela legislação, todas as formulações dos recheios produzidos neste trabalho foram submetidas às análises microbiológicas aos 5 dias (tempo inicial) e 120 dias (tempo final) de armazenamento.

Os resultados obtidos indicaram que não foram detectadas as bactérias patogênicas *Salmonella* e estafilococos coagulase positiva nos dois períodos avaliados. Em relação aos coliformes totais e a 45 °C (termotolerantes), os recheios apresentaram contagem inicial  $<3$  NMP.g de amostra<sup>-1</sup>, tanto no período inicial quanto no final de armazenamento a -18 °C (Tabelas 26 e 27), atestando, assim, que todas as amostras apresentaram inicialmente boa qualidade microbiológica e permaneceram adequadas para consumo, durante o período de estocagem por 4 meses.

Os resultados da contagem de bactérias aeróbias psicotróficas realizada nos recheios elaborados com CMS de tilápia com 5 e 120 dias de armazenamento a -18 °C evidenciaram inicialmente maior população microbiana nos tratamentos sem antioxidantes e com propil galato, porém redução na população de microrganismos psicotróficos foi observada para todos os recheios elaborados com CMS armazenada por 120 dias. Os tratamentos com orégano e alecrim apresentaram aos 120 dias, numericamente, a menor contagem.

Tabela 26. Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas (UFC.g<sup>-1</sup>), estafilococos coagulase positiva (UFC.g<sup>-1</sup>), CT (NMP.g<sup>-1</sup>) e CF (NMP.g<sup>-1</sup>) de recheios de CMS de tilápia-do-Nilo com 5 dias de armazenamento.

Tratamentos	Psicrotróficos (UFC.g <sup>-1</sup> )	Estafilococos coagulase positiva (UFC.g <sup>-1</sup> )	CT (NMP.g <sup>-1</sup> )	Termotolerantes (NMP.g <sup>-1</sup> )
Sem Antioxid.	9,3 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>
Orégano	4,5 x 10 <sup>5</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	<3,0
Alecrim	6,4 x 10 <sup>5</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	7,5 x 10 <sup>3</sup>	4,0
Sálvia	6,1 x 10 <sup>4</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>2</sup>	<3,0
Moringa	3,8 x 10 <sup>4</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>2</sup>	<3,0
Propil galato	8,1 x 10 <sup>5</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	4,6 x 10 <sup>2</sup>	<3,0

CT – coliformes totais

CF – Coliformes Fecais ou termotolerantes

UFC.g<sup>-1</sup> - Unidades formadoras de colônias por grama de amostra

NMP.g<sup>-1</sup> – Número mais provável por grama de amostra

Tabela 27. Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas (UFC.g<sup>-1</sup>), estafilococos coagulase positiva (UFC.g<sup>-1</sup>), CT (NMP.g<sup>-1</sup>) e CF (NMP.g<sup>-1</sup>) de recheios de CMS de tilápia-do-Nilo com 120 dias de armazenamento.

Tratamentos	Psicrotróficos (UFC.g <sup>-1</sup> )	Estafilococos coagulase positiva (UFC.g <sup>-1</sup> )	CT (NMP.g <sup>-1</sup> )	Termotolerantes (NMP.g <sup>-1</sup> )
Sem Antioxid.	2,3 x 10	6,0 x 10	<3,0	<3,0
Orégano	1,1 x 10	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	4,6 x 10 <sup>4</sup>	<3,0
Alecrim	1,3 x 10	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	90,0	<3,0
Sálvia	9,8 x 10	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	<3,0
Moringa	5,2 x 10	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>3</sup>	<3,0
Propil galato	7,8 x 10	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	7,5 x 10 <sup>2</sup>	<3,0

CT – coliformes totais

CF – Coliformes Fecais ou termotolerantes

UFC.g<sup>-1</sup> - Unidades formadoras de colônias por grama de amostra

NMP.g<sup>-1</sup> – Número mais provável por grama de amostra

A ação antimicrobiana do orégano também foi verificada por Sahin et al (2003), perante algumas bactérias de interesse em alimentos. Corbo et al. (2008) verificaram potencial de inibição do alecrim em relação à bactéria *P. phosphoreum*, responsável pela deterioração de pescados, em experimentações *in vitro*. Em hambúrgueres de

bacalhau com adição de timol; substância presente no orégano, e uso de atmosfera modificada constataram grande inibição de microrganismos aeróbios psicotróficos deteriorantes. Bordignon et al. (2010) ao avaliar microbiologicamente as aparas do corte em “v” e a CMS de tilápia usada na elaboração de croquetes encontraram valores para microrganismos psicotróficos de  $3,6 \times 10^3$  e  $2,0 \times 10^4$ , respectivamente.

