



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL



**Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne
mecanicamente separada de resíduos de filetagem de
tilápias do Nilo**

Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho

Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal/SP
2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL



**Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne
mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do
Nilo**

Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho

Engenheiro Agrônomo
Mestre em Aquicultura

Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas

Orientadora

Prof. Dr. Marco Antonio Trindade

Co-orientador

Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Aquicultura.

Jaboticabal/SP
2009

O48e Oliveira Filho, Paulo Roberto Campagnoli de
Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne
mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo
/ Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho. -- Jaboticabal, 2009
viii, 115 f. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aqüicultura, 2009

Orientadora: Elisabete Maria Macedo Viegas

Banca examinadora: Luiz Augusto do Amaral, Maria Regina
Barbieri de Carvalho, Judite Lapa Guimarães, Carmem Silvia Fávoro
Trindade

Bibliografia

1. Carne mecanicamente separada. 2. Tilápia. 3. Embutidos. I.
Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.31:637.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Elisabete, pela orientação, ensinamentos, amizade e confiança prestada em todos os momentos do doutorado;

Ao meu co-orientador, Professor Marco “Tonhão”, pela orientação, ensinamentos e amizade;

À minha família por ter me dado muito amor e educação, além de acreditar e investir nos meus estudos;

À minha esposa e sempre namorada Pamelinha, pela paciência, apoio, amor e carinho em todos os momentos, EU TE AMO!!!

Aos meus “suegros” Carlos e Jenny e minha cunhada Karla pela ótima amizade, respeito, simpatia, carinho e gentileza, além da hospedagem no Perú.

Aos professores: Sobral, Carmem, Flavia, Judite, Eliana, Maria Regina e Amaral pelos ensinamentos, sugestões e correções da tese;

Ao Prof^o Julio pelo auxílio no delineamento experimental e análise estatística;

Aos alunos de graduação da FZEA, Carlos, Cibele, Mariela, Cristina, Eduardo e outros não menos importantes, pelo auxílio na elaboração e análises das salsichas, além de toda amizade nos momentos de lazer;

Aos amigos Juliana e Franco pelo auxílio no experimento, além da amizade;

Ao meu “irmão mais velho” Peter pelos ensinamentos sobre tecnologia de pescado, boas conversas e grande amizade;

Ao técnico da piscicultura da FZEA, Apolinário, por toda ajuda nas análises químicas e obtenção da CMS além de toda simpatia e amizade;

A todos os funcionários do abatedouro escola da FZEA: Elso, Maurício, Charlaque... pela ajuda no processamento das salsichas e amizade;

Ao técnico do Laboratório Geral da FEA/UNICAMP, Chico, pela ajuda na análise de textura das salsichas.

A acadêmica da FEA/UNICAMP, Kaka, pela análise de digestibilidade “in vitro” das salsichas.

A secretaria do CAUNESP, em nome da Veralice, pela ajuda nas questões acadêmicas.

À Tilápia do Brasil LTDA pela doação dos resíduos de filetagem usados no presente estudo;

Ao CNPq pela bolsa de estudos;

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIACÕES	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMO GERAL	1
GENERAL ABSTRACT	2
OBJETIVOS	3
INTRODUÇÃO GERAL	4
1. A situação da aqüicultura no Brasil e no mundo.....	4
2. Consumo de pescado no Brasil.....	5
3. A carne de pescado como alimento.....	5
3.1. Valor nutritivo.....	5
3.2. Proteínas.....	6
3.3. Lipídeos.....	8
3.4. Minerais.....	9
4. A tilápia do Nilo.....	10
5. Resíduos de pescado.....	12
6. Carne mecanicamente separada de pescado (CMS) e surimi.....	12
6.1. Microbiologia da CMS.....	16
6.2. Lavagem da CMS.....	17
6.3. Estabilidade da CMS durante a estocagem congelada.....	18
7. Desnaturação das proteínas.....	20
7.1. Agentes crioprotetores.....	21
8. Embutidos cárneos.....	22
8.1. Emulsões cárneas.....	23
8.2. Adição de CMS em embutidos cárneos.....	23
8.3. Composição química de embutidos.....	24
8.4. Ingredientes usados na elaboração dos embutidos.....	25
8.5. Embutidos de pescado.....	26
9. Textura instrumental.....	28
10. Metodologia de superfície de resposta.....	29
11. Considerações iniciais.....	29
12. Referências bibliográficas.....	30
CAPÍTULO 1 – Elaboração de salsichas com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo	41
Resumo.....	41
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	43
Matérias-primas.....	43
Formulações.....	43
Processamento das salsichas.....	44
Metodologia das análises laboratoriais.....	44
Delineamento experimental e análise estatística.....	46
Resultados e Discussão.....	46
Conclusões.....	54
Agradecimentos.....	54
Referências bibliográficas.....	54
CAPÍTULO 2 – Estabilidade de salsichas elaboradas com carne mecanicamente	

separada de tilápia do Nilo estocadas a 0°C.....	58
Resumo.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Matérias-primas.....	60
Formulações.....	60
Processamento das salsichas.....	61
Metodologia das análises laboratoriais.....	61
Delineamento experimental e análise estatística.....	63
Resultados e Discussão.....	63
Conclusões.....	73
Agradecimentos.....	73
Referências bibliográficas.....	73
CAPÍTULO 3 – Desnaturação das proteínas durante o processamento de salsichas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo.....	77
Resumo.....	77
Introdução.....	78
Material e Métodos.....	79
Matérias-primas.....	79
Formulações.....	80
Processamento das salsichas.....	80
Composição em proteína e umidade.....	80
Análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC).....	80
Delineamento experimental e análise estatística.....	81
Resultados e Discussão.....	81
Conclusões.....	87
Agradecimentos.....	88
Referências bibliográficas.....	88
CAPÍTULO 4 – Composição físico-química e avaliação sensorial de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo submetida ou não à lavagem.....	91
Resumo.....	91
Introdução.....	92
Material e Métodos.....	93
Matérias-primas.....	93
Formulações.....	94
Processamento das salsichas.....	94
Metodologia das análises laboratoriais.....	94
Delineamento experimental e análise estatística.....	96
Resultados e Discussão.....	97
Conclusões.....	108
Agradecimentos.....	108
Referências bibliográficas.....	108
CONCLUSÕES GERAIS.....	112
ANEXOS.....	114

LISTA DE TABELAS

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	
Tabela 1 – Composição química (%) do músculo de tilápia do Nilo, obtida por diversos autores.....	11
CAPÍTULO 1	
Tabela 1 - Valores da composição química (\pm desvio padrão) das matérias-primas utilizadas nas formulações das salsichas.....	43
Tabela 2 - Formulações para 12 kg de salsichas elaboradas com diferentes percentuais de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	44
Tabela 3 – Perfil de aminoácidos (g/100g) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	48
Tabela 4 – Digestibilidade <i>in vitro</i> , escore químico (EQ) e escore químico corrigida pela digestibilidade da proteína (PDCAAS) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	49
CAPÍTULO 2	
Tabela 1 - Valores da composição química (\pm desvio padrão) das matérias-primas cárneas utilizadas nas formulações das salsichas.....	60
Tabela 2 – Contagem de bactérias aeróbias psicotróficas UFC/g de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo após 40 dias de estocagem a 0°C.....	69
Tabela 3 – Coeficientes de correlação produto-momento (<i>r</i>) de <i>Pearson</i> entre os valores de pH, bases nitrogenadas voláteis (BNV), cor instrumental (L*, a* e b*), oxidação lipídica (TBARS) e avaliação sensorial (cor, sabor, textura, odor e aceitação global) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de tilápia do Nilo e estocadas a 0°C por 40 dias.....	73
CAPÍTULO 3	
Tabela 1 – Teores de umidade e proteína (%) das amostras, preparadas para análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC).....	81
Tabela 2 – Temperaturas (°C) e entalpia de desnaturação (Hd) (j/g) das proteínas das matérias-primas cárneas, das misturas cárneas após cominuição em <i>cutter</i> , dos ingredientes, das emulsões cárneas e das salsichas de tilápia do Nilo cozidas.....	85
CAPÍTULO 4	
Tabela 1 – Planejamento fatorial completo 2 ² com 3 pontos centrais para o estudo de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens da CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	97
Tabela 2 – Composição química e mineral das matérias-primas filé de tilápia, CMS sem lavar, com uma lavagem e com duas lavagens.....	97
Tabela 3 – Média dos valores experimentais das variáveis dependentes (respostas) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de CMS de tilápia do Nilo.....	98
Tabela 4 – Análise de variância do desenho experimental para salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	101
Tabela 5 – Coeficiente de regressão, relação F calculado e tabelado e coeficiente de	

determinação (R^2) dos valores experimentais das variáveis dependentes (respostas) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	102
--	-----

LISTA DE FIGURAS

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	
Figura 1 – Fluxograma do processamento da CMS e do Surimi (adaptado de NEIVA, 2003).....	13
CAPÍTULO 1	
Figura 1 – Composição em proteína (esquerda) e lipídeos (direita) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	46
Figura 2 - Valores de textura instrumental de dureza (a), coesividade (b) e mastigabilidade (c) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo.....	50
Figura 3 - Cor instrumental (b^*) de salsichas formuladas diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	51
Figura 4 – Avaliação sensorial de cor (a), sabor (b), textura (c), odor (d) e aceitação global (e) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	52
CAPÍTULO 2	
Figura 1 – Valores médios de TBARS (mg de malonaldeído/kg de amostra) em salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C.....	64
Figura 2 – Valores médios de bases nitrogenadas voláteis (BNV), expressos em mg/100g, em salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C.....	65
Figura 3 – Média dos valores de L^* (a), a^* (b) e b^* (c) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C.....	67
Figura 4 – Valores médios de pH em salsichas formuladas com CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo estocadas por 40 dias a 0°C.....	68
Figura 5 – Média dos valores de avaliação sensorial de cor (a), odor (b), textura (c), sabor (d) e aceitação global (e) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas a 0°C por 40 dias.....	71
CAPÍTULO 3	
Figura 1 – Exemplos de curvas de DSC das matérias-primas (1) filé (a) e da CMS (b), misturas cárneas (2) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS), emulsões cárneas (3) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS) e salsichas (4) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS) após o cozimento em esufa.....	83
CAPÍTULO 4	
Figura 1 - Gráficos de superfície de resposta dos teores de umidade (a), proteína (b), pH (c), magnésio (d), cálcio (e), a^* (f), b^* (g) e dureza (h) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de CMS	

de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.....	100
Figura 2 - Histogramas da avaliação dos atributos sensoriais de cor, odor, textura, sabor e aceitação global das salsichas experimentais (T1 = 60% de CMS sem lavagem, T2 = 60% de CMS com duas lavagens, T3 = 100% de CMS sem lavagem, T4 = 100% de CMS com duas lavagens, T5, 6 e 7 = 80% de CMS com 1 lavagem).....	106

LISTA DE ABREVIações

a*	= Intensidade de vermelho da amostra
AA	= Perfil de aminoácidos
ANOVA	= Análise de variância
b*	= Intensidade de amarelo da amostra
BNV	= Bases nitrogenadas voláteis
Ca	= Cálcio
cm	= Centímetro
CMS	= Carne mecanicamente separada
DHA	= Ácido docosaheptaenóico
DSC	= Calorimetria diferencial de varredura
EPA	= Ácido eicosapentaenóico
EQ	= Escore químico
FAO	= Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
Fe	= Ferro
FZEA	= Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g	= Grama
h	= Hora
Hd	= Entalpia de desnaturação
j	= Joule
K	= Potássio
kg	= Quilograma
km ²	= Quilometro quadrado
L*	= Luminosidade da amostra
log	= Logaritmo
Mg	= Magnésio

mg	= Miligrama
min	= Minutos
ml	= Mililitro
mm	= Milímetro
N	= Nitrogênio
Na	= Sódio
NMP	= Número mais provável
n ^o	= número
°C	= Grau centígrado
P	= Fósforo
PDCAAS	= Escore químico corrigido pela digestibilidade
ppm	= Parte por milhão
pH	= Potencial hidrogeniônico
%	= Porcentagem
PIS	= Proteína isolada de soja
r	= Coeficiente de correlação
R ²	= Coeficiente de determinação
T	= Temperatura
TBARS	= Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
Td	= Temperatura de desnaturação
TPA	= Perfil de textura instrumental
UFC	= Unidade formadora de colônias
UNESP	= Universidade Estadual Paulista
USP	= Universidade de São Paulo
WHO	= World Health Organization

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de salsichas formuladas com diferentes níveis de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo.....	114
Anexo 2 – Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da CSE-FMRP-USP.....	115

RESUMO GERAL

No processamento industrial da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, prioriza-se como forma de beneficiamento os filés congelados. No entanto, o rendimento em filé é baixo (30%) resultando em uma grande quantidade de resíduos. Uma alternativa para o aproveitamento destes resíduos é a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), com a qual se pode elaborar uma série de produtos, entre eles a salsicha. O objetivo desta tese foi avaliar a qualidade nutricional (perfil de aminoácidos, digestibilidade, escore químico da proteína e escore químico corrigido pela digestibilidade da proteína – PDCAAS), físico-química (composição química, pH, cor e textura), avaliação sensorial (cor, odor, textura, sabor e aceitação global), desnaturação das proteínas (DSC) durante o processamento e estabilidade durante armazenagem a 0°C (oxidação lipídica - TBARS, bases nitrogenadas voláteis - BNV e microbiologia) de salsichas formuladas com diferentes níveis de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo submetidas ou não ao processo de lavagem. As salsichas apresentaram diminuição no teor de proteína e aumento de lipídeos com a inclusão de 0 a 100% de CMS. A qualidade nutricional dos produtos foi alta, com digestibilidade acima de 85%, escore químico >0,99 e índice PDCAAS >0,90. Os parâmetros de textura instrumental (dureza, coesividade e mastigabilidade) diminuíram com inclusão crescente de CMS. A análise de DSC mostrou que a proteína miofibrilar actina foi mais sensível à desnaturação que a miosina durante o processo de obtenção da CMS. O processo de cominuição em *cutter* não provocou desnaturação das proteínas presentes nas misturas cárneas. A inclusão dos ingredientes não cárneos durante o processo de emulsificação das salsichas causou proteção das proteínas. As proteínas das salsichas elaboradas com CMS de resíduos de filetagem apresentaram-se desnaturadas após cozimento por 1h e 20min e temperatura final de 72°C. Durante a estocagem a 0°C, o pH das salsichas diminuiu após 40 dias. Não foram detectadas bactérias patogênicas (*Staphylococcus aureus* e *Salmonella*) e as contagens de coliformes totais foram menores que 3 NMP/g amostra em todos os tratamentos no ponto inicial e final. As bactérias aeróbias psicrotróficas se multiplicaram após 40 dias de estocagem. O TBARS, BNV, cor instrumental (L*, a* e b*) e atributos sensoriais (cor, odor, textura, sabor e aceitação global) não variaram ao longo do período de estocagem. No entanto, o TBARS das salsichas aumentou com o incremento nas porcentagens de inclusão da CMS. Já os valores de BNV e L*, a* e b* diminuíram com o aumento da inclusão de CMS. Na avaliação sensorial, o atributo cor apresentou diminuição nas notas com o aumento de 0% (6,4) para 100% (4,4) de CMS, quanto ao sabor, as salsichas preferidas continham 40 e 60% de CMS (6,3 e 6,4, respectivamente), a melhor textura foi com 40% e 60% de CMS (6,2 e 6,3, respectivamente) e o odor foi com 100% de CMS (6,2). As salsichas mais aceitas globalmente tinham 40% e 60% de CMS (6,1). A lavagem da CMS causou diminuição nos teores de proteínas, magnésio, a*, b*, dureza e causou aumento da umidade e pH. O aumento da porcentagem de CMS (60 a 100%) em salsichas causou diminuição nos teores de magnésio e aumento de cálcio. Portanto, as salsichas podem ser elaboradas com CMS de resíduos de filetagem e estocadas a 0°C por até 40 dias, o que demonstra sua viabilidade de produção. No entanto, de acordo com a avaliação sensorial, o nível máximo recomendado de inclusão desta matéria-prima deve ser de 60% sem lavar.