## 5.7 Análise sensorial

Os atributos sensoriais dos recheios elaborados com CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” contendo antioxidantes e congeladas por 5 dias e 120 dias, estão apresentados na Tabela 28. Os atributos aparência e cor não foram afetados pelos antioxidantes, e este fato pode ser caracterizado como positivo, pois segundo Ferreira et al. (2000) e Meilgaard et al (1999), são atributos que mais influenciam a opinião do consumidor na sua decisão de compra e conseqüente consumo ou não do produto.

Tabela 28. Análise de variância (teste F) e valores médios para os atributos da análise sensorial dos recheios de CMS de tilápia-do-Nilo elaboradas com e sem antioxidantes.

Fatores	Valores de F				
	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
Antioxidantes (A)	2,04 <sup>NS</sup>	1,44 <sup>NS</sup>	7,44 <sup>**</sup>	3,57 <sup>**</sup>	6,09 <sup>**</sup>
Período de Armaz. (P)	6,55 <sup>*</sup>	5,48 <sup>*</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>
Interação A x P	0,63 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>	0,78 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	0,82 <sup>NS</sup>
<b>Médias para Antioxidantes (A)</b>					
Sem Antioxidante	7,30	7,32	7,61 <sup>a</sup>	7,48 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>
Orégano	7,10	7,15	7,47 <sup>ab</sup>	7,50 <sup>a</sup>	7,57 <sup>ab</sup>
Alecrim	7,07	7,04	6,91 <sup>d</sup>	7,07 <sup>b</sup>	7,17 <sup>c</sup>
Sálvia	6,89	7,03	7,04 <sup>cd</sup>	7,17 <sup>ab</sup>	7,19 <sup>c</sup>
Moringa	7,06	7,10	7,08 <sup>bcd</sup>	7,24 <sup>ab</sup>	7,31 <sup>bc</sup>
Propil galato	7,13	7,07	7,36 <sup>abc</sup>	7,35 <sup>ab</sup>	7,48 <sup>abc</sup>
<b>Médias para período de Armazenamento (P)</b>					
5 dias	6,99 <sup>b</sup>	7,03 <sup>b</sup>	7,26	7,30	7,42
120 dias	7,19 <sup>a</sup>	7,20 <sup>a</sup>	7,22	7,30	7,38

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A = antioxidantes contidos na CMS usada na elaboração dos recheios; P = períodos inicial e final de armazenamento. <sup>NS</sup> não significativo. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

O sabor dos recheios elaborados com CMS sem antioxidante, com óregano e com propil galato apresentaram as melhores notas pelos provadores, para o teste de aceitação, enquanto os elaborados com alecrim foram os menos aceitos, acompanhados com os elaborados com sálvia e moringa. Este mesmo comportamento foi observado para o atributo textura, sendo a menor nota atribuída para os recheios com alecrim, em relação aos sem antioxidante e com orégano. Os demais recheios apresentaram textura semelhante.

A avaliação do atributo impressão global indicou que as amostras, as quais foram atribuídas maiores notas, foram as que não continham antioxidante, seguidas pelas elaboradas com orégano e propil galato. As formulações menos apreciadas pelos provadores foram as que continham alecrim e sálvia.

A avaliação sensorial dos recheios, apesar das diferenças entre os antioxidantes, indicou boa aceitação pelos provadores com notas médias superiores a 7, que na escala hedônica corresponde a “gostei moderadamente”. Os resultados indicaram a viabilidade da elaboração de um produto a partir de CMS de pescado, e o uso dos antioxidantes teve influência na aceitação. Ressalta-se que, entre os recheios elaborados com antioxidantes naturais, o com orégano foi o que mais agradou, por ser entre as especiarias a mais utilizada na culinária, e assim, os provadores habituados com o seu sabor.

Alguns autores relataram que os produtos por eles elaborados foram bem aceitos, como Gryscek (2001) que obteve boa aceitação de “fishburgers” de CMS e Kirschnik (2007) que também obteve bons resultados no teste de aceitação global de “nuggets” elaborados com CMS de tilápias. De acordo com Rossato (2010) a elaboração de hambúrguer com CMS de tilápia é uma alternativa ao consumo de alimentos a base de pescado, e o uso do orégano como antioxidante além de prevenir a oxidação favorece a sua aceitação pelos provadores.

O período de armazenamento da CMS por 5 e 120 dias não interferiu nos atributos sabor, textura e impressão global, porém a aparência e cor dos recheios foram melhoradas com o uso nas formulações da CMS armazenada por 120 dias. Assim, as médias das notas atribuídas para todos os parâmetros avaliados indicaram que o armazenamento da CMS com antioxidantes por 120 dias, não prejudicou a aceitação do produto elaborado, sendo uma alternativa para a indústria de pescado.

# *CONCLUSÃO*

## 6. CONCLUSÕES

- A composição química da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” possibilita a sua utilização em formulações de produtos destinados à nutrição humana, aproveitando desta maneira os resíduos da filetagem.

- A oxidação lipídica da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” congelada é baixa, e a sálvia é o antioxidante natural mais eficiente para retardar as reações de oxidação.

- O armazenamento por 120 dias a -18 °C da CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” não altera as características sensoriais do produto com ela elaborado, o que pode ser indicado como processo de conservação pela indústria de pescado.

- Os antioxidantes naturais adicionados à CMS de tilápia-do-Nilo + corte em “v” influenciam a aceitação dos recheios produzidos, e o com orégano é o mais apreciado.

# *REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AAL, H. Using antioxidants for extending the shelf life of frozen Nile karmout (*Clarias lazera*) fish mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, v.10, n. 4, p. 87-99, 2001.

AFONSO, M. S.; SANT'ANA, L. S.; MANCINI-FILHO, J. **Interação entre antioxidantes naturais e espécies reativas do oxigênio nas doenças cardiovasculares: perspectivas para a contribuição do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.).** *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 35, n. 1, p. 129-148, abr. 2010.

AIURA, F. S. **Ação do extrato de alecrim e fontes de óleo na qualidade de filés de tilápia do nilo.** Tese (Doutorado) em Produção Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - Jaboticabal. 2007.

AKGUL, A., KIVANÇ, M. Inhibitory effect of selected Turkish spices and oregano components on some foodborne fungi. **International Journal of Food Microbiology**, 6: 263-268, 1988.

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; LLUCH, A. P. M. A. Preparación y caracterización química y microestructural de surimi de merluza (*Merluccius merluccius*) y de jurel (*Trachurus trachurus*). *Food Science and Technology Internacional*, v. 3, p. 49-60, 1997.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed., Washington, 1992.

ARAÚJO, J.M.A. *Química de Alimentos: teoria e prática*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 478 p.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal do tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th. ed. Arlington: AOAC, 1995. 2 v.

AZIZAH, A. H.; RUSLAWATI, N. M. N.; TEE, T. S. Extraction and characterization of antioxidant from cocoa by-products. **Food Chemistry**, London, v. 64, n. 2, p. 199-202, 1999.

BAILEY, A. E. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. 5ª ed. John Wiley: New York, v.3, 1996.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos**, versão 1.0, 2010.

Barbosa-Filho JM, Vasconcelos THC, Alencar AA, Batista LM, Oliveira RAG, Guedes DN, Falcão HS, Moura MD, Diniz MFFM, Modesto-Filho J 2005. Plants and their active constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity. *Rev BrasFarmacogn* 15: 392-413.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n.1, p.113-126, 2006.

Barreto LV, Costa Feitosa AMS, Araújo JT, Chagas KF, Costa K. Acción antimicrobiana in vitro de dentífricos conteniendo fi totterápicos. **Avances em Odontostomatología**. v.21, p. 95-201, 2005.

BASÍLICO, M.Z.; BASÍLICO, J.C. Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL growth and ochratoxin A production. **Letters in Applied Microbiology**. 29: 238-241, 1999.