Palavras-chave: Carne mecanicamente separada, tilápia, embutidos, estabilidade, resíduos de filetagem.

GENERAL ABSTRACT

The industrial processing of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, have the frozen fillets as a priority. However, the yield on fillet is low (30%) resulting in a large amount of waste. An alternative to use of this waste is the achievement of obtained of minced fish (MF), with which can produce a variety of products, including frankfurter-type sausages. The objective of this thesis was to evaluate the nutritional quality (amino acids profile, digestibility, chemical score of protein and protein digestibility-corrected amino acids score - PDCAAS), physicochemical (chemical composition, pH, color and texture), sensory evaluation (color, odor, texture, flavor and overall acceptance), denaturation of proteins (DSC) during processing and stability during storage at 0°C (lipid oxidation - TBARS, total volatile bases nitrogen - TNVB and microbiology) of frankfurters elaborated with different levels of inclusion (0, 20, 40, 60, 80 and 100%) from MF waste of Nile tilapia filleting submitted or not to the washing process. The Frankfurters showed a decrease in the level of protein and increase of fat values with the inclusion of 0 and 100% of MF. The nutritional quality of the products was high, with over 85% digestibility, chemical score >0.99 and index PDCAAS >0.90. The parameters of instrumental texture (hardness, cohesiveness and chewiness) decreased with increasing inclusion of MF. The DSC analyses showed that the protein actin miofibrilar was more susceptible to denaturation that myosin during the process of obtaining the MF. The process of comminution in cutter did not cause denaturation of proteins present in the meat mixture. The inclusion of non-meat ingredients during the emulsification of frankfurters caused protection of proteins. The proteins of the frankfurter elaborated with MF waste of filleting were denatured by cooking after 1 h and 20 min and a final temperature of 72°C. During storage at 0°C, the pH value of frankfurters fell after 40 days. Were not detected pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Salmonella*) and the counts of total coliforms were smaller than 3 NMP/g sample in all treatments in the initial and final points. The aerobic psychrotrophic bacteria have multiplied after 40 days of storage. The TBARS, TVBN, instrumental color (L*, a* e b*) and sensory attributes (color, odor, texture, flavor and overall acceptability) did not vary over the period of storage. However, the TBARS value of frankfurters increased with the increase in percentage of inclusion of MF. But the values of TVBN and L*, a* and b* decreased with increasing inclusion of MF. In sensory evaluation, the color attribute scores decreased with the increase of 0% (6.4) to 100% (4.4) of MF, the favorite flavor of frankfurter contain 40 and 60% of MF (6.3 and 6.4, respectively), the texture was better with 40 and 60% of MF (6.2 and 6.3, respectively) and the odor was with 100% of MF (6.2). The frankfurters had more broadly accepted 40 and 60% of MF (6.1), using hedonic scale of nine points. The washing of the MF caused decrease in levels of protein, magnesium, a*, b*, hardness and caused an increase in moisture and pH. Increasing the percentage of MF (60 to 100%) in frankfurters caused decrease in levels of magnesium and calcium increase. Therefore, the frankfurter-type sausages can be elaborated with MF waste of filleting and stored at 0°C for up to 40 days, wich demonstrates its feasibility of their production. However, according to the sensory evaluation, the maximum recommended for inclusion of this material should be 60% without washing.

Key words: minced fish, tilapia, sausages, stability, waste filleting

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Desenvolver embutido cozido tipo salsicha utilizando carne mecanicamente separada (CMS) obtida a partir do resíduo da filetagem industrial da tilápia do Nilo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar salsichas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em substituição ao filé e avaliar suas características nutricionais, físico-químicas e sensoriais.
- ✓ Avaliar a estabilidade sob estocagem a 0°C de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, pelo acompanhamento de suas alterações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em um período de 40 dias.
- ✓ Avaliar a desnaturação protéica pela análise de DSC das matérias-primas cárneas (CMS e filé), durante o processos de cominuição, emulsão e nas salsichas cozidas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.
- ✓ Verificar o efeito da inclusão (60 a 100%) e das lavagens (0 a 2) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas.

INTRODUÇÃO GERAL

1. A Situação da aqüicultura no Brasil e no mundo

De todos os setores da produção animal, a aqüicultura é a atividade que cresce mais rapidamente. A taxa de crescimento anual da aqüicultura a partir de 1970 tem sido em média de 9% aproximadamente, superior à da pesca extrativa (1,4%) e a de criação de animais para a produção de carnes (2,8%) (NEIVA, 2008). Segundo dados publicados pela FAO em 2005, a aqüicultura foi responsável pela produção mundial de 59,4 milhões de toneladas de pescado, gerando uma receita de 70,3 bilhões de dólares. Este crescimento se deu muito rapidamente nos últimos 50 anos, passando de menos de 1 milhão de toneladas em 1950 para próximo das 60 milhões de toneladas em 2004 (FAO, 2006b).

Do total da produção da aqüicultura em 2004, a China foi sem dúvida o maior produtor, contribuindo com 69,6% (41,3 milhões de toneladas). Os demais países asiáticos contribuíram com 21,9% da produção total, e os restantes 8,5% foram os somatórios da produção do resto dos países do mundo, sendo 2,3% a produção da aqüicultura da América do Sul e Caribe. Dentre todos os organismos aquáticos produzidos no mundo, as carpas representam o maior grupo (19,5 milhões de toneladas) seguido pelo grupo das tilápias (2,0 milhões de toneladas produzidas) (FAO, 2006b).

O Brasil é uma promissora potência mundial na aqüicultura, principalmente por ser detentor de 13,8% da água doce superficial do planeta (55.457 km² de rios e 35.803 km² de águas represadas) (ANUALPEC, 2005), clima extremamente favorável para o crescimento de organismos aquáticos, terras disponíveis e relativamente baratas na maior parte do país, mão-de-obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno e externo (SEAP, 2008).

As pesquisas com aqüicultura no Brasil iniciaram-se por volta da década de 30 do século passado, sendo intensificadas a partir da década de 70. No entanto, a atividade de aqüicultura comercial é muito recente, tendo o início expressivo a partir de 1990, com uma produção de 20.490 toneladas neste ano (BORGHETTI et al., 2003). Desde então, os diversos segmentos do setor têm se desenvolvido de maneira bastante acelerada, de forma que em 2005 a produção total de organismos aquáticos chegou a 257.783 toneladas, com destaque para a produção de camarão branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei* (aproximadamente 75 mil toneladas), as tilápias, *Oreochromis spp.* (aproximadamente 70 mil toneladas) as carpas,

cyprinos carpio (aproximadamente 45 mil toneladas) e o tambaqui, *Colossoma macropomum* (aproximadamente 28 mil toneladas) (FAO, 2006b).

2. Consumo de pescado no Brasil

O consumo per capita de pescado no Brasil em 2005 foi de 5,9 kg/ano. Este consumo equivale a 1/3 da média mundial (17 kg per capita) e está bem abaixo do consumo de outras carnes no Brasil (35 kg de frango; 30 kg de carne bovina e 12 kg de carne suína) (KUBITZA, 2007). Quando se compara o consumo de pescado no Brasil em relação a outros países desenvolvidos como o Japão (41,7 kg per capita), Espanha (29,9 kg per capita), Inglaterra (16,5 kg per capita), observa-se que os valores são baixos (FAO, 2006a). Até mesmo dentro do próprio Brasil existe muita diferença no consumo de pescado entre regiões e estados. As regiões que mais consomem pescado no Brasil são as regiões onde há maior disponibilidade, como a região litorânea (estado do Rio de Janeiro 16 kg per capita) e a região norte (estado do Amazonas, com um consumo de 54 kg per capita) (EMBRAPA, 2008).

O aumento do consumo de pescado no Brasil poderá acontecer com o incremento da aquicultura e melhor organização nos processos de produção, beneficiamento e comercialização. Além disso, é muito importante que seja feita a intensificação de um programa de marketing e agregação de valor ao pescado pelo seu processamento e a obtenção de CMS de pescado com baixo valor comercial e de resíduos de filetagem industrial, com posterior transformação em produtos acabados como hambúrgueres, empanados, salsichas, etc.

3. A carne de pescado como alimento

3.1. Valor nutritivo

O pescado é um alimento altamente benéfico à nutrição humana, principalmente pela composição química da carne a qual é composta de vitaminas hidrossolúveis do complexo B e lipossolúveis A e D importantes ao organismo humano, minerais essenciais, fósforo e cálcio, presença de ácidos graxos polinsaturados da família ômega 3, os quais podem prevenir doenças como artrite e osteoporose e ataques cardíacos, além de conter proteínas de alto valor biológico (BURGUESS, 1965; SIKORSKI, 1990).

A composição química da carne de pescado tem grande importância no que se refere ao valor nutritivo, propriedades texturais, qualidade sensorial e capacidade de armazenamento. A composição química de uma espécie de pescado pode variar de acordo com o sexo, idade,

época do ano, habitat, estado nutricional e maturação sexual, zona do corpo e tipo do músculo (claro ou escuro) amostrado. Os principais constituintes da composição química do pescado são: umidade (60-85%), proteína (16-22%), cinzas ou minerais (0,4-1,5%) e lipídeos (0,2-10%), sendo a umidade e os lipídeos os componentes que apresentam as maiores flutuações durante o ano (SIKORSKI, 1990; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; ZAITSEV et al., 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005).

3.2. Proteínas

Em carne de peixes teleósteos, do percentual da proteína total, 60 a 75% são compostos de proteínas miofibrilares, 20 a 35% de proteínas sarcoplasmáticas e 2 a 5% de proteínas estromáticas (OGAWA e MAIA, 1999). Comparando-se com as proteínas musculares dos mamíferos terrestres como a carne bovina (39 a 68% proteína miofibrilar, 16 a 28% proteína sarcoplasmática e 16 a 28% proteínas estromáticas) (PARK e LIN, 2005), verifica-se, que no pescado o conteúdo de estroma (colágeno) é menor e que a proteína miofibrilar é maior, sendo esta possivelmente a razão para que a carne de pescado seja mais tenra que a carne bovina.

As proteínas sarcoplasmáticas são encontradas no sarcoplasma das células, sendo solúveis em água ou extraídas com solventes de força iônica baixa (0,005 a 0,3M) e constituem de 20 a 30% das proteínas totais do músculo (ZAITSEV et al., 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005). Estas proteínas são compostas basicamente de enzimas que desempenham funções bioquímicas nas células e nas reações do pescado pós-morte, influenciando desta maneira nas mudanças de frescor durante a estocagem (SIKORSKI, 1990; AYALA, 2002). Elas apresentam sensibilidade ao calor, aderindo às proteínas miofibrilares e impedindo a formação de gel de alta elasticidade e capacidade de retenção de água (MARCHI, 1997).

As proteínas miofibrilares são extraídas em soluções salinas neutras com força iônica entre 0,15 a 1,0 e constituem de 60 a 70% das proteínas do músculo do pescado (VISESSANGUAN et al., 2000). No grupo das proteínas miofibrilares se encontram principalmente a miosina, actina e actomiosina e estão contidas nas células musculares formadoras dos tecidos esqueléticos e em grande parte, responsáveis pelo fenômeno de contração e relaxamento muscular durante a vida e após a morte do pescado. Em nível molecular, a contração muscular realizada pelas proteínas miofibrilares é um mecanismo de ajustamento entre os filamentos finos (actina) e os grossos (miosina), com energia suprida pelo ATP (SIKORSKI, 1990; OGAWA e MAIA, 1999).

A miosina constitui cerca de 50 a 60% da fração miofibrilar (VISESSANGUAN et al., 2000), e constitui o filamento grosso da miofibrila (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), sendo que cada filamento grosso é formado por aproximadamente 300 moléculas de miosina e cada molécula de miosina apresenta peso molecular em torno de 480 KDa. Estruturalmente, cada cadeia polipeptídica consiste de uma região globular, denominada de cabeça, a qual se liga a um apêndice espiralado, originado das duas cadeias polipeptídicas em α -hélice, denominado de cauda. Em geral, as miosinas são muito instáveis durante o armazenamento sob congelamento, sendo o grau de desnaturação fortemente relacionado com a temperatura da água no ambiente em que o peixe vive (OGAWA e MAIA, 1999). Além disso, a miosina é a proteína de maior importância por suas propriedades funcionais em produtos processados, e têm marcada influência na textura, suculência, capacidade de retenção de água e geleificação (LANIER, 1986; PARK e LIN, 2005).

A actina é o principal filamento fino da miofibrila, e sua proporção é de aproximadamente de 15 a 30% em relação ao peso total da proteína miofibrilar (SIKORSKI, 1990; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; PARK e LIN, 2005) com peso molecular de aproximadamente 42 KDa. A actina possui a função de ligar proteínas específicas no corpo do animal vivo, formando compostos complexos e sua combinação com a miosina é a reação básica da contração muscular (OGAWA e MAIA, 1999). Segundo Olivo e Shimokomaki (2006a) a actina e a miosina, em conjunto, formam uma malha protéica tridimensional que irá reter água e outros ingredientes em produtos processados, principalmente após o cozimento, conferindo textura e estabilidade.

As proteínas estromáticas constituem de 2 a 4% do total de proteínas nos peixes teleósteos e até 10% em peixes cartilagosos (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; MARCHI, 1997; ORDÓÑEZ et al., 2005) e são compostas principalmente de colágeno e elastina que constituem as membranas internas e externas da fibra muscular, sendo o colágeno o de maior proporção (4:1) (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; AYALA, 2002). Estas proteínas são insolúveis em água, soluções salinas ou alcalinas e constitui o tecido conectivo o qual mantém unidos os miótomos dando firmeza a carne e influenciando sobre as propriedades funcionais e reológicas (PARK e LIN, 2005). O colágeno do pescado, composto principalmente pelos aminoácidos glicina, prolina e hidroxiprolina, se diferenciam do colágeno da carne e pele dos bovinos por apresentar taxas maiores dos sete aminoácidos essenciais e uma concentração consideravelmente menor de resíduos de hidroxiprolina (SIKORSKI, 1990).

Uma mistura protéica de boa qualidade ou de alto valor biológico é aquela que fornece boa digestibilidade, quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e de nitrogênio total. A

digestibilidade é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou de qualquer outro composto nitrogenado. O escore químico é uma técnica química que mede o conteúdo de aminoácidos presentes em uma fonte de proteína e compara os valores com uma proteína referência ou padrão. Assim, a qualidade da proteína avaliada pelo escore químico é baseada no aminoácido essencial limitante, no qual valores maiores que 1,0 indicam que a proteína é de boa qualidade (PIRES et al., 2006).

O valor nutritivo das proteínas do pescado é muito alto, devido ao valioso repertório de aminoácidos essenciais que contém, e a alta digestibilidade das proteínas que variam entre 90 a 100% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Os valores médios dos aminoácidos que compõem o corpo do pescado são: alanina (7,91 mg/100g), arginina (5,95 mg/100g), ácido aspártico (10,34 mg/100g), cistina (1,04 mg/100g), ácido glutâmico (14,91 mg/100g), histidina (2,01 mg/100g), isoleucina (6,03 mg/100g), leucina (8,41 mg/100g), lisina (8,81 mg/100g), metionina (2,97 mg/100g), fenilalanina (3,92 mg/100g), prolina (3,52 mg/100g), serina (5,14 mg/100g), treonina (4,62 mg/100g), triptofano (0,96 mg/100g), tirosina (3,27 mg/100g) e valina (5,95 mg/100g) (SIKORSKI, 1990).

A ausência ou deficiência de um aminoácido essencial interfere no processo de constituição da proteína de tal forma que pode levar à carência nutricional (SZARFARC et al., 1980). Ainda segundo estes autores, o hábito alimentar interfere de modo significativo na qualidade protéica. Nas localidades onde alimentos de origem animal, incluindo principalmente pescado, fazem parte da dieta básica da população, os valores de escore químico são notadamente mais elevados que naquelas onde a população consome somente alimentos de origem vegetal.