BENJAKUL, S. et al. Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. **Food Chemistry**, London, v.90, p.231-239, 2005.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENT..., V.G.; MEDEIROS FILHO, S. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (Moringa oleifera Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato**. Horticultura Brasileira, Brasília, Vol. 22, nº 2, 2004.

BHALE, S.D. et al. Oregano and Rosemary Extracts Inhibit Oxidation of Long-Chain n-3 Fatty Acids in Menhaden Oil. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, 2007.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**.v. 12, n.2, p. 123-130, 1999.

BISSET, N. G., WICHTL, M. **Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals – A handbook for practice on a scientific basis with reference to German Comision e Monographs 2**. Medpharm 2001. p. 440-443.

BOCHI, V.C. et al. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8844–8849, 2008.

BORDERÍAS, A.J.; MATEOS, M.P. Productos pesqueros reestructurados, **Alimentaria**, p. 53-62 enero-febrero, 1996.

BORDIGNON, A.C. et al. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum Animal Sciences** Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BORGSTROM, G. Fish as food. New York: Academic Press, 1962. v. 2, 777 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 20. Anexo IV. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 de agosto de 2000.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Informações e Estatísticas. Estatística da Pesca e Aquicultura. Estatística da Pesca e Aquicultura no Brasil 2008/2009. Informações Disponível em: <http://www.mpa.gov.br>. Acesso em 15 de dezembro de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura. Circular 28/DICAR. Brasília, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Revisão RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal de 08/07/2008. Disponível em <http://www.gipescado.com.br/arquivos/rispoa.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, 2001. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de janeiro 2001.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317-333, Nov. 1998.

BUCK, D. F. Antioxidants in soy oil. **Journal of the American Oil Chemical Society**, v.58, p.275-278, 1981.

CAKLI, S.; TASKAYA, L.; KISLA, D.; ÇELIK, U.; ATAMAN, C. A.; CADUN, A.; KILINC, B.; MALEKI, R. H. Production and quality of fish fingers from different fish species. **European Food Research Technology**, v. 220, p. 526-530, 2005.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. **Boletim da SBCTA**. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CHANG, C.C.; TSAI, J.S.; CHANG, C.M. Textural characteristics of tilapia emulsified sausage. **Food-Science-Taiwan**, v.23,n.4, p.567-574, 1996.

CHANG, C.; YANG, M.; WEN H.; CHERN, J. Estimation of total flavonoid content in ptopolis by two complementary colorimetric methods. **Journal Food Drug Analysis**, v.10, p.178-182, 2002.

CHUANG, PING-HSIEN., LEE, CHI-WEI., CHOU, JIA-YING., MURUGAN, M., SHIEH, BOR-JINN., CHEN, HUEIH-MIN. (2007). "Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam". **Bioresource Technology**, v. 98, pp. 232–236.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994.

CORBO, M.R. et al. Study on the synergic effect of natural compounds on the microbial quality decay of packed fish hamburger. **International Journal of Food Microbiology**, v. 127, p. 261–267, 2008.

CUVELIER, M. E.; BERSET, C., RICHARD, H. Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). **Jornaul of Agriculture and Food Chemistry.**, 42, 665-669, 1994.

DAOUK, K.D., DAGHER, M.S., SATTOUT, J.E. Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. **Journal of Food Protection**, v. 58, p.1147-1149, 2003.

DAROS, F.G.; MASSON, M.L.; AMICO, S.C. The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.185-189, 2005.

DEANS, S. G.; RITCHIE, G. Antibacterial properties of plant essential oils. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, n. 5, p. 165-180, 1987.

DORMAN, H. J.; KOSAR, M.; KAHLOS, K.; HOLM, Y.; HILTUNEN, R. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties and cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, California, v. 51, n. 16, p. 4563-4569, 2003.

EMBRAPA. A aqüicultura e a atividade pesqueira. 2006 Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic>. Acesso em 20 fev 2010.

EYMARD, S.; CARCOUET, E.; ROCHET, M. J.; DUMAY, J.; CHOPIN, C.; GENOT, C. Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 1750-1756, 2005.

FAO/WHO (1994) - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Draft revised Standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh (Appendix IV). Codex Alimentarius Commission, Report of the 21st Session the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Roma, p. 47-57,1994.

FAO/WHO (2008) - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Fishery information, data and statistics unit. fishstat plus: universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Rome, 2006. Acesso em 20 novembro de 2010 em <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>.

FERREIRA, V.L.P. 2000. **Análise Sensorial: Testes Discriminativos e Afetivos**, 1ª ed., Campinas – SP. SBCTA. 127p.

FAHEY, J. W.; **Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1**. Trees for Life Journal a forum on beneficial trees and plants, Maryland, USA: 2005.

FERREIRA, P.M.P.; FARIAS, D.F.; OLIVEIRA, J.T.A; CARVALHO, A.F.U. *Moringa oleifera*: compostos bioativos e potencialidade nutricional **Revista de Nutrição**, Campinas, v.21, n.4, p.431-437, 2008.

FRANCO, B.D.G.M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 182p.

FRANZ, C.M.A.P.; HOLY, A.V. Bacterial populations associated with pasteurized vacuum-packed Vienna sausages. **Food Microbiology**, v.13, p.165-174, 1996.

GALLÃO, A. I.; DAMASCENO, L.F.; BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n. 1, 2006.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**, 1. ed. São Paulo: Nobel, 1984.

GOMES, J.C et al. Processamento e caracterização do surimi de peixe de água doce, **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.14, n.2, p.226-237, 1994.

GONÇALVES, R.M., GONÇALVES, J.R., GONÇALVES, R.M., OLIVEIRA, R.R., OLIVEIRA, R.A, LAGE, M.A. Avaliação Físico-Química e Conteúdo de Metais Pesados em Carne Mecanicamente Separada (Cms) de Frango e de Bovino Produzidas no Estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 553-559, abr./jun. 2009.

GRYSCHKEK, S. F. B.; OETERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 3, p. 57-69, 2003.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.C. Free radicals and antioxidants in the year 2000. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 899, p. 136-147, 2000.

HASSAN, F.; MATHEW, S. Physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of washed fish mince prepared from some selected species of fish. **Journal of Food Science and Technology**, v. 36, n. 5, p. 459-462, 1999.

HERRERA, J.J.R., BERNÁRDEZ, M.; SAMPEDRO, G.; CABO, M.L.; PASTORIZA, L. Possible role for cryostabilizers in preventing protein and lipid alterations in frozen-stored minced muscle of atlantic mackerel. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 3324-3333, 2006.

HOWGATE, P. Determination of total volatile bases. Aberdeen: Torry Research Station, 1976. ITD 564, Appendix 4.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da confederação. Brasília: IBAMA 2008, 174p.

JANH, S.A.A. Proper use of African natural coagulants for rural water supplies – Research in the Sudan ad a guide for new projcets. Rossdorf: - Verlagsellschaft, 1986.

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**, n.21, v.2, p. 144-148, 2001.

JOSLYN , M.A. Methods in food analysis physical, chemical and instrumental methods of analysis. 2nd. ed. New York: Academic Press, 1970. 845 p.

KE, P. J.; CERVANTES, E.; ROBLEMARTINEZ, C. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (tbars) in fish tissue by an improved distillationspectrophotometric method. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 35, p. 12481254, 1984.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Jaboticabal, 2007, 91p. Tese (Doutorado em Aqüicultura), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aqüicultura/UNESP - Jaboticabal. 2007.

KIRSCHNIK, P.G.; MACEDO-VIEGAS, E.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a –18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(1): 200-206, jan.-mar. 2009.

KULISIC, T. et al. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. **Food Chemistry**, v. 85, p.633-640, 2004

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e inibidores no processo de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2002.

KURADE, S. A., BARANOWSKI, J. D. Prediction of shelf-life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 2, p. 300, 1987.

LANARA - Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. Brasília-DF: Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. 1981.

LEE, J.W.; PARK, K.S.; KIM, J.G.; OH, S.H; KIM, J.H.; BYUN, M.W. Combined effects of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf-life of a ready-to-eat hamburger steak. **Radiation Physics and Chemistry**, v.72, n.1, p.49-56, 2005.

Lima CF, Andrade PB, Seabra RM, Fernandes-Ferreira M,Pereira-Wilson C 2005. The drinking of a *Salvia offi cinalis* infusion improves liver antioxidant status in mice and rats. **Journal of Ethnopharmacol** 97: 383-389

LISTON, J. Microbial hazards of sea food consumption. **Food Technology**, p. 56-62, Dec. 1990.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002.