3.3. Lipídeos

Os lipídeos exercem importante papel nos peixes como fonte energética, constituintes de membranas celulares, nutrientes essenciais (ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis), substâncias controladoras de metabolismos, substâncias isolantes (manutenção da temperatura e isolante de calor) e protetores contra danos mecânicos externos (OGAWA e MAIA, 1999).

Os peixes podem ser divididos em “gordos” ou “magros” de acordo com a quantidade de lipídeos presentes em seu corpo. Os peixes “gordos” são aqueles que possuem mais de 6% de lipídeos; sua carne geralmente possui cor vermelha e fazem migração durante o período de reprodução. Os peixes “magros” possuem menos de 2% de lipídeos em sua composição

corporal, geralmente não fazem migração durante a reprodução e possuem carne de cor branca (AYALA, 2002).

Os lipídeos presentes nos peixes apresentam variações de acordo com as condições ambientais (temperatura da água, profundidade, habitat), fisiológicas (idade, sexo, grau de maturação) e alimentares (tipo e volume da dieta) em que se encontram (ORDÓÑEZ et al., 2005). Além disso, os peixes se diferenciam de animais terrestres por apresentar ácidos graxos de cadeia longa (até 24 átomos de carbono) e altamente insaturados. Esta característica faz com que os lipídeos dos pescados sejam muito suscetíveis a oxidação, alterando desta maneira o sabor, odor e a cor da carne. Ademais, os lipídeos oxidados e seus produtos secundários da oxidação interferem na desnaturação das proteínas, fazendo com que percam suas propriedades funcionais e nutricionais (AYALA, 2002).

A maioria dos ácidos graxos existentes nos peixes é composta de 14 a 22 átomos de carbono, podendo ser saturados ou insaturados. Os ácidos graxos insaturados mais comuns no pescado são principalmente ácidos monoênicos (C18:1), diênicos (C18:2), triênicos (C18:3) e o araquidônico (C20:4). Com relação aos ácidos altamente insaturados, os principais são o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosaheptaenóico (DHA). Especificamente, os lipídeos de pescado contêm ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa da família ômega 3, sendo esta tendência mais clara em pescado marinho do que em água doce (OGAWA e MAIA, 1999).

3.4. Minerais

A carne de pescado é fonte rica de minerais. O conteúdo total de minerais contido na carne dos peixes se encontra entre 0,6 a 2,0% do total da composição química e pode ser influenciado principalmente pela qualidade da água do ambiente e alimentação que recebe este peixe (SIKORSKI, 1990).

Os minerais atuam em numerosas funções fisiológicas nos peixes e alguns deles formam parte da estrutura dos ossos, dentes e estão incorporados nos músculos, glóbulos vermelhos, hormônios e enzimas (AYALA, 2002), e compõem-se principalmente de sódio (25 a 620 mg/100g), potássio (25 a 710 mg/100g), magnésio (10 a 230 mg/100g), cálcio (5 a 750 mg/100g), ferro (0,01 a 50 mg/100g), fósforo (9 a 1100 mg/100g), enxofre (100 a 300 mg/100g) e cloro (20 a 500 mg/100g) (SIKORSKI, 1990). Já os minerais I, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se, Cr, Sn, V, F, Si e As, encontram-se em níveis menores e são chamados de elementos traço essenciais (OGAWA e MAIA, 1999). O cálcio, por exemplo, é encontrado principalmente nos ossos e dentes, mas também pode contribuir nos processos de transmissão

nervosa, contração muscular, coagulação sanguínea e também na regulação fisiológica da pressão arterial. O fósforo forma parte dos ossos, dentes, células e contribui em algumas reações metabólicas (AYALA, 2002). O pescado, principalmente marinho também é uma boa fonte de iodo, cuja sua falta na nutrição humana pode causar a doença chamada de bócio endêmico, sendo freqüente em pessoas que não se alimentam de pescados ou de alimentos suplementados com o iodo, como o sal de cozinha (BURGUESS, 1965).

4. A tilápia do Nilo

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, pertence à ordem dos Perciformes e família *Cichlidae*, tendo como característica ser um peixe de escamas, com listas verticais na nadadeira caudal, apresentando coloração cinza-azulada e hábito alimentar fitoplanctófago (CASTAGNOLLI, 1992; PADUA, 2001).

As tilápias são peixes de clima tropical, que apresentam conforto térmico entre 27 a 32°C possuem uma grande rusticidade a doenças e superpovoamentos com baixos teores de oxigênio dissolvido na água, de 0,4 a 0,7 mg/litro em alevinos de 10 a 25 gramas (KUBITZA, 2000). Além disso, apresentam a carne saborosa, cor branca e succulenta e ausência de espinhos em forma de “Y” (BORGHETTI et al., 2003) o que torna atraente o seu cultivo.

Os principais componentes da carne da tilápia do Nilo são: umidade (75,00 a 81,80%), proteínas (14,81 a 21,00%), lipídeos (0,99 a 3,99%) e cinzas (0,80 a 2,40%), conforme demonstradas na Tabela 1. Pode-se verificar que os valores apresentados estão bem próximos, com exceção de Finne et al. (1980) cujos teores para proteína estão muito baixos e altos para umidade. Com respeito a estes valores, a tilápia é considerada um peixe magro, e com bom nível de proteína muscular.

Tabela 1 – Composição química (%) do músculo de tilápia do Nilo, obtida por diversos autores.

Umidade	Composição química (%)			Referência
	Proteína	Lipídeos	Cinzas	
81,80	14,81	2,50	0,75	FINNE et al., 1980
75,20	18,90	3,40	2,20	MACHADO, 1984
75,00	18,50	3,60	2,40	SALES e SALES, 1990
77,50	19,20	2,20	1,11	MARCHI, 1997
79,10	17,00	2,07	0,65	GARDUÑO-LUGO et al., 2003
78,43	17,08	1,99	1,09	GRYSCHKEK et al., 2003
77,55	18,34	0,99	0,97	VILLA NOVA et al., 2005
76,80	18,01	3,99	1,20	MINOZZO, 2005
76,80	21,00	1,40	0,80	MOREIRA, 2005

Todos os fatores positivos de ordem zootécnica, nutricional e sensorial fazem com que a tilápia do Nilo seja uma das espécies de peixes mais cultivada no mundo (KUBITZA, 2000). A produção mundial de tilápia excedeu 2 milhões de toneladas em 2004 sendo a China o maior produtor mundial, com produção de 897 mil toneladas neste ano (FAO, 2006b).

No Brasil, a produção de tilápias tem aumentado consideravelmente, passando de 15,7 mil toneladas em 1996 para 69 mil toneladas em 2004 (FAO, 2006b). O processamento industrial deste peixe iniciou-se na década de 90, no Oeste do Paraná priorizando-se principalmente o beneficiamento de filés congelados.

O rendimento em filé de tilápia do Nilo é considerado baixo (30 a 35%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2006; KUBITZA e CAMPOS, 2006), quando comparado com outros peixes cultivados de água doce, como o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, (52,7%), a truta, *Oncorhynchus mykiss*, (41,17%) e a piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (40,5%) (VIEGAS e SOUZA, 2004) e conseqüentemente gerando em torno de 65% de resíduos. Segundo Kubitza e Campos (2006), para cada 1 kg de tilápia abatida, cerca de 350g de esqueleto com carne aderida são gerados.

A tilápia tem sido submetida a vários estudos de aproveitamento, principalmente objetivando aumentar seu consumo. Assim, pode-se citar os trabalhos de utilização de tilápia como matéria-prima na obtenção de CMS (FINNE et al., 1980; GRYSCHKEK et al. 2003) e surimi (MARCHI, 1997) e elaboração de produtos acabados como salsicha (MOREIRA, 2005), mortadela (MOREIRA, 2005), patê (MINOZZO, 2005), nuggets (MARCHI, 1997; KIRSCHNIK, 2007) e imitação de camarão (MARCHI, 1997).

5. Resíduos de pescado

O termo resíduo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento dos alimentos que são de valor relativamente baixo. Os resíduos da industrialização do pescado podem ser divididos em 4 categorias de acordo com seu aproveitamento: ração para animais, consumo humano, fertilizantes, óleos e produtos químicos, sendo o mais utilizado a elaboração de farinha e óleo de pescado (OETTERER et al., 2001; VIEGAS e SOUZA, 2004). Ou então, estes resíduos não são aproveitados na industrialização e são simplesmente descartados em lixões, gerando um problema ambiental. Desta forma, ocorrem perdas econômicas, porque os resíduos são considerados no cálculo do filé, gerando produtos muito caros, praticamente inacessíveis à maior parte da população e pelos danos causados ao meio ambiente.

Tem-se estudado novas alternativas de aproveitamento dos resíduos de pescado principalmente na elaboração de silagem (ARECHE e BERENZ, 1989; VIDOTTI, et al., 2002; SEIBEL e SOUZA-SOARES, 2003; VIDOTTI et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2006), a qual possui vantagem em relação à produção da farinha de peixe, por ser um produto facilmente produzido pelo pequeno produtor (OETTERER et al., 2001) além de ser de baixo custo, por necessitar de poucos equipamentos para a sua produção (BERENZ et al., 1994). Segundo Viegas e Souza (2004), a silagem de pescado é um produto liquefeito, obtido por ação de enzimas naturalmente presentes no pescado inteiro, em partes não aproveitadas e nos resíduos do processamento, na presença de ácidos que previnem a deterioração microbiana, principalmente pela acidificação do meio (pH abaixo de cinco) causado pela fermentação de bactérias lácticas. Além disso, estudos indicam que a silagem de pescado por possuir um bom balanço de aminoácidos essenciais e alta digestibilidade da proteína, apresenta alta qualidade nutricional, como ingrediente para a alimentação de peixes (VIDOTTI et al., 2002; VIDOTTI et al., 2003), frangos (BERENZ et al., 1994) e suínos (ARECHE et al., 1994).

6. Carne mecanicamente separada de pescado (CMS) e surimi

Vários termos encontrados na literatura podem definir a carne mecanicamente separada de pescado, dentre eles pode-se citar a CMS de pescado, “minced fish”, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, carne de pescado desossado, entre outros (NEIVA, 2003). A carne de pescado mecanicamente separada (CMS) é obtida pela passagem de um pescado eviscerado e descabeçado ou dos resíduos de pescado por uma máquina separadora

de carne e ossos podendo ser lavado com água ou não, drenado, ajustado a umidade, acondicionado em bloco e congelado em congelador rápido (LEE, 1984).

O surimi é um termo japonês que significa músculo de pescado picado, embora não seja simplesmente isso (ORDÓÑEZ et al., 2005). Na prática, indica a carne de pescado mecanicamente separada ou o músculo de pescado picado, que foi submetido a diversas lavagens com água, seguidas de drenagem, refinamento, ajuste da umidade, homogeneização com aditivos crioprotetores, acondicionados em blocos e congelados em congelador rápido (LEE, 1984; BORDEIRAS e TEJADA, 1987; PARK e LIN, 2005). O surimi é um produto com tecnologia desenvolvida no Japão durante o século XII, sendo o processo melhorado desde então e principalmente nos últimos 30 anos (ORDÓÑEZ et al., 2005). O fluxograma do processamento da CMS e do Surimi encontra-se na Figura 1.

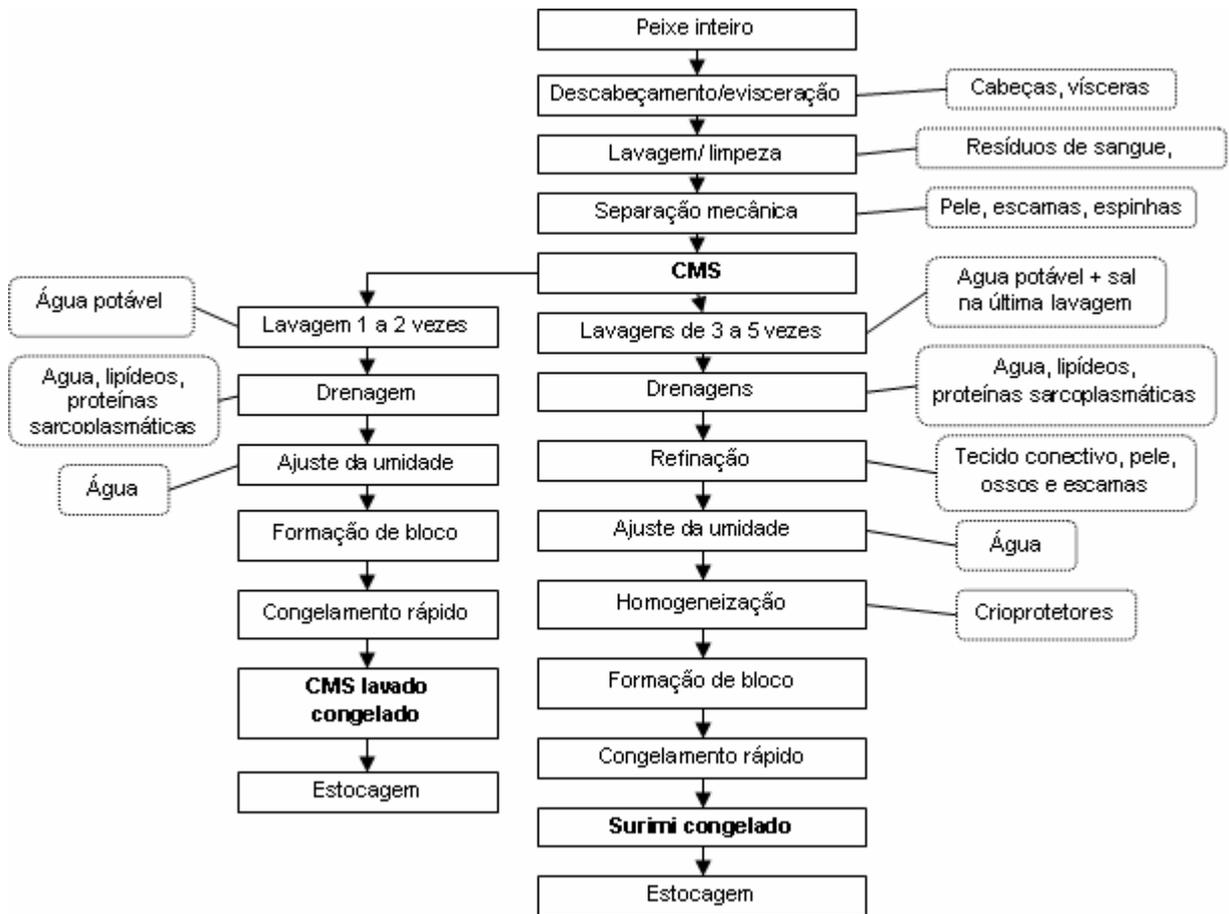


Figura 1 – Fluxograma do processamento da CMS e do Surimi (adaptado de NEIVA, 2003).

De acordo com a Figura 1, observa-se que o surimi é um produto mais refinado que a CMS, devido ao maior número de lavagens (3 a 5) em comparação a CMS (1 a 2) e adição

das etapas de refinação e homogeneização com agentes crioprotetores, durante o processamento.

O surimi possui uma grande capacidade de conservação no estado congelado, devido à adição dos crioprotetores, que diminuem a desnaturação protéica (SULTANBAWA e LI-CHAN, 1998; CARVAJAL et al., 1999; MEDINA e GARROTE, 2002) e oxidação lipídica, pela retirada de grande quantidade de lipídeos durante o processo de lavagem da CMS (KELLEHER et al., 1992; SILVA e JESUS, 2001; GRYSCHKEK et al., 2003). Além disso, o surimi é um ingrediente protéico altamente funcional, com capacidade de formação de gel, que permite adquirir uma grande variedade de texturas (LUO et al., 2006; PHATCHARAT et al., 2006; KUBOTA et al., 2006; JULAVITTAYANUKUL et al., 2006) e boa qualidade nutricional, por apresentar pouca gordura e alto teor de proteína (MIRA e LANFER-MARQUEZ, 2005). Outra característica interessante é que a produção do surimi pode ser realizada com diversas espécies de peixes como a sardinha (NEIVA, 2003; BENTIS et al., 2005), tilápia do Nilo (MARCHI, 1997), peixes amazônicos (JESUS et al., 2001), carpa prateada, *Hypophthalmichthys molitrix* (SIDDAIAH et al., 2001), carpa capim, *Ctenopharyngodon idellus* (LUO et al., 2006), entre outros. Alguns estudos têm indicado bons resultados no uso de resíduos de filetagem de peixes para a elaboração do surimi (TENUTA FILHO e JESUS, 2003; KUHN et al., 2003), o que se mostra interessante tanto pela questão econômica como ambiental.