LUZIA L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, M.N. et al. Avaliação da peroxidação lipídica em cinco espécies populares de pescados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Fortaleza: SBCTA, 2000. v.2, p.5.133.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R.; KRONKAS, S.N. estudo da carcaça de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Acta Scientiarum**, v.19, n.3, p.863-870, 1997.

MACEDO-VIEGAS, E.M. A aquicultura e o processamento de pescado no Brasil. **Revista Nacional da Carne**. v. 278, ano 24, p.18-23, abril 2000.

MACHADO, Z.L. **Tecnologia de produtos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos**. Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife, 1984. 277p.

Makkar, H. P. S.; Becker, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera. **Animal feed science and technology**, v. 63, p. 211- 228, 1996.

MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus* L.** 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 1997.

MARIUTTI, Lilian Regina Barros. **Efeito da adição de sálvia e alho na oxidação lipídica em carne de Frango** - Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2009.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes naturais da Família Lamiaceae – Aplicação em produtos alimentícios. **Brazilian Journal Food Technology**. Campinas, v.10, n.2, p.96-103, 2007.

MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2003, 220 p.

MATA, A.T.; PROENÇA, C.; FERREIRA, A.R.; SERRALHEIRO, M.L.M.; NOGUEIRA, J.M.F. Antioxidant and antiacetylchoalonerase activities of Five plants used as portuguese food spices. **Food Chemistry Barking**, v.103, n.3, p.778-786, 2006.

MATTHÄUS, B., Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**., v.50, p. 3444-3452, 2002.

MEDINA, I. et al. Effect of hydroxycinnamic acids on lipid oxidation and protein changes as well as water holding capacity in frozen minced horse mackerel white muscle. **Food Chemistry**, London, v.114, p.881-888, 2009.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd.ed. New York: Boca Raton, 1999. 387p.

MELO, E. de A.; MANCINI-FILHO, J.; GUERRA, N. B.; MACIEL, G. R. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 195-199, 2003. Suplemento.

MORAES, C., MARTINS, J. F. P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 253-281, 1981.

MORAIS, Selene M.de. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Fármacos**, João Pessoa, v. 19, n. 1b, Mar. 2009.

Moreira, A. A. (2007). Variabilidade Genética de duas Variedades de Tilápia Nilótica por Meio de Marcadores Microssatélites. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 406-412, mar./abr., 2007

MORRIS, D.M.; DAWSON, L.E. Storage stability of mechanically deboned sucker flesh. **Journal of Food Science**, v.44, p.1093-1096, 1979.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3rd. ed. New York: Marcel Dekker, 1996. 1069p.

NEGRÃO, C. C. et al. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. **Food Chemistry**, London, v.90, n. 4, p.579-583, May 2005.

NEIVA, C.R.P. **Obtenção e Caracterização de Minced Fish de Sardinha e sua Estabilidade Durante a Estocagem sob Congelamento**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NIETO, G. et al. Dietary administration of ewe diets with a distillate from rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis* L.): Influence on lamb meat quality. **Meat Science**, vol.84, p. 23–29, 2010.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, A.A.Z.C; GRYSCHKEK, S.B. Tecnologias emergentes para o processamento do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.481-500.

OETTERER, M. Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado. In: **Seminário e Workshop “TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO”** ITAL, Campinas, 22 e 23 de maio de 2000.

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

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

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

OKUDA, T., BAES, A.U., NISHIJIMA, W., OKADA, M. (2001). "Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution". **Water Research**, v.35, pp. 405-410.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aquicultura/UNESP - Jaboticabal. 2009.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C et al. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. **Scientia Agricola**, v.67, n.2, p.183-190, 2010.

OLIVEIRA MFS. Fitoterapia e Biodiversidade no Brasil: saúde, cultura e sustentabilidade. Revista Ideas Ambientales. [online]. 2005; 2 [capturado 10 maio. 2010]. Disponível em: URL: [http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev\\_ideasAmb/documentos/Aedicion2Art05.pdf](http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev_ideasAmb/documentos/Aedicion2Art05.pdf).

ORDÓÑEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnología de Alimentos – Alimentos de Origen Animal**, v.2. São Paulo: Artmed, 2005.

OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.; GONÇALVES, L.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v.28, n.4, p.655- 663, 2005.

PEREIRA, Marlene G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. Dissertação de mestrado, Universidade federal de Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

PIEIDADE, K.R. **Uso de Ervas Aromáticas na Estabilidade Oxidativa de Filés de Sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. Tese (Mestre em Ciências). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 2007.

PIEIDADE, K.R.; RAÇANICCI, A.M.C.; PINO, L.M.; PINO, A.P.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. Atividade antioxidante de orégano e alecrim sobre a estabilidade oxidativa de sardinha. In: Simpósio Internacional Tendência e inovações em Tecnologia de Óleos e Gorduras, 2.2005, Florianópolis. Proceedings...Florianópolis/SC: sociedade Brasileira de Óleos e Gorduras e UFSC, 2005. 1CD-Rom.

PRADO, L.G. Conservação do pescado. In: FONSECA, H., PRADO, L.G., ANDRADE, M. O. et al. **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984, cap.10, p.165-189.

RACANICCI, A.M.C.; DANIELSEN, B.; MENTEN, J.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SKIBSTED, L.H. **Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in pre-cooked chicken meat balls during chill-storage em comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*)**. European Food Research and Tecnology, Berlin, v.218, p.521-524, 2004.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos**. *Quim. Nova*, Vol. 29, No. 4, 755-760, 2006.

RANKEN, M. D. **Manual de industrias de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993.

Reishe, D. W.; Lilliard, D. A.; Eitenmiller, R. R. Em *Antioxidants*; Akoh, C. C.; Min, D. B., eds.; Marcel Dekker: New York, 1997, p. 423.

RIBEIRO, S.C.A. O Cenário da pesca no Brasil. in: II CURSO DE TECNOLOGIAS PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO, CTC/ITAL, 9 a 11 de julho de 2003, p.02-19.

RODRÍGUEZ-HERRERA, j. Et al. Possible role for cryostabilizers in preventing protein and lipid alterations in frozen-stored minced muscle of Atlantic mackerel. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.54, p.3324-3333, 2006.

ROSSATO, A.S. **Uso de antixidantes naturais em hambúrgeres preparados com carne mecanicamente separada de tilápia**. 2010. 88p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Araraquara, 2010.

SÁNCHEZ-ESCALANTE, A. et al. Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Lycopene Rich Tomato Pulp, Oregano and Ascorbic Acid and their Mixtures on the Stability of Beef Patties. **Food Science and Technology International**; v. 9, n.2, 2003.

SANT'ANA, L. S.; MANCINI-FILHO, J. Influence of the addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. **Food Chemistry**, Oxford, v. 68, p. 175-178, 2000.

SANTANA, C.R.; PEREIRA, D.F.; ARAÚJO, N.A.; CAVALCANTI, E.B.; SILVA, G.F. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

Santa Rosa, Maria Julia. **Aproveitamento integral dos resíduos da filetagem de tilápia e avaliação do impacto econômico**. Jaboticabal, 2009 iv, 69 f. : il. ; 28 cm Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2009.

SANTOS, A.F.S., ARGOLO, A.C.C., COELHO, L.C.B.B., PAIVA, P.M.G. (2005). "Detection of water soluble lectin and antioxidant component from *Moringa oleifera* seeds". **Water Resource**, v.39, pp.975-980.

SANTOS, L. D.; ZARA, R.F.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; SOUZA FRANCO, M.L.R. Avaliação Sensorial e Rendimento de Filés Defumados de Tilápia (*Oreochromis*

*Niloticus* Linnaeus, 1757) na Presença de Alecrim (*Rosmarinus Officinalis*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 406-412, mar./abr., 2007

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Análises químicas em plantas. Piracicaba. ESALQ/USP, 1979. 40 p. (Mimeogr).

SCHIRCH, D.T.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em extratos de alecrim (*Rosmarinus officinalis*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII. 2000, Fortaleza. **Resumos**. Fortaleza: SBCTA, 2000. v.2, p.5.15.

SHELEF, L. A. Antimicrobial effects of spices. **Journal of Food Safety**, n. 6, p. 29-44, 1983.