O processamento do surimi, no entanto, necessita de maior investimento em equipamentos e mão de obra em relação ao processamento da CMS, além de causar perda de nutrientes, durante as etapas de lavagem e refino, sendo portanto de difícil prática para o pequeno produtor. De maneira geral, segundo Oetterer et al. (2004), existe dificuldade de se distinguir entre o processamento do surimi e CMS.

Tanto a CMS como o surimi não são produtos alimentares propriamente ditos, mas ingredientes intermediários usados na elaboração de diversos produtos (LEE, 1984; BORDEIRAS e TEJADA, 1987; PARK e LIN, 2005) como: sopas (PINEDA e ROCHABRUN, 1989), croquetes (MAZA e RIVAS PLATA, 1989b), almôndegas (MAZA e RIVAS PLATA, 1989a), palitos (MAZA et al., 1989), milanesas (MAZA et al., 1994), imitação de caranguejo (MAZA e RIVAS PLATA, 1994b), imitação de camarão (MARCHI, 1997), “fish ball” (PARK e LIN, 2005), “nuggets” (MARCHI, 1997; KIRSCHNIK, 2007), “kamaboko” (LEE, 1984), salsichas (MARTINS, 2003; MOREIRA, 2005), balas (MAZA e RIVAS PLATA, 1994a) e salgadinhos (RADO et al., 1989).

A CMS possui maior viabilidade econômica que a filetagem, por apresentar recuperação adicional da carne de pescado inteiro e eviscerado entre 10 a 20% (NEIVA, 2003). Segundo Ruivo (1994), quando os resíduos de pescado são passados pela máquina separadora de carne e ossos, há recuperação de aproximadamente 50% em carne, que pode ser usada para a elaboração de diversos produtos alimentícios. Apesar disso, existem poucos relatos na literatura nacional e internacional de estudos utilizando resíduos de pescado para obtenção de carne mecanicamente separada (CMS).

Suvanich e Marshall (1998) avaliaram a influência do tempo e temperatura de estocagem na qualidade dos resíduos de filetagem de “catfish”, *Ictalurus punctatus*. A estocagem dos resíduos a 25°C manteve-os aceitáveis, por até 10 horas (10^7 UFC de microorganismos aeróbios e 10^4 UFC de coliformes totais), aumentando sua viabilidade para 3,5 dias quando na temperatura de 5°C (10^7 UFC de microorganismos aeróbios e 10^3 UFC de coliformes totais). À temperatura de 0 °C se mantiveram aceitáveis por até 8 dias (10^7 UFC de microorganismos aeróbios e 10 UFC de coliformes totais).

Kirschnik (2007) avaliou o efeito da lavagem e da inclusão de crioprotetores durante a estocagem de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo. O autor observou um aumento na porcentagem de umidade e diminuição das proteínas, lipídeos, cinzas, bases nitrogenadas voláteis (BNV) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), após a lavagem da CMS com água. Durante a estocagem congelada, o autor constatou que a CMS lavada e não lavada se mantiveram estáveis por até 180 dias.

A etapa de eliminar a cabeça, escamas e vísceras do pescado, antes do processo de obtenção da CMS, tem a finalidade de retirar componentes flavorizantes e enzimas que podem causar mal sabor e deteriorar mais rapidamente a matéria-prima (ALCANTARA, 2002). Segundo Park e Lin (2005), a inclusão dos rins e outros componentes intestinais ao CMS podem comprometer a vida de prateleira dos produtos subsequentes.

A obtenção da CMS é realizada por meio da utilização de máquinas separadoras de carne e ossos. Essas máquinas podem ser de vários tipos, sendo a mais utilizada comercialmente um modelo que separa a carne por meio de pressão exercida por uma cinta de borracha contra a superfície externa de um cilindro metálico perfurado com orifícios de 3 a 5 mm de diâmetro (ORDÓÑEZ et al., 2005). Outro modelo que também pode ser utilizado, separa a CMS por meio de pressão exercida por uma rosca no interior de um cilindro perfurado com orifícios de aproximadamente 1 mm (KIRSCHNIK, 2007).

6.1. Microbiologia da CMS

Durante o processo de obtenção da CMS, o músculo do pescado é triturado e o material intracelular, aminoácidos e vitaminas, são expostos, tornando-se fonte de alimentos para as bactérias, que podem se instalar e se multiplicar neste material. Por isso, o processo de obtenção da CMS deve ser o mais higiênico possível (RACCACH e BAKER, 1978).

Segundo o Compêndio da Legislação de Alimentos de 1988, a portaria nº 451 do Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância Sanitária, Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL/MS) (BRASIL, 1997) e a Resolução – RDC nº012, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA comenta que o pescado deve conter no máximo, os seguintes graus de contaminação bacteriana: coliformes fecais NMP máximo de 10^2 /g, *Staphylococcus aureus* máximo 10^3 UFC/g, *Salmonella spp.* ausência em 25g de amostra, não havendo limites para coliformes totais e contagem total de microorganismos aeróbios.

Os coliformes fecais compreendem um grupo de bactérias do gênero *Escherichia*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, sendo a *Escherichia coli* o microorganismo que mais causa doenças pelo fato de se multiplicar no trato gastrintestinal do ser humano e de outros animais homeotérmicos. Sua presença é indicativa de contaminação fecal das águas ou então a falta de higiene durante a manipulação do pescado. A *E. coli* pertence à família *Enterobacteriaceae*, apresenta-se sob a forma de bastonetes, gram-negativos, não esporogênicos, anaeróbio facultativo e a temperatura ótima de crescimento de 37°C (VIEIRA, 2004).

As bactérias do gênero *Staphylococcus* são cocos gram-positivos, pertencem à família *Micrococcaceae*, anaeróbias facultativas, são bactérias mesófilas se multiplicando na faixa de 7 a 47,8°C, tendo a cavidade nasal, garganta e mãos dos manipuladores de alimentos como uma das principais formas de contaminação. A bactéria *S. aureus* causa intoxicação alimentar, sendo a gastroenterite a doença mais comum (VIEIRA, 2004; FRANCO e LANDGRAF, 2004).

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*, gram negativa, aeróbios facultativos, e a temperatura ideal de multiplicação são de 35-37°C. Os principais reservatórios desta bactéria são o trato gastrintestinal do ser humano e demais animais homeotérmicos. A transmissão deste microorganismo se dá pelo consumo de alimentos ou água contaminados. As doenças causadas por essa bactéria são as febres tifóides, as febres entéricas e as enterocolites ou salmoneloses (VIEIRA, 2004; FRANCO e LANDGRAF, 2004).

Em estudo com elaboração e avaliação de “nuggets” e “kamaboko” de tilápia do Nilo, Marchi (1997) encontrou as seguintes contagens bacterianas: “nuggets” (mesófilos $9,6 \times 10^3$ UFC/g, psicrotróficos $1,9 \times 10^3$ UFC/g, coliforme total < 23 NMP/g, coliforme fecal ausente, *Staphylococcus aureus* < 1 UFC/g, *Salmonella* ausente em 25g de amostra) e imitação de camarão (mesófilos $6,5 \times 10^3$ UFC/g, psicrotróficos $5,3 \times 10^3$ UFC/g, coliforme total < 17 NMP/g, coliforme fecal ausente, *Staphylococcus aureus* < 1 UFC/g, *Salmonella* ausente em 25g de amostra). Após 25 dias de armazenagem sob congelamento dos nuggets e imitações de camarão, a população microbiológica se manteve constante, havendo diminuição somente no número mais provável (NMP) de coliformes totais, sendo os resultados obtidos considerados adequados para o consumo humano.

Simões et al. (1998) estudaram a microbiologia da CMS lavada e hambúrgueres formulados com base protéica de pescado e encontraram: contagem total $1,4 \times 10^4$ UFC/g, coliformes totais 2 NMP/g, coliformes fecais ausente, *Staphylococcus aureus* ausente, *Salmonella* ausente em 25g de amostra, *Vibrio colerae* ausente, indicando que o produto estava dentro dos padrões vigentes. Para o hambúrguer a caracterização microbiológica constatou: coliformes totais 33 NMP/g, coliforme fecal ausente, *Staphylococcus aureus* ausente, *Salmonella* ausente em 25g de amostra, *Vibrio colerae* ausente, indicando que o produto estava dentro das normas exigidas pela legislação.

Jesus et al. (2001) encontraram alto nível de contaminação inicial de bactérias mesófilas e psicrotróficas, em torno de 10^6 UFC/g (limite máximo segundo ICMSF) em estudo com armazenagem de CMS de peixes amazônicos, o que indicou deficiência na higiene durante o processamento para obtenção do produto. Apesar disso, não foi verificado coliformes totais e fecais. Após 120 dias de estocagem a população bacteriana diminuiu para em torno de 10^4 UFC/g, sendo, segundo os autores, um comportamento típico em condições de estocagem por congelamento.

6.2. Lavagem da CMS

O processo da lavagem da CMS com água promove a remoção de pigmentos, bactérias deteriorantes, proteínas solúveis, enzimas, componentes amoniacais, lipídeos, sangue e componentes flavorizantes (ADU et al., 1983; TSEO et al., 1983; LEE, 1984; LANIER, 1986; ALCANTARA, 2002; TENUTA FILHO e JESUS, 2003; OETTERER et al., 2004; PARK e LIN, 2005), além de aumentar a concentração das proteínas miofibrilares (actomiosina), melhorando a formação do gel, cor e odor, propriedades interessantes nos produtos baseados em CMS e surimi (TENUTA FILHO e JESUS, 2003).

A temperatura da água de lavagem da CMS deve estar próxima ou abaixo de 5°C (LANIER, 1986; PARK e LIN, 2005) para evitar a desnaturação das proteínas e variam de acordo com o ambiente em que vive o peixe (PARK e LIN, 2005).

O número de ciclo de lavagens da CMS e a relação volume de CMS: água de lavagem, varia de acordo com a espécie de peixe e frescor do pescado (PARK e LIN, 2005). De maneira geral, na produção comercial de surimi costuma-se utilizar 3 ciclos de lavagens da CMS com duração de 10 min cada e relação água e CMS de 3:1 ou 4:1 (TENUTA FILHO e JESUS, 2003), sendo estas proporções suficientes para a eliminação de enzimas, melhorando assim a conservação do produto quando estocado congelado (LEE, 1986).

Em estudo para avaliar o efeito de diferentes números de lavagens na qualidade do armazenamento congelado de CMS de tilápias por 180 dias, Gryscek et al. (2003) encontraram contagem menor que 10^6 UFC/g de bactérias mesófilas e ausência de *Salmonella* em 25g de amostra, indicando níveis satisfatórios de qualidade. No entanto, os autores não especificam a quantidade encontrada de coliformes totais, *E.coli* e *S. aureus*.

Silva e Jesus (2001) avaliaram características químicas da CMS de jaraqui, *Semaprochilodus spp* e piranha preta, *Serrasalmus rhombeus* submetidas ao processo de lavagem da CMS. Os autores constataram que o processo de lavagem da CMS destes peixes diminuiu a quantidade de bases nitrogenadas voláteis (BNV), proteínas sarcoplasmáticas e lipídeos.

Em carnes de espécies pelágicas como sardinhas e anchovetas, que possuem carne de coloração escura e lipídeos altamente oxidáveis, transformando-se em compostos tóxicos como aldeídos e cetonas, a lavagem se faz muito importante (MAZA e PEREZ, 2006).

Neiva (2003) constatou uma melhora na cor, boa quantidade de ácidos graxos e pH estável em CMS de sardinha, *Sardinella brasiliensis*, submetida ao processo de lavagem com água e bicarbonato de sódio. Além disso, o autor observou estabilidade da CMS lavada congelada com ou sem adição de antioxidantes; observado por avaliação nos parâmetros de pH, bases nitrogenadas voláteis (BNV), oxidação lipídica (TBARS), odor a ranço e cor; por um período de até 26 semanas.

6.3. Estabilidade da CMS durante a estocagem congelada

Uma boa estabilidade durante a estocagem é fundamental para boa qualidade dos produtos elaborados a partir da CMS. O primeiro fator a se considerar é a qualidade do pescado ou resíduos de filetagem que serão utilizados para a obtenção da CMS os quais devem apresentar

boas qualidades de frescor e ser aplicado um processo que garanta as normas higiênico-sanitárias corretas (KIRSCHNIK, 2007).

O congelamento da CMS ou surimi deve ser realizado por meio de um congelador de placas rápido, devido à necessidade de ultrapassar rapidamente a faixa de temperatura de 0 a -5°C (graus negativos), pois nessa faixa de temperatura há formação de grandes cristais de gelo, que comprometem a estrutura da parede das células que compõe o produto, causando perda de nutrientes (ORDÓÑEZ et al., 2005). Para que o produto possa ser armazenado por um período maior, sem que haja perda de qualidade, é importante que a temperatura de armazenagem fique em torno de -20°C (BORDEIRAS e TEJADA, 1987).

No entanto, a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade. As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas (NEIVA, 2003). Essas alterações oxidativas podem ser detectadas pela avaliação do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (OSAWA et al., 2005).

A legislação brasileira não indica um valor máximo permitido de TBARS para produtos de pescado (OSAWA et al., 2005). No entanto, em pescado muito oxidado, ou seja, com valores altos de TBARS pode haver a formação de compostos tóxicos e cancerígenos como cetonas, aldeídos, álcoois, ácidos e hidrocarbonetos (OLIVO, 2006; SUMMO et al., 2006), além de formação de sabores desagradáveis (de ranço) que comprometem a aceitação do produto final.

Em cada época do ano, o pescado apresenta uma determinada variação na composição química, principalmente nos valores de umidade e lipídeos nos períodos que antecedem e posteriores à reprodução, causando uma variação nos valores de TBARS do pescado capturado nestas épocas do ano (SIKORSKI, 1990).

Morris e Dawson (1979) avaliaram a oxidação lipídica pelo método do TBARS em CMS de *Catostomus* armazenados congelados por até 12 meses processados no verão e no inverno. Os autores encontraram valores diferentes de TBARS do produto processado no verão e no inverno, sendo maior naqueles processados durante o verão. Os valores de TBARS na CMS processadas no verão e no inverno estocados por 12 meses foram: 0,7; 0,4 (1 mês), 1,6; 0,8 (3 meses), 2,9; 2,5 (6 meses), 9,0; 3,6 mg de malonaldeído/kg (12 meses).

Outro componente químico que serve para avaliar o grau de frescor em pescado são os compostos de bases nitrogenadas voláteis (BNV). Estes compostos compreendem principalmente amônia, trimetilamina, dimetilamina, e são originários da OTMA e decomposição de nucleotídeos e à desaminação dos aminoácidos por microorganismos

(CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Segundo Ogawa e Maia (1999), para pescado em excelente estado de frescor, o teor de BNV atinge 5 a 10 mg/100g de carne; pescado com frescor razoável pode atingir até 15 a 25 mg/100g de carne. No início de putrefação, este teor pode ir até 30 a 40 mg/100g e quando bastante deteriorado, tal conteúdo encontrar-se acima de 50 mg/100g. No entanto, a Legislação Brasileira estabelece que o valor máximo de BNV no pescado aceitável para o consumo é de 30 mg/100g de amostra (BRASIL, 2000).

Siddaiah et al. (2001) avaliaram a estocagem congelada de surimi de carpa prateada, *Hypophthalmichthys molitrix*, por um período de 180 dias. Ao final do experimento, o surimi apresentou aumento no valor de peróxido (oxidação lipídica) e bases nitrogenadas voláteis, porém dentro do limite aceitável para o consumo, constatando que o produto pode ser armazenado por até 180 dias sob congelamento.

A estabilidade de surimi de perca rosa, *Nemipterus japonicus*, durante a armazenagem congelada foi verificada por Reddy et al. (1992). Os autores constataram que todas as propriedades funcionais foram influenciadas pela perda da solubilidade da proteína, a qual depende da desnaturação da proteína inicial, porém sendo este produto com potencial para preparação de “nuggets”, bolinhos de peixe e tirinhas de peixes.

7. Desnaturação das proteínas

A desnaturação das proteínas é uma alteração na estrutura original da proteína, sem que haja rompimento ou alterações de ligações químicas primárias, que ligam os aminoácidos entre si. Os agentes causadores da desnaturação protéica são classificados em físicos (calor, atrito, irradiação ultravioleta, ultra-som, etc.) e químicos (sais, solventes orgânicos, detergentes e pH) (SGARBIERI, 1996).

Uma das conseqüências da desnaturação das proteínas, principalmente da actina e da miosina, durante o armazenamento congelado da CMS, é a redução da propriedade de ligação com a água no processamento subsequente, cujos produtos finais podem se apresentar ressecados, com perda de suculência e textura (NEIVA, 2003).

O sal comum (Cloreto de sódio) é um dos principais agentes desestabilizantes das proteínas (SGARBIERI, 1996). Beas et al. (1991) verificaram certo grau de desnaturação das proteínas de surimi de Merluza adicionado de 3% de sal, mostrado pela redução das temperaturas de desnaturação da miosina (46 para 42°C) e actina (75 para 65°C). Na carne de coelho também foi verificada diminuição das temperaturas de desnaturação da actina em 6°C com inclusão de 3% de sal (FURUKAWA et al., 2004).

A desnaturação das proteínas é também responsável por mudanças nas propriedades funcionais dos alimentos, sendo que o aquecimento causa, no geral, uma melhora na textura e nas propriedades nutricionais de digestibilidade e valor biológico (SGARBIERI, 1996). No entanto, durante a elaboração de um embutido cárneo, o conhecimento das desnaturações das proteínas durante todo o processo é de extrema importância.

O grau de desnaturação das proteínas pode ser medida por diversos indicadores como atividade ATP-ase da miosina, solubilidade, disponibilidade de grupos sulfídricos (OGAWA e MAIA, 1999), viscosidade, fluorescência e análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) (BEAS et al., 1991; PAREDI et al., 1994; FURUKAWA et al., 2004), sendo este último muito usado.

A calorimetria diferencial de varredura (DSC) é uma técnica usada na determinação de dados termodinâmicos, energia e temperatura de desnaturação das proteínas de alimentos sob alguma condição de processamento industrial (NAGAJ et al., 1999).

Existe muita variação de temperatura de desnaturação das proteínas miofibrilares miosina e actina dependendo do animal em estudo. Segundo Herrera et al. (2001), o pico de temperatura entre 30 a 60°C geralmente está associado à desnaturação da miosina e proteínas sarcoplasmáticas, enquanto que a desnaturação da actina geralmente está associada à temperatura de 65 a 85°C. Quanto mais adaptado ao clima tropical é um peixe, maior será a temperatura de desnaturação da miosina de seu músculo (PAREDI et al., 1994).

As temperaturas de desnaturação de um molusco tropical foram de 50 e 72°C para a miosina e actina, respectivamente e 36, 43, 53 e 67°C para as proteínas sarcoplasmáticas (PAREDI et al., 1994).

Em estudo avaliando a temperatura de desnaturação da miosina da carne de pescado, Chan et al. (1992) encontraram temperaturas de 46°C para a carne de bacalhau, 47°C para a carne de “silver hake”, 53°C para carne de arenque.

7.1. Agentes crioprotetores

Os agentes crioprotetores protegem contra a desnaturação das proteínas funcionais, proporcionando um aumento da vida útil da CMS (LEE, 1986).

De acordo com sua natureza química, os agentes crioprotetores se dividem em cinco categorias: aminoácidos e peptídeos, ácidos carboxílicos, mono e dissacarídeos, poliois e sais. Os aminoácidos mais eficazes contra a desnaturação protéica são os glutamatos, aspartatos e cisteína. Dentre os ácidos carboxílicos com efeitos crioprotetores mais intensos estão o malônico, maléico, láctico, málico, tartárico, glucônico e glicólico. As hexoses (glicose e

frutose) e os dissacarídeos (sacarose e lactose) são muito efetivos. Os poliois, em especial o glicerol, têm sido utilizados como um crioprotetor. Entre os sais, os polifosfatos são utilizados amplamente como melhoradores da capacidade de retenção de água e redutores da perda por descongelamento (“drip”), sendo os tripolifosfatos, pirofosfatos e hexametáfosfatos mais eficazes que os ortofosfatos (BORDEIRAS e TEJADA, 1987; PAN, 1990). A sacarose é um crioprotetor que impede a desnaturação da actomiosina presente na proteína do músculo da CMS. Segundo Lee (1984), durante experimentos iniciais utilizando crioprotetores em surimi, utilizou-se 8% de sacarose, porém como o surimi ficou com o sabor muito adocicado, o nível de sacarose foi reduzido para 4% e complementado com 4% de sorbitol para compensar a diminuição da sacarose. A eficácia crioprotetora destes açúcares é aumentada quando adiciona-se conjuntamente os polifosfatos (tripolifosfato e pirofosfato) em concentração média de 0,2%.

Medina e Garrote (2002) avaliaram o efeito protetor de dois conjuntos de crioprotetores: sacarose e sorbitol (1:1) e maltodextrina e sorbitol (1:1) em surimi de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*. A funcionalidade do surimi foi avaliada por 6 meses (4, 45, 90 e 180 dias) de estocagem. Os resultados demonstraram que os dois conjuntos de crioprotetores diminuíram em 32% a elasticidade do surimi. Entretanto, sacarose e sorbitol (1:1) mostraram-se mais efetivos, especialmente a 45 e 90 dias de estocagem.

Em outro estudo para avaliar o efeito protetor de diferentes crioprotetores (8% de sacarose, 4% de sacarose mais 4% de sorbitol e 8% de maltodextrina) em surimi de Alaska pollock, *Theragra chalcogramma*, Carvajal et al. (1999) concluíram que a maltodextrina possui capacidade de estabilizar as proteínas durante a armazenagem do surimi congelado a -20°C por até 6 meses, sendo uma alternativa para substituição da sacarose e sorbitol. Além disso, possuem como vantagem a possibilidade de diminuição do dulçor no produto e diminuição do custo de produção, devido às maltodextrinas serem menos onerosas que a sacarose e o sorbitol.

8. Embutidos cárneos

O embutido cárneo é um produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório tripa natural (bexiga ou outra membrana animal) ou artificial. A salsicha é definida como o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de

açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado (RIISPOA, 2008).

8.1. Emulsões cárneas

As salsichas são produtos cárneos emulsionados. A emulsão é definida como sendo uma suspensão coloidal de dois líquidos não solúveis entre si (imiscíveis), mas que, no entanto, mantém-se harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial. Para que ocorra a união entre o óleo e a água, há a necessidade da presença de um terceiro componente: a proteína, que é o agente denominado emulsificante. A proteína, por possuir uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar), atua na interface entre a gordura e a água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas, unindo-as e evitando a saída e coalescência da gordura. As emulsões cárneas são chamadas de emulsão óleo em água, no qual a fase dispersa é o óleo ou gordura e a fase contínua é o meio aquoso (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2006b).

A eficácia emulsificante das proteínas e, em última análise, a estabilidade da emulsão cárnea, depende tanto do pH da carne como da quantidade de sal empregada na formulação. Se o pH situa-se acima de 5,7 e o conteúdo de sal supera a concentração de 4%, seja separadamente ou em combinação, melhora-se a eficácia das proteínas miofibrilares (ORDÓÑEZ et al., 2005).

8.2. Adição de CMS em embutidos cárneos

A Legislação Brasileira permite o uso de até 60% de CMS (de bovinos, suínos e aves) em substituição da matéria-prima cárnea em alguns tipos de embutidos emulsionados (BRASIL, 2000), porém o uso de CMS de pescado não está descrito na referida legislação.

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 (rancidez) e aos problemas de arenosidade e textura, que a CMS pode conferir aos produtos cárneos (TRINDADE et al., 2005).

Daros et al. (2005) avaliaram a influência da adição da CMS de frango nas características reológicas de mortadelas. Os autores constataram que a adição acima de 60% de CMS causa mudanças nas características reológicas de mortadelas.

Trindade et al. (2005) estudaram o efeito da inclusão de 0 a 100% de CMS de galinhas nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de mortadelas. Os autores

constataram que o limite de inclusão de CMS em mortadelas, dentro das características experimentais avaliadas, é de 60%.

Beraquet et al. (1992) avaliaram a adição de 20, 40 e 100% CMS de pescoço e dorso de galinhas, nas características tecnológicas de um embutido tipo bologna. Os autores constataram que a fonte de CMS não teve influência nas propriedades funcionais do produto e que de acordo com os resultados da análise sensorial a CMS pode ser incorporada no embutido tipo bologna em até 100%.

8.3. Composição química de embutidos

Os valores de composição química permitido para salsichas comuns no Brasil são: umidade (máximo 65%), proteína (mínimo 12%) e lipídeo (máximo 30%) (BRASIL, 2000).

A matéria-prima cárnea, além da porcentagem de inclusão dos ingredientes não cárneos, pode causar variações nos valores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas dos embutidos. Em embutidos formulados da maneira tradicional, ou seja, combinando carne bovina e suína, os valores de umidade variam de 51 a 70%, proteínas de 11 a 15%, lipídeos de 10 a 30% e cinzas de 2 a 4% (ALAMANOU et al., 1996; PANERAS et al., 1996; BLOUKAS et al., 1997; DESMOND e KENNY, 1998; RUUSUNEN et al., 2003). Estes valores de composição química atendem as exigências da legislação brasileira, apesar do risco de causar doenças cardiovasculares se ingeridos com grande frequência. Isso se dá principalmente pela grande quantidade de gordura em sua formulação, de 20 a 30%. No entanto, os lipídeos presentes nos embutidos são componentes que conferem características desejáveis de suculência, sabor e aroma (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2006b).

Em embutidos de pescado, a umidade varia de 60 a 90%, a proteína apresenta variação de 13 a 17%, os lipídeos apresentam variação de 1 a 17% e cinzas de 1 a 5% (CORREIA et al., 2001; RAJU et al., 2003; BISPO et al., 2004; GARCIA et al., 2005; YAPAR et al., 2006; KAMRUZZAMAN et al., 2006).

Em embutidos de frango, os valores de umidade são de 65 a 80%, proteínas de 12 a 14%, lipídeos de 0,2 a 19% e cinzas de 1 a 3% (JEUN-HORNG et al., 2002; ANDRÉS et al., 2006). Como se pode observar, os embutidos de pescado e de frango apresentam grande variabilidade nos valores de umidade (60 a 90%), sendo que muitas vezes ultrapassam os valores permitidos pela legislação brasileira, que é de no máximo 65%. Isto pode se dar principalmente pela baixa adição de gordura (produtos tipo “light”) na sua formulação, causando conseqüentemente um aumento nos valores de umidade.

8.4. Ingredientes usados na elaboração dos embutidos

Existe muita versatilidade nos ingredientes usados na elaboração de embutidos. Os ingredientes mais utilizados são aqueles que possuem os seguintes requisitos: fácil obtenção ou compra, baixo preço, disponibilidade durante todo o ano, além de segurança microbiológica (PARDI, 1994).

A proteína isolada de soja é um ótimo ingrediente usado na elaboração de uma emulsão de qualidade em produtos embutidos, por possuir grande capacidade de ligar a água e o lipídeo (RUUSUNEN et al., 2003), alto conteúdo protéico, além de ser um produto de fácil aquisição, baixo custo e apresentar um bom balanço de aminoácidos essenciais (PARDI, 1994). No entanto, o excesso de proteína de soja em produtos cárneos podem tornar o alimento com sabor desagradável além de diminuir a suculência do produto. Matulis et al. (1995) constataram que adição de proteína isolada de soja (0, 1,5 e 3,0%) aumentou a dureza e *off flavor* e diminuiu a suculência em salsichas, indicando que adição deste ingrediente deve ser de até 3%. No Brasil, no entanto, o máximo permitido pela legislação de inclusão da proteína isolada de soja em salsichas é de 4% (BRASIL, 2000).

O amido é outro ingrediente amplamente usado em embutidos cárneos devido sua capacidade de formar gel quando submetido ao calor e ligação com a água (PARDI, 1994), sendo o máximo permitido pela legislação brasileira para salsichas de 2% (BRASIL, 2000).

O sal, além de ser usado como condimento, contribui também na solubilização das proteínas miofibrilares, transformando-as do estado nativa em proteína solubilizada, e quando aquecidos, esta proteína solubilizada fixa-se como uma estrutura de rede, imobilizando a água, tornando esta pasta com a consistência de um gel e melhorando consequentemente a textura das salsichas (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2006a). Matulis et al. (1995) comentam que o mínimo usado de sal, para que se tenha uma boa emulsão em salsichas é de 1,3%. Já Pardi (1994) comenta que a adição de 2% de sal em uma emulsão cárnea são adequados, porém 3% são mais eficazes. A porcentagem de adição de sal em uma carne de pescado com 80% de umidade, para uma boa formação de gel, é de 2 a 3% (LEE, 1984; OGAWA e MAIA, 1999). A adição de 2% de sal mais 0,3% de polifosfatos aumentou a força de cisalhamento, dureza e elasticidade do músculo cozido do “Spanish Mackerel” (*Sceomberomorus maculatus*) quando comparado com o controle e somente 2% de sal (LEE e ROMEO, 1976). No entanto, o sódio contido no sal (NaCl) é um mineral que se ingerido em excesso pode contribuir com uma série de problemas fisiológicos como aumento do volume de fluido extracelular, alterações na secreção gástrica e alterações na permeabilidade e morfologia das

membranas celulares (SGARBIERI, 1987). Portanto, a quantidade de sal usada deve ser a mínima que possa resultar em uma emulsão de características sensoriais aceitáveis.

Os fosfatos atuam nos produtos cárneos elevando o pH do meio, melhorando a capacidade de retenção de água, protegendo contra a perda de umidade, aumentando a suculência e melhorando a textura (PARDI, 1994). Em mortadela de frango, o fosfato (5%) combinado com gema de ovo (3%) causou aumento do pH, melhorou a estabilidade da emulsão e diminuiu a perda de peso no cozimento, resultando em uma melhor aceitabilidade que o controle ou o tratamento com somente fosfato ou gema de ovo (KONDAIAH e PANDA, 1989).

O sal de cura (nitrito e nitrato de sódio) quando adicionado em produtos cárneos tem a função de formar a coloração rosada típica de produto curado, contribuir para o desenvolvimento do aroma característico de carne curada, inibir o agente causador do botulismo (*Clostridium botulinum*) e atuar como antioxidante (PARDI, 1994; ORDÓÑEZ et al., 2005). Os antioxidantes são aditivos que retardam o aparecimento de alterações oxidativas nos alimentos (PARDI, 1994).

Os condimentos ou especiarias são substâncias que adicionadas aos alimentos imprimem sabores e odores característicos, além de atuarem como agentes antioxidantes e bactericidas (NEGBENEBOR et al., 1999). Dentre as especiarias que mais possuem essas ações são: cravo, canela, pimenta, calicanto, mostarda, macis, noz-moscada, gengibre, tomilho, louro, manjerona, segurelha, alecrim, além do alho e cebola (PARDI, 1994). Negbenebor et al. (1999) avaliaram o efeito da adição da pimenta, *Piper guineense*, (0; 1; 1,5 e 2%) nas características microbiológicas de “kamaboko” de bagre africano, *Clarias anguillaris*, estocados de 2 a 4°C por 12 dias. Os autores concluíram que a adição da pimenta ocasionou um decréscimo na contagem de bactérias aeróbias totais até a adição de 1,5% de pimenta. Já em relação a estocagem houve uma proliferação das bactérias até o nono dia (média dos quatro tratamentos 3,2 log UFC/g), sendo que após esse dia ocorreu uma ligeira diminuição na contagem (2,9 log UFC/g).