SIDDAIAH, D.; REDDY, G.V.S.; RAJU, C.V.; CHANDRASEKAR, T.C. Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*) mince during frozen storage. **Food Research International**, v.34, p.47-53, 2001.

SIKORSKI, Z. E. Composición nutritive de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. **Tecnología de los productos del mar: recursos**. Zaragoza: Acribia, 1990. p. 41-72.

SILVA, J. C.; MARQUES, R. G.; TEIXEIRA, E. M. B.; CIABOTTI, S. **Avaliação da aceitabilidade de pães doce Enriquecidos com Moringa oleífera Lam. (moringaceae)**. Disponível: <[http://www.cefetuberaba.edu.br/paginas\\_html/revista/pdf/R esumo\\_03.pdf](http://www.cefetuberaba.edu.br/paginas_html/revista/pdf/R esumo_03.pdf)> Acesso em 22 jul. de 2009.

SOUSA, C. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, abr./jun. 2007.

SUMMO, C.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A. Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. **Meat Science**, v.74, p.249-254, 2006.

TEUSCHER, E. **Medicinal Spices: A handbook of culinary herbs, spices, spice mixtures and their essential oils**. Triebes: Medpharm. 2006. p. 324-327

TOKUR, B.; OZKUTUK, S.; ATICI, E.; OZYURT, G.; OZYURT C. E. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). **Food Chemistry**, v. 99, p. 335-341, 2006.

TOKUR, B.; POLAT A.; BEKLEVIK, G.; OZKUTUK, S. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (- 18 °C). **European Food Research Technology**, v. 218, p. 420-423, 2004.

TORRES, E.A.F.S.; OKANI, E.T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v.24, n.243, p.68-78, 1997.

TRINDADE, M.A.; CONTRERAS, C.C.; FELÍCIO, P.E. Mortadella sausage formulations with partial and total replacement of beef and pork backfat with

mechanically separated meat from spent layer hens. **Journal of Food Science**, v.70, n.3, p.236-241, 2005.

TRINDADE, R.A.; SALUM, D.C.; ANDRADE, S.; MANCINI-FILHO, J.; VILLAVIVENCIO, A.L.C.H. Comparative analysis of antioxidant activity of aqueous extracts of oregano (*Oreganum vulgare*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) by  $\beta$ -carotene/linoleic acid system. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v.27, n.2, p.1-64, 2005

VARELTZIS, K. et al. Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. **Z Lebensm Unters Forsch**, v. 20, p. 93–96, 1997.

VIDOTTI, R.M.; MARTINS, M.I.E.; Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). **Feed & Food**, ano IV, nº 39, p. 50-51, 2010.

VISENTAINER, J. V., MATSUSHITA, M., SOUZA. N. E., CATHARINO, R. R., FRANCO, M. R. B. Composição química e de ácidos graxos em tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas à dieta prolongada. **Revista Nacional da Carne**, 2003. São Paulo, n. 313.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in thichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete Scifen Anstrichmittel**, Hamburgo, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970

WU, J.W.; LEE, M.H.; HO, C.T. et al. Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. **Journal of American Oil Chemists Society**, v.59, p.339–345, 1982.

YERLIKAYA, P.; GOKOGLU, N.; URAN, H. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. **European Food Research Technology**, v. 220, p. 287-291, 2005.

ZANANDREA, I. et. al. Atividade do Óleo Essencial de Orégano Contra Fungos Patogênicos do Arroz: crescimentos micelial em placas. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 14, supl. 01, p. 14-16, 2004.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

**ANEXO 1 – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de recheios elaborados com CMS com e sem antioxidantes.**

**AVALIAÇÃO SENSORIAL**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: / /

E-mail: \_\_\_\_\_

Por favor, leia atentamente as instruções:

Avalie cada amostra, utilizando os valores da escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto, quanto às características de aparência, cor, sabor, textura e impressão global das amostras.

- 9. Gostei muitíssimo
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei levemente
- 5. Nem gostei / Nem desgostei (indiferente)
- 4. Desgostei levemente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei muitíssimo

<b>Nº amostra</b>	<b>Aparência</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Impressão Global</b>

Qual amostra você compraria? \_\_\_\_\_

Comente livremente sobre qualquer uma das características do produto, se achar necessário.

---

---