8.5. Embutidos de pescado

A carne de pescado é conhecida como um alimento saudável e de ótima qualidade nutricional, no entanto poucos estudos têm sido realizados para a utilização da carne de pescado na elaboração de embutidos.

Moreira (2005) estudou a aceitação sensorial de salsichas e mortadelas de filé de tilápia do Nilo, e constatou que os produtos formulados apresentaram boas características físicas e sensoriais, demonstrando a viabilidade de sua produção.

Em outro estudo, Correia et al. (2001) caracterizaram quimicamente e avaliaram a aceitabilidade de linguiças de camarão com pescado, camarão com bacon e camarão com pescado e bacon. Os autores concluíram que todas as formulações apresentaram boa aceitação sensorial, sendo a considerada mais aceita aquela com camarão e bacon.

Fiddler et al. (1993) estudaram a formação do composto N-nitrosodimetilamina em salsichas formuladas com adição de CMS e surimi de “Alaska pollock” (15 a 50%) em substituição à matéria-prima cárnea. Os autores constataram que a CMS ou surimi podem ser adicionados em até 15% em salsichas sem que haja formação de N-nitrosodimetilamina.

Raju et al. (2003) avaliaram a eficácia da adição do preservativo nisina (12,5; 25 e 50 ppm) em salsichas de pescado (*Nemipterus japonicus*) quando estocados em duas temperaturas (28 e 6 °C). Os autores observaram um maior período de estocagem a 28 °C em salsichas adicionadas de 50 ppm (22 dias) quando comparado com o controle (2 dias). Quando estocadas a 6 °C, os autores encontraram maior período de estocagem em salsichas também adicionadas com 50 ppm (150 dias) quando em comparação ao controle (30 dias).

Murphy et al. (2004) estudaram a substituição parcial da carne suína pelo surimi (0 a 40%), em salsichas. Os autores constataram que o aumento da inclusão de surimi juntamente com a gordura (5-30%) ou água (10-35%) causou diminuição da dureza das salsichas, sendo que o máximo adicionado de surimi, para que se mantenham as boas características físicas e sensoriais é de 25%.

Garcia et al. (2005) avaliaram a vida de prateleira e aceitabilidade de salsichas contendo carne bovina e atum em uma proporção de (1:1) e (1:5), respectivamente. Os autores concluíram que durante o período de estocagem de 21 dias a 4°C as salsichas se mantiveram com as contagens microbiológicas dentro do limite de aceitação e o tratamento preferido entre os provadores foi o com menor inclusão de atum (proporção de 1:1).

Martins (2003) avaliou a utilização da carne do armado, *Pterodoras granulosos*, na elaboração de salsichas, encontrando aceitabilidade mediana do produto, com média de 5,2 em uma escala de nove pontos.

Bispo et al. (2004) avaliaram a aceitabilidade e estabilidade sob os aspectos químicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, de linguiças de marisco, *Anomalocardia brasiliiana*, durante a estocagem congelada (-18°C) por até 90 dias. Os autores concluíram que as linguiças apresentaram boa aceitação, entre 78 a 87%, para todos os atributos avaliados,

principalmente em relação ao sabor e textura. Além disso, as linguiças se mantiveram estáveis por um período de até 90 dias quando mantidas sob congelamento.

Segundo Arocha e Toledo (1982), a elaboração de produtos utilizando CMS pode contribuir para o crescimento do mercado de pescados, uma vez que este tipo de produto é economicamente atrativo, por ser mais barato que a carne de peixe na forma de postas ou filés. No entanto, uma indústria baseada no processamento de CMS somente será viável quando forem desenvolvidos produtos que sejam amplamente aceitos pelo mercado consumidor. Ainda segundo estes autores, foram realizadas diversas tentativas de elaboração de produtos comerciais utilizando CMS de pescado na elaboração de embutidos, hambúrgueres e empanados. Entretanto, estes produtos apresentaram, geralmente, baixa aceitação.

Estes estudos demonstram a importância de se avaliar com profundidade os diversos aspectos da elaboração de embutidos utilizando CMS de pescado, visando a obtenção de produtos de qualidade e ampliando as possibilidades de utilização desta matéria-prima.

9. Textura instrumental

A dureza é a força requerida para a compressão de um alimento entre os dentes molares, ou então, a força necessária para produzir certa deformação. A coesividade é o grau ao qual um alimento é comprimido entre os dentes antes de romper e definido fisicamente como a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura. A mastigabilidade é definida sensorialmente como o tempo requerido para mastigar um alimento, a uma velocidade constante, para reduzi-la a uma consistência adequada para a deglutição (ARROCHA e TOLEDO, 1982).

A adição de CMS em embutidos cárneos pode causar diminuição nos parâmetros de textura. Em estudo com adições de CMS de frango (0 a 100%) em mortadelas foi verificada diminuição na dureza, passando de 195,7 para 67,0 kPa (DAROS et al., 2005). Desmond e Kenny (1998) encontraram diminuição da mastigabilidade com a inclusão de 0% (345,4 N x mm) a 15% de surimi de coração bovino (225,2 N x mm) em salsichas comuns. Os autores comentam que esta diminuição na mastigabilidade das salsichas se deve provavelmente devido aos menores teores de proteína nas salsichas elaboradas com 15% de surimi de coração bovino.

10. Metodologia de superfície de resposta

A metodologia do planejamento fatorial associada à análise de superfícies de respostas, é uma ferramenta fundamentada na teoria estatística, que fornece informações seguras sobre o processo, minimizando o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro. Este método estatístico possui como vantagens: reduzir o número de experiências ou repetições e melhorar a qualidade da informação obtida através dos resultados, analisar fatores simultaneamente, verificando e quantificando os efeitos sinérgicos e antagônicos entre os fatores de interesse, otimizar mais de uma resposta ao mesmo tempo, podendo maximizar ou minimizar variáveis, calcular e avaliar o erro experimental, permitindo com isso especificar o nível de confiança estatística (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

Teixeira e Beirão (1999) utilizaram a metodologia de superfície de resposta para otimizar a quantidade necessária de agentes crioprotetores a ser empregada na capacidade de retenção de água em pasta de pescado. Os autores concluíram que o sal deve ser utilizado entre 0,75 a 1,5%, o polifosfato deve ser utilizado na concentração de 0,57% e o açúcar entre 0,75% e 0,90%.

Moreira (2005) utilizou a metodologia de superfície de resposta para determinar o efeito da adição de proteína isolada de soja e gordura sobre a umidade, lipídeos, textura, cor, aceitação sensorial e capacidade de retenção de água em mortadela de tilápia do Nilo. A proteína de soja influenciou positivamente na aceitação global, aparência, sabor, cor, textura e força de cisalhamento. A gordura vegetal influenciou positivamente na aceitação geral, aroma, textura, força de cisalhamento. O autor concluiu que foi possível elaborar mortadela de tilápia, com formulação otimizada de 10% de gordura vegetal e 1% de proteína isolada de soja.

11. Considerações iniciais

Esta revisão da bibliografia serviu como base para o direcionamento desta tese, que está dividida em quatro artigos (capítulos). No primeiro, “Elaboração de salsichas com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo”, estudou-se as características nutricionais (composição química, perfil de aminoácidos, escore químico, digestibilidade e escore químico corrigido pela digestibilidade), físicas (cor e textura instrumental) e aceitação sensorial (cor, odor, textura, sabor e aceitação global) de salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de inclusão (0 a 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia. No segundo artigo, “Estabilidade de salsichas elaboradas com carne

mecanicamente separada de tilápia do Nilo armazenadas a 0 °C” acompanhou-se as alterações físico-químicas (cor instrumental, TBARS, BNV e pH), microbiológicas (contagem de bactérias aeróbias psicrófilas) e sensoriais (cor, odor, sabor, textura e aceitação global) das salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de inclusão (0 a 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia e estocadas a 0°C por 40 dias. No terceiro artigo intitulado “Desnaturação das proteínas durante o processamento de salsichas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo” avaliou-se a desnaturação das proteínas durante o processamento das salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de tilápia, por meio da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC), das matérias-primas antes e após o processo de cominuição, durante o processo de emulsão e nas salsichas cozidas. No quarto artigo “Composição físico-química e avaliação sensorial de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo submetida ou não à lavagem” avaliou-se o efeito da inclusão (60 a 100%) e das lavagens (0 a 2) da CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, sobre a composição química (proteína, lipídeos, umidade e cinzas), pH, composição em minerais (ferro, magnésio, cálcio, fósforo, sódio e potássio), análises físicas (cor e textura instrumental) e aceitação sensorial (cor, odor, textura, sabor e aceitação global) das salsichas.

12. Referências bibliográficas

- ADU, G.A.; BABBITT, J.K.; CRAWFORD, D.L. Effect of washing on the nutritional and quality characteristics of dried minced rockfish flesh. **Journal of Food Science**, v.48, p.1053-1055, 1983.
- ALAMANOU, S.; BLOUKAS, J.G.; PANERAS, E.D.; DOXASTAKIS, G. Influence of protein isolate from lupin seeds (*Lupinus albus ssp. Graecus*) on processing and quality characteristics of frankfurters. **Meat Science**, v.42, n.1, p.79-93, 1996.
- ALCANTARA, S.W.O. Teoria del procesamiento de pasta de pescado. In: **Curso Tecnologia de procesamiento de surimi**. Paita, Peru: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru, 2002, p.1-17.
- ANDRES, S.; ZARITZKY, N.; CALIFANO, A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.954-961, 2006.
- ANUALPEC. O desenvolvimento recente da aquicultura brasileira. In: FNP consultoria e agroinformativos. **ANUALPEC 2005**. São Paulo: Instituto FNP, 2005. p. 252-256.
- ARECHE, N.; BERENZ, Z.; LEON, G. Utilización del ensilado de residuos de pescado en dietas para credos. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.4, n.1, p.77-90, 1994.

ARECHE, N.T.; BERENZ, Z. Ensilado de resíduos de pescado por bactérias del yogur. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.3, n.1, p.26-36, 1989.

AROCHA, P.M.; TOLEDO, R.T. Descriptor for texture profile analysis of frankfurter-type products from minced fish. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 695-698, 1982.

AYALA, M.E. Estructura y Composición Química del Pescado. In: **Curso Tecnología de procesamiento de surimi**. Paíta, Peru: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru, 2002, p.1-22.

BEAS, V.; WAGNER, J.R.; AÑON, M.C.; CRUPKIN, M. Thermal denaturation in fish muscle proteins during gelling: effect of spawning condition. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.281-284, 1991.

BENTIS, C.A.; ZOTOS, A.; PETRIDIS, D. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardus*), underutilized by the industry. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.303-308, 2005.

BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.E.L.; DA SILVA, R.Z.M. Influence of using mechanically separated chicken meat from different parts and levels on the chemical, physical and sensory properties of bologna type product. In: *Proc. 38th International Congress of Meat Science and Technology*, 1992, Clermont-Ferrand, France. **38th ICoMST**. Clermont-Ferrand, France, 1992, p.1011-1014.

BERENZ, Z.; ROMERO, F.; BEOUTIS, G. Utilización del ensilado de resíduos de pescado em dietas para pollos de carne. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.4, n.1, p.91-104, 1994.

BISPO, E.S.; SANTANA, L.R.R.; CARVALHO, R.D.S. Aproveitamento industrial de marisco na produção de lingüiça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.664-668, 2004.

BLOUKAS, J.G.; PANERAS, E.D.; FOURNITZIS, G.C. Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. **Meat Science**, v.45, n.2, p.223-238, 1997.

BORDEIRAS, A.J.; TEJADA, M. El "surimi". **Revista Agroquímica Tecnológica Alimentaria**, v.27, n.1, 1987.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003, 128p.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.

BRASIL. Ministério da Saúde. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. **Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº451 de 19 de setembro de 1997.

BURGUESS, G.H.O. **El Pescado y Las Industrias Derivadas de la Pesca**. Zaragoza: Editora Acribia, 1965, 392p.

CARVAJAL, P.A.; MCDONALD, G.A.; LANIER, T.C. Cryostabilization mechanism of fish muscle proteins by maltodextrins. **Cryobiology**, v.38, p.16-26, 1999.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.

CHAN, J.K.; GILL, T.A.; PAULSON, A.T. The dynamics of thermal denaturation of fish myosins. **Food Research International**, v.25, p.117-123, 1992.

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

CORREIA, R.T.P.; MENDONÇA, S.C.; LIMA, M.L.; SILVA, P.D. Avaliação química e sensorial de lingüiça de pescado tipo frescal. **Boletim do CEPPA**, v.19, n.2, p.183-192, 2001.

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.

DESMOND, E.M.; KENNY, T.A. Preparation of Surimi-like extract from beef hearts and its utilisation in frankfurters. **Meat Science**, v.50, n.1, p.81-89, 1998.

EMBRAPA. **Aquicultura e a atividade pesqueira**. Disponível em: <<http://cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic:::27>>. Acesso em: 12 mar. 2008.

FIDDLER, W.; PENSABENE, J.W.; GATES, R.A.; HALE, M.; JAHNCKE, M.; BABBITT, J.K. Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*) mince and surimi as partial meat substitutes in frankfurters: n-nitrosodimethylamine formation. **Journal of Food Science**, v.58, n.1, p.62-70, 1993.

FINNE, G.; NICKELSON, R.; QUIMBY, A.; CONNALLY, N. Minced fish flesh from nontraditional gulf of Mexico finfish species: yield and composition. **Journal of Food Science**, v.45, p.1327-1329, 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Core consumption data**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/346/default.spx>>. Acesso em: 10 dez. 2006, A.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **State of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper 500. Rome, 2006, B.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M.F. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2004, 182p.

FURUKAWA, V.A.; SOBRAL, P.J.A.; HABITANTE, A.M.Q.B.; GOMES, J.D.F. Análise térmica da carne de coelhos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.265-269, 2004.

GARCIA, A.; IZQUIERDO, P.; UZCATEGUI-BRACHO, S.; FARIA, J.; ALLARA, M.; GARCIA, A.C. Formulaci3n de salchichas con at3n y carne: vida 3til y aceptabilidad. **Revista Cient3fica**, v.15, n.3, p.272-278, 2005.

GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZ-C3RDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v.34, p.1023 a 1028, 2003.

GRYSCHEK, S.F.B.; OETTERER, 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.

HERRERA, J.; PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. A DSC study on the effects of various maltodextrins and sucrose on protein changes in frozen-stored minced blue whiting muscle. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p.337-384, 2001.

JESUS, R.S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade qu3mica e microbiol3gica de "minced fish" de peixes amaz3nicos durante o congelamento. **Ci3ncia e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.144-148, 2001.

JEUN-HORNG, L.; YUAN-HUI, L.; CHUN-CHIN, K. Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. **Meat Science**, v.60, p.161-167, 2002.

JULAVITTAYANUKUL, O.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effect of phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Hydrocolloids**, v.20, p.1153-1163, 2006.

KAMRUZZAMAN, M.; AKTER, F.; BHUIYAN, M.M.H. Consumer acceptance and market test of fish sausage and fish ball prepared from sea catfish, *Tachsurus thalassinus*. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.9, n.6, p.1014-1020, 2006.

KELLEHER, S.D.; SILVA, L.A.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Inhibition of lipid oxidation during processing of washed, minced atlantic mackerel. **Journal of Food Science**, v.57, n.5, 1992.

KIRSCHNIK, P.G. **Avalia3n da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de til3pia nil3tica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 92 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

KONDAIAH, N.; PANDA, B. Effect of phosphate and spent hen yolk on the quality of chicken sausages from spent hens. **Poultry Science**, v.68, p.393-398, 1989.

KUBITZA, F. "O mar est3 pra peixe...pr3 peixe cultivado" **Panorama da Aquicultura**, v.17, n.100, p.14-23, 2007.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: 2000, 285p.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aqüicultura**, v.16, n.94, p.23-29, 2006.

KUBOTA, S.; TAMURA, Y.; MATSUI, T.; MORIOKA, K.; ITOH, Y. The effects of salt concentration on the internal macrostructure and texture of walleye pollack surimi gel. **International Journal of Food Science and Tecnology**, v.41, p.459-463, 2006.

KUHN, C.R.; SOARES, G.J.D.; PRNTICE-HERNÁNDEZ, C.; VENDRUSCOLO, J.L.S. Avaliação da força de gel de surimi de resíduos de pescada-foguete (*Macrondon ancylodon*) enriquecido com aditivos protéicos. **Boletim do CEPPA**, v.21, n.2, p.239-248, 2003.

LANIER, T.C. Functional propeties of surimi. **Food Technology**, p.107-124, 1986.

LEE, C.M. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Technology**, p.115-124, 1986.

LEE, C.M. Surimi Process Technology. **Food Technology**, p. 69-80, 1984.

LEE, C.M.; ROMEO, T.T. Factors affecting textural characteristics of cooked comminuted fish muscle. **Journal of Food Science**, v.41, p.391-397, 1976.

LUO, Y.; SHEN, H.; PAN, D. Gel-forming ability of surimi from grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*): influence of heat treatment and soy protein isolate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.687-693, 2006.

MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: SUDENE-DRN-Div. Recursos Pesqueiros, 1984, 277p.

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

MARTINS, R.V. **Agroindustrialização da carne do armado (*Pterodoras granulosus*) do reservatório de Itaipu, sob a forma de salsicha: avaliação sensorial e valor agregado**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

MATULIS, R.J.; MCKEITH, F.K.; SUTHERLAND, J.W.; BREWER, M.S. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat salt, and pH. **Journal of Food Science**, v.60, n.1, p.42-46, 1995.

MAZA, S.; PEREZ, R.; SILVA, L.S. Milanesa de pescado. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.4, n.1, p.105-110, 1994.

MAZA, S.; PÉREZ, Y.A.L. Mejoramiento del color de pulpa y surimi de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.7, p.1-10, 2006.

MAZA, S.; RIVAS PLATA, H. Elaboracion de caramelo de pescado. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.4, n.1, p.155-162, 1994, A.

MAZA, S.; RIVAS PLATA, H. Elaboracion experimental de albondigas de pescado. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.3, n.1, p.89-96, 1989, A.

MAZA, S.; RIVAS PLATA, H. Elaboracion experimental de croquetas de pescado. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.3, n.1, p.71-78, 1989, B.

MAZA, S.; RIVAS PLATA, H. Imitación de carne de cangrejo texturizado por congelación. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.4, n.1, p.111-124, 1994, B.

MAZA, S.; RIVAS PLATA, H.; PEREZ, R. Elaboracion experimental de palitos de pescado empanizado. **Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú**, v.3, n.1, p. 97-106, 1989.

MEDINA, J.R.; GARROTE, R.L. The effect of two cryoprotectant mixtures on frozen surubí surimi. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.19, n.4, p.419-424, 2002.

MINOZZO, M.G. **Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MIRA, N.V.M.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e mercúrio contaminante de surimi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p. 665-671, 2005.

MOREIRA, R.T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. s.n. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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

MURPHY, S.C.; GILROY, D.; KERRY, J.F.; BUCKLEY, D.J.; KERRY, J.P. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. **Meat Science**, v.66, p.689-701, 2004.

NAGAJ, T.; KURATA, M.; NAKAMURA, T.; ITO, T.; FUJIKI, K.; NAKAO, M.; YANO, T. Properties of myofibrillar protein from japanese stingfish (*Sebastes inermis*) dorsal muscle. **Food Research International**, v.32, p.401-405, 1999.

NEGBENEBOR, C.A.; GODIYA, A.A.; IGENE, J.O. Evaluation of *Clarias Anguillar* treated with spice *Piper guineense* for washed mince and kamaboko-type product. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.315-322, 1999.

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.

NEIVA, G.S. **Sumário sobre a pesca e aquicultura mundial e no Brasil (2000/2001)**. Disponível em: <http://www.pescabrasil.com.br/comercial/artigo_9.asp>. Acessado em: 22 mar. 2008.

OETTERER, M.; BORGHESI, R.; ARRUDA, L.F. **Como Preparar a Silagem de Pescado**. Série Produtor Rural – nº15. Piracicaba: ESALQ, 2001, 16p.

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.

OGAWA, M; MAIA, E.L. Química do pescado. In: OGAWA, M., MAIA, E. L. (Eds.). **Manual de Pesca**. São Paulo: Varela, 1999, p.29-70.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; F., J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciências Agrotecnicas de Lavras**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p.155-163.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p.123-133, A.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias-primas e suas implicações tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p.17-27, B.

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. **Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem 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, p655-663, 2005.

PADUA, D.M.C. **Fundamentos de piscicultura**. 2ed. Goiânia: UCG, 2001. 341p.

PAN, B.S. Tecnologia del pescado desmenuzado. In: SIKORSKI, E.L., (ed.), **Tecnologia de los productos del mar: recursos, composicion nutritiva y conservacion**. Zaragoza: Acribia, 1990. p.271-286.

PANERAS, E.D.; BLOUKAS, J.G.; PAPADINA, S.N. Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. **Lebensm-Wiss u Technol.**, v.29, p.507-514, 1996.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, v.2. Goiânia: Universitária, 1994, 1107p.

PAREDI, M.E.; TOMAS, M.C.; CRUPKIN, M.; AÑON, M.C. Thermal Denaturation of *Aulacomya ater ater* (Molina) myofibrillar proteins: a differential scanning calorimetric study. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.42, p.873-877, 1994.

PARK, J.W.; LIN, T.M.J. Surimi: Manufacturing and Evaluation In: PARK, J.W. (ed.), **Surimi and Surimi Seafood**. 2º ed. London: Taylor & Francis Group, CRC, 2005. p.33-106.

PHATCHARAT, S.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effects of washing with oxidising agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Chemistry**, v.98, p.431-439, 2006.

PINEDA, R.; ROCHABRUN, J. Utilizacion de los recortes del pescado en la elaboracion de sopas concentradas enlatadas. **Boletin de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v3, n.1, p.48-53, 1989.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.179-187, 2006.

RACCACH, M.; BAKER, R.C. Microbial properties of mechanically deboned fish flesh. **Journal of Food Science**, v.43, p.1675-1677, 1978.

RADO, E.; WONG, L.; GALLO, M.; CASTRO, R. Influencia de la cantidad de agua en la textura crocante de la hojuela de pescado. **Boletin de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.3, n.1, p.107-112, 1989.

RAJU, C.V.; SHAMASUNDAR, B.A.; UDUPA, K.S. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) and refrigerated ($6 \pm 2^\circ\text{C}$) temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, p.171-185, 2003.

REDDY, G.V.S.; SRIKAR, L.N.; SUDHAKARA, N.S. Deteriorative changes in pink perch mince during frozen storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v.27, p.271-276, 1992.

RIISPOA (**Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**). Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14013>>. Acesso em: 01 abr. 2008.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: Uma Estratégia Seqüencial de Planejamento**. Campinas/SP: Casa do Pão, 2005. 326p.

RUIVO, U.E. Controle de pontos críticos no processamento e na conservação de carcaças e aparas para obtenção de CPSM. In: **Carne de pescado separada mecanicamente – Obtenção e utilização**. Campinas: ITAL, p.84-86, 1994.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPAA, J.; POULANNE, E.; LYLY, M.; LAHTEENMAKI, L.; NIEMISTO, M.; AHVENAINEN, R. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. **Meat Science**, v.63, p.9-16, 2003.

SALES, R.O.; SALES, A.M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. **Ciências Agrônomicas**, v.21, p.27-30, 1990.

SEAP. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. **Aqüicultura**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/aqui/>. Acesso em: 10 mar. 2008.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de Silagem Química com Resíduos de Pescado Marinho. **Brazilian Journal Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

SGARBIERI, V. **Alimentação e Nutrição: Fator de Saúde e Desenvolvimento**. Campinas/SP: Unicamp, 1987. 387p.

SGARBIERI, V. **Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades, Degradações, Modificações**. São Paulo/SP: Varela, 1996. 517p.

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. **Tecnología de los Productos del Mar: Recursos, Composición Nutritiva y Conservación**. Zaragoza: Acribia, 1990. 330 p.

SILVA, M.A.B.; JESUS, R.S. Alterações na composição química e capacidade de formação de gel em “minced fish” lavado e não lavado de peixes de água doce da amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 12, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001.

SIMÕES, D.R.S.; PEDROSO, M.A.; AUGUSTO RUIZ, W.; ALMEIDA, T.L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.414-420, 1998.

SULTANBAWA, Y.; LI-CHAN, Y.L. Cryoprotective effects of sugar and polyol blends in ling cod surimi during frozen storage. **Food Research International**, v.31, n.2, p.87-98, 1998.

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.

SUVANICH, V.; MARSHALL, D.L. Influence of storage time and temperature on quality of catfish (*Ictalurus punctatus*) frames. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.7, n.1, p.61-76, 1998.

SZARFARC, S.C.; MARTINS, I.S.; MAZZILLI, R.N.; CAVALCANTI, M.L.F.; GANDRA, Y.R. Qualidade protéica de dietas avaliadas segundo os padrões FAO 1968 e FAO 1973. **Revista da Saúde Pública de São Paulo**, v.14, p.151-160, 1980.

TEIXEIRA, A.M.; BEIRÃO, L.H. Efeitos de agentes crioprotetores na capacidade de retenção de água em pasta de pescado utilizando-se a técnica de análise de superfície de resposta. **Boletim do CEPPA**, v.17, n.1, p.71-82, 1999.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.37, n.2, p.59-64, 2003.

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.

TSEO, C.L.; J.C. DENG; CORNELL, A.I.; KHURI, A.I.; SHMIDT, R.H. Effect of washing treatment on quality of minced mullet flesh. **Journal of Food Science**, v.48, p.163-167, 1983.

VIDOTTI, R.M.; CARNEIRO, D.J.; MACEDO-VIEGAS, E.M. Growth rate of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing codried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, v.12, n.4, p.77-78, 2003.

VIDOTTI, R.M.; VIEGAS, E.M.M; CARNEIRO, D.J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, p.199-204, 2002.

VIEGAS, E.M.M; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação 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.405-480.

VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado: Teoria e Prática**. São Paulo: Varela, 2004, 380p.

VILA-NOVA, C.M.V.M.; GODOY, H.T.; ALDRIGUE, M.L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídeos totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Iutifamus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.430-436, 2005.

VISSANGUAN, W.; OGAWA, M.; NAKAI, S.; NAN, H. Physicochemical changes and mechanism of heat-induced gelation of arrowtooth flounder myosin. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.48, p.1016-1023, 2000.

YAPAR, A.; ATAY, S.; KAYACIER, A.; YETIM, H. Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). **Food Hydrocolloids**, v.20, p.825-830, 2006.

ZAITSEV, V.; KIZEVETTER, I.; LAGUNOV, L.; MAKAROVA, T.; MINDER, L.; PODSEVALOV, V. **Fish Curing and Processing**. Honolulu/Hawaii: University Press of the Pacific, 2004. 737p.

CAPÍTULO 1

Elaboração de salsichas com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) (0, 20, 40, 60, 80, 100%) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em substituição ao filé em salsichas e determinar suas propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais. As salsichas apresentaram diminuição de proteína e aumento de lipídeos com a inclusão de 0 a 100% de CMS. A qualidade nutricional dos produtos foi alta, com digestibilidade acima de 85%, escore químico $\geq 0,99$ e escore químico corrigida pela digestibilidade $> 0,90$. Os parâmetros de textura e cor instrumental amarela (b^*) diminuíram com inclusão crescente de CMS. A avaliação sensorial da cor mostrou que o nível máximo de inclusão de CMS não foi bem aceito pelos provadores e recebeu nota 4,1 e foi menor que o tratamento sem inclusão de CMS (6,1), em um escala de nove pontos. As salsichas com melhor aceitação do atributo sabor foram aquelas com 40 e 60% de CMS (6,5), para a textura foram com 40% (6,2) e 60% de CMS (6,3), o odor com 100% de CMS (6,1) e as mais aceitas globalmente com 40 e 60% de inclusão de CMS (6,1 e 6,2, respectivamente). Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da elaboração de salsichas utilizando CMS de resíduos de filetagem devido a boa qualidade nutricional e tecnológica, sendo que, de acordo com avaliação sensorial, a porcentagem máxima de inclusão é de 60%.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, pescado, carcaças, resíduos de filetagem, CMS, salsichas.

INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, é uma espécie de peixe de clima tropical, que apresenta cor branca, sabor delicado e ausência de espinhos em forma de “Y” o que torna interessante o seu cultivo. No Brasil, é uma das espécies mais produzidas pela aquicultura, atingindo 69.078 toneladas em 2005 (FAO, 2006). O valor nutricional de sua carne pode ser comprovado pela sua composição química, com teores de proteína entre 15,0 e 20,0% e baixo conteúdo de gordura (1,0 a 4,0%) (FINNE et al., 1980; GARDUÑO-LUGO et al., 2003; GRYSCHKEK et al., 2003). O processamento industrial da tilápia no Brasil teve início na década de 90, com a priorização do beneficiamento de filés congelados, o qual permanece até os dias de hoje. No entanto, o rendimento em filé é considerado baixo (30,0 a 35,0%), quando comparado com outros peixes de água doce criados no Brasil, como o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, (52,7%), a truta, *Oncorhynchus mykiss*, (41,2%) e a piracanjuba, *Brycon orbignyianus* (40,5%) (VIEGAS e SOUZA, 2004), gerando conseqüentemente uma grande quantidade de resíduos, normalmente descartados. O aproveitamento de subprodutos com recuperação de carne mecanicamente separada (CMS), após o processamento de filetagem, pode aumentar o rendimento da porção comestível e posteriormente ser utilizada na elaboração de outros produtos alimentícios, sendo uma atividade comum, particularmente no processamento de salmonídeos e “catfish” (SETIADY et al., 2007).

A CMS é obtida pela passagem do pescado eviscerado e descabeçado ou dos resíduos de pescado por uma máquina separadora de carne e ossos. Este processo apresenta maior rendimento que a utilização apenas da filetagem, por possibilitar recuperação adicional da carne, entre 10,0 a 20,0%, do pescado inteiro e eviscerado (RASEKH, 1987), embora possa apresentar coloração mais escura, devido a presença de hemopigmentos que são incorporados durante o processamento. Esta característica torna a CMS mais suscetível à rancificação, pois a hemoglobina é reconhecidamente um ativador da oxidação lipídica (SÁNCHEZ-ALONSO e BORDERIAS, 2008), e a utilização de grandes proporções de CMS em produtos cárneos pode acarretar alguns problemas, principalmente de ordem sensorial, devido ao desenvolvimento de aromas indesejáveis (rancidez) e a problemas de textura (TRINDADE et al., 2005). O desenvolvimento de novos produtos elaborados a partir de CMS, o qual retém ainda todas as vantagens nutricionais do peixe, poderia ser uma forma de aumentar o consumo desta proteína animal, além de adicionar valor aos produtos gerados pela aquicultura no Brasil.

Alguns estudos já foram realizados utilizando a tilápia inteira eviscerada na obtenção de CMS (FINNE et al., 1980; GRYSCHKEK et al., 2003) e surimi (PARK et al., 1990), e

elaboração de produtos acabados como salsicha, mortadela (MOREIRA, 2005) e *nuggets* (KIRSCHNIK, 2007). Outras espécies de peixes também têm sido utilizadas para obtenção de CMS, com posterior elaboração de produtos, como a carpa prateada, *Hypophthalmichthys molitrix* (HU et al., 2008), truta, *Oncorhynchus mykiss* (SETIADY et al., 2007) e “catfish”, *Clarias anguillaris* (NEGBENEBOR et al., 1999). Entretanto, ainda não há relatos da utilização de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo na elaboração de salsichas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi elaborar salsichas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em substituição ao filé e avaliar suas características físico-químicas, nutricionais e sensoriais.

MATERIAL e MÉTODOS

Matérias-primas

Os resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizados neste experimento eram compostos de espinhaços da coluna vertebral, sem cabeça, pele e vísceras, fornecido por um frigorífico de Buritama/SP. Esses resíduos (150 kg) foram transportados congelados em caixas isotérmicas até o Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos da FZEA/USP e cerca de 24 h antes do processamento foram descongelados. Os resíduos então foram lavados com água, realizado um corte na região abdominal para retirada do excesso de gordura e passados em uma despulpadora mecânica (HT 250, High Tech) e a carne mecanicamente separada (CMS) obtida, com um rendimento de 53%, foi embalada em sacos plásticos contendo 500 g de massa e logo em seguida congelada (-40°C) em um congelador ultra-rápido de placas (UCE – 20, Eco). Os filés de tilápia congelados (40 kg) foram adquiridos em um frigorífico localizado na cidade de Pirassununga/SP. A composição química das matérias-primas está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores da composição química¹ (\pm desvio padrão) das matérias-primas utilizadas nas formulações das salsichas

		UMIDADE (%)	PROTEÍNA (%)	LIPÍDEOS (%)	CINZAS (%)
<i>Matérias-primas</i>	<i>Filé</i>	78,85 \pm 2,69	18,74 \pm 1,09	1,28 \pm 0,89	1,05 \pm 0,13
	<i>CMS</i>	75,47 \pm 0,18	12,76 \pm 0,61	10,54 \pm 0,66	1,14 \pm 0,17

¹Valores expressos na matéria úmida.

Formulações

As formulações foram calculadas para a obtenção de 12 kg de salsicha, substituindo-se em diferentes porcentagens o filé de tilápia pela CMS. Os demais ingredientes utilizados na

elaboração das salsichas foram adicionados nas mesmas proporções em todos os tratamentos e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Formulações para 12 kg de salsichas elaboradas com diferentes percentuais de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

	TRATAMENTOS (% CMS)					
	0	20	40	60	80	100
<i>Filé</i>	10,68	8,54	6,41	4,27	2,14	0,00
<i>CMS</i>	0,00	2,14	4,27	6,41	8,54	10,68
<i>PIS</i> ¹ (4%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
<i>Amido</i> ² (2%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
<i>Sal</i> (1%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
<i>Sal de cura</i> (0,25%)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<i>Antioxidante</i> (0,5%)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
<i>Estabilizante</i> (0,25%)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<i>Condimento</i> (1%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
<i>Cebola</i> (2%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

¹Proteína Isolada de soja

²Amido de fécula de mandioca

Processamento das salsichas

As matérias-primas cárneas (CMS e filés) foram descongeladas por 24 h em temperatura de 7°C, pesadas, cominuidas e emulsionadas em *cutter* (Tecmafrig) juntamente com os demais ingredientes por cinco minutos. As temperaturas das massas na saída do *cutter* ficaram em torno de 1°C. Em seguida as emulsões foram embutidas com o auxílio de uma embutidora automática (V25, Sirman) em tripa celulósica com diâmetro de 24 mm (Viscofan), amarradas manualmente e cozidas em estufa (SL 218, Arprotec) com vapor direto e chaminé fechada, por 1 h e 20 min, até a temperatura interna atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água até temperatura interna de 40°C, embaladas a vácuo (MI 60, Selovac) após retirada manualmente das tripas e estocadas a 0°C até o momento das análises.

Metodologia das análises laboratoriais

Composição Química

A composição química das matérias-primas (filé e CMS) e das salsichas foi determinada em triplicada de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1999). A proteína bruta foi determinada pelo método de Micro-Kjeldahl (N x 6,25), gordura extraída com éter de petróleo em um extrator Soxhlet, umidade determinada por gravimetria em estufa a 105°C por 16 horas e o conteúdo de cinzas foi determinado por meio de incineração em mufla a 550°C por 5 horas.

Determinação de perfil de aminoácidos e escore químico (E.Q.)

A composição dos aminoácidos totais das amostras liofilizadas foi determinada após hidrólise ácida com HCL 6 M, a 110°C por 22 horas, de acordo com o método descrito por Spackman et al. (1958). O escore químico foi determinado pela divisão aminoácido da proteína teste pelo aminoácido da proteína padrão (FAO/WHO/UNU, 1985).

Digestibilidade “in vitro” e escore químico corrigida pela digestibilidade (PDCAAS)

A digestibilidade “in vitro” foi determinada pelo sistema pepsina – pancreatina, segundo método descrito por Akeson e Stahmann (1964). O índice PDCAAS foi determinado multiplicando a digestibilidade *in vitro* pelo escore químico do aminoácido essencial mais limitante das salsichas e dividido por 100 (EL e KAVAS, 1996).

Atividade de água

A atividade de água foi determinada em triplicata, utilizando-se 6 salsichas (240 g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master, Philips), a temperatura de 25°C em um equipamento (Aqualab CX-2, Decagon Devices).

Textura Instrumental

A análise de Perfil de Textura instrumental (TPA) foi realizada em um texturômetro (TA-XT2i, Stable Micro Systems) previamente calibrado com peso padrão de 5 kg. As salsichas foram previamente cortadas em fatias de 23 mm de comprimento e comprimidas em até 70% deste tamanho, utilizando um probe de alumínio (SMS P/55) com velocidade do pré-teste, teste e pós-teste de 2,0 mm/s e distância da plataforma de 16 mm, em 10 salsichas de cada tratamento, à temperatura de 25°C de acordo com Bourne (1982). Os parâmetros estudados foram: dureza (g), coesividade (adimensional) e mastigabilidade (g x mm).

Cor instrumental

A cor instrumental foi determinada em triplicata, utilizando-se 6 salsichas (240g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master, Philips), com o emprego de um colorímetro portátil (Miniscan XE, Hunterlab), previamente calibrado com padrão branco e preto antes de cada análise, operando com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula de medida de 30 mm. A cor foi expressa utilizando-se os padrões de cor do sistema CIELab – “Comission Internationate de L’Eclairage”: L^*

(luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha-verde) e b^* (intensidade da cor amarela-azul).

Avaliação sensorial

Para a avaliação sensorial foram realizados testes afetivos de aceitação utilizando metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999). As salsichas foram aquecidas em água por 2 minutos, cortadas em pedaços de 2 cm de comprimento e mantidas em estufa a 40°C até o momento da análise. Um pedaço de cada amostra de salsicha foi servido monadicamente em ordem aleatória, juntamente com água e biscoito. O teste foi realizado por 30 provadores não treinados para os atributos sabor, textura, cor, odor e aceitação global, utilizando escala hedônica de 9 pontos (1 - desgostei muitíssimo a 9 - gostei muitíssimo).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos (0, 20, 40, 60, 80 e 100% de CMS) e duas repetições utilizando análise de variância (ANOVA) e em caso de diferença significativa ($P < 0,05$) aplicou-se a análise de regressão, com o auxílio do programa estatístico SAS (1999). Além disso, foi aplicado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as variáveis estudadas.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Composição química

A composição em proteína e lipídeos das salsichas variou linearmente ($P < 0,05$) com a adição de 0 a 100% de CMS de resíduos de filetagem de tilápia (Figura 1).

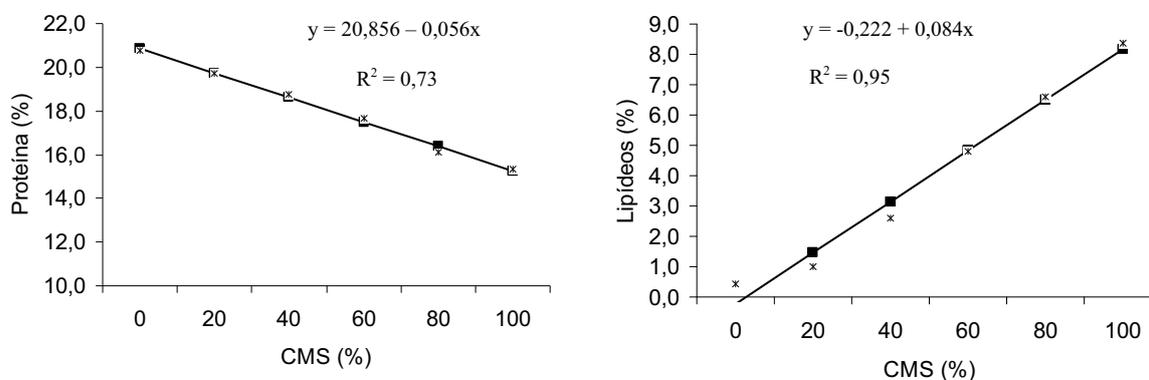


Figura 1 – Composição em proteína (esquerda) e lipídeos (direita) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

Os valores de proteínas foram negativamente correlacionados com os valores de lipídeos das salsichas ($r = -0,86$, $P < 0,001$). Estes resultados refletiram as diferenças das matérias-primas, ou seja, os filés possuíam maior porcentagem de proteína e menor de lipídeos que a CMS (Tabela 1). O teor de proteína das salsichas apresentou diminuição ($P < 0,05$) de 20,86% para 15,26% e o teor de lipídeos apresentou aumento de valores próximo a 0% para 8,18% conforme a substituição de 0 a 100% de CMS, respectivamente. Os teores médios de umidade ($70,75 \pm 0,59\%$) e cinzas ($3,40 \pm 0,09\%$) das seis formulações de salsichas não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) com a inclusão de CMS. O teor de cinzas nas salsichas foi comparativamente maior que nas matérias-primas filé (1,05%) e CMS (1,14%), devido à adição de alguns ingredientes (sal e aditivos). A Legislação Brasileira afirma que as salsichas comuns, elaboradas com carne bovina, suína ou de aves, devem possuir os seguintes valores de composição química: umidade máxima de 65%, proteína mínima de 12% e lipídeo máximo de 30% (BRASIL, 2000). Portanto, de acordo com a legislação, todos os tratamentos em estudo atenderam as exigências em proteína, porém apresentaram valores mais altos de umidade que o permitido pela legislação. Estes valores mais altos de umidade das salsichas em relação ao permitido, são inerentes à composição das carnes de pescado utilizadas, que apresentavam alto teor de umidade (acima de 75%) e também pela ausência de gorduras de outras fontes, o que resultou em produtos com alto teor de umidade e com teores de lipídeos bem abaixo do permitido pela legislação, podendo ser considerado como um produto tipo “light”.

Determinação de perfil de aminoácidos (AA), escore químico (EQ), digestibilidade “in vitro” e escore químico corrigida pelo digestibilidade da proteína (PDCAAS)

As salsichas formuladas com 100% de CMS apresentaram menor quantidade dos aminoácidos essenciais do que as formuladas com 0% de CMS, exceto para a histidina, que aumentou de 3,08 para 3,38 g/100g de proteína em salsichas formuladas com 0 e 100% de CMS, respectivamente (Tabela 3). Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina aparece em maior quantidade, variando de 8,57 g/100g (0% de CMS) a 8,07 g/100 g (100% de CMS). Estes valores estão de acordo com o mencionado para os músculos de pescados que podem variar de 7,9 a 9,8 g/100g (SIKORSKI et al., 1990) e são maiores que o encontrado em filé de tilápia (6,7 g/100g) (FERNANDES, 2000) e “nuggets” de CMS de resíduos de filetagem (5,4 g/100g) (KIRSCHNIK, 2007). A glicina e a prolina aumentaram respectivamente de 3,42 para 3,52 g/100g e de 3,95 para 4,36 g/100g em salsichas formuladas com 0 e 100% de CMS (Tabela 3), sugerindo que colágeno foi incorporado ao material.

Tabela 3 – Perfil de aminoácidos (g/100g) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

Aminoácidos (g/100 g)	Tratamentos (% de CMS)						FAO/WHO/UNU ¹
	0	20	40	60	80	100	
<i>Ac. Aspártico</i>	10,20	9,88	10,19	10,08	10,00	10,02	-
<i>Ac. glutâmico</i>	15,93	15,45	16,01	15,86	15,71	15,82	-
<i>Serina</i>	4,24	4,15	4,27	4,25	4,28	4,30	-
<i>Glicina</i>	3,42	3,44	3,63	3,51	3,48	3,52	-
*Histidina	3,08	3,09	3,15	3,23	3,29	3,38	1,9
<i>Arginina</i>	6,74	6,53	6,78	6,80	6,77	6,97	-
*Isoleucina	4,67	4,51	4,70	4,47	4,41	4,36	2,8
<i>Alanina</i>	5,73	5,47	5,66	5,61	5,65	5,60	-
<i>Prolina</i>	3,95	3,90	4,22	4,30	4,28	4,36	-
*Leucina	7,56	7,24	7,58	6,95	7,14	6,97	6,6
*Lisina	8,57	8,36	8,59	8,27	8,13	8,07	5,8
<i>metionina</i>	2,31	2,18	2,40	2,21	2,24	2,21	-
<i>Cistina</i>	0,67	0,30	0,53	0,51	0,56	0,59	-
*Met. + cist.	2,98	2,48	2,93	2,72	2,79	2,80	2,5
<i>Fenilalanina</i>	4,38	4,25	4,43	4,25	4,28	4,23	-
<i>Tirosina</i>	3,71	3,39	3,47	3,34	3,23	3,52	-
*Fenil. +Tiro.	8,09	7,65	7,90	7,59	7,51	7,75	6,3
*Treonina	4,33	4,36	4,32	4,19	4,16	4,23	3,4
*Valina	4,81	4,61	4,80	4,64	4,53	4,49	3,5
*Triptofano	nd ²	nd	nd	nd	nd	nd	1,1

*Aminoácidos essenciais para o homem

¹FAO/WHO/UNU, 1985 (padrão para crianças de 2 a 5 anos).

²nd – não determinado na análise

A digestibilidade das salsichas foi alta, apresentando variação de 85,58 a 91,11%, e próximo ao encontrado em *nuggets* de CMS de resíduos de filetagem de tilápias (89,9%) (KIRSCHNIK, 2007). Os valores de escore químico dos aminoácidos essenciais de todos os tratamentos foram iguais ou acima de 0,99 (Tabela 4), indicando a boa qualidade da proteína e atendendo ao padrão da FAO/WHO/UNU (1985) para crianças de 2 a 5 anos. Os aminoácidos essenciais que apresentaram os menores valores de escore químico foram a leucina para os tratamentos com 0% (1,14), 40% (1,15), 60% (1,05), 80% (1,08) e 100% (1,06) de CMS e a metionina + cistina (0,99) para o tratamento com 20% de CMS. Quando se faz a correção do escore químico pela digestibilidade das salsichas (PDCAAS), observa-se que os valores passam a variar de 0,90 a 1,00, mostrando ainda a boa qualidade da proteína (próximos de 1,00). Em carne de truta, *Salmo irideus*, foi encontrado valor de PDCAAS próximo (0,99) das salsichas do presente experimento (EL e KAVAS, 1996).

Tabela 4 – Digestibilidade *in vitro*, escore químico (EQ) e escore químico corrigida pela digestibilidade da proteína (PDCAAS) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

	Tratamentos (% de CMS)					
	0	20	40	60	80	100
<i>Digestibilidade (%)</i>	85,58	91,11	89,38	90,46	89,96	89,96
<i>EQ</i>	1,14	0,99	1,15	1,05	1,08	1,06
<i>PDCAAS</i>	0,97	0,90	1,0	0,95	0,97	0,95

Atividade de água

A média dos valores de atividade de água foi de 0,98 e não diferiu significativamente ($P>0,05$) entre os tratamentos. Este valor encontra-se dentro da faixa de alimentos que apresentam atividade de água ótima para o crescimento microbiano, pois é ligeiramente inferior a 1,0 e está de acordo com o descrito para o pescado fresco (0,98) (FRANCO e LANDGRAF, 2004) e salsicha de filé de tilápia (0,98) (MOREIRA, 2005), portanto necessitando ser armazenado sob refrigeração.

Textura Instrumental

A inclusão da CMS de resíduos de filetagem de tilápia em substituição ao filé causou diminuição ($P<0,05$) nos valores de dureza, coesividade e mastigabilidade (Figura 2).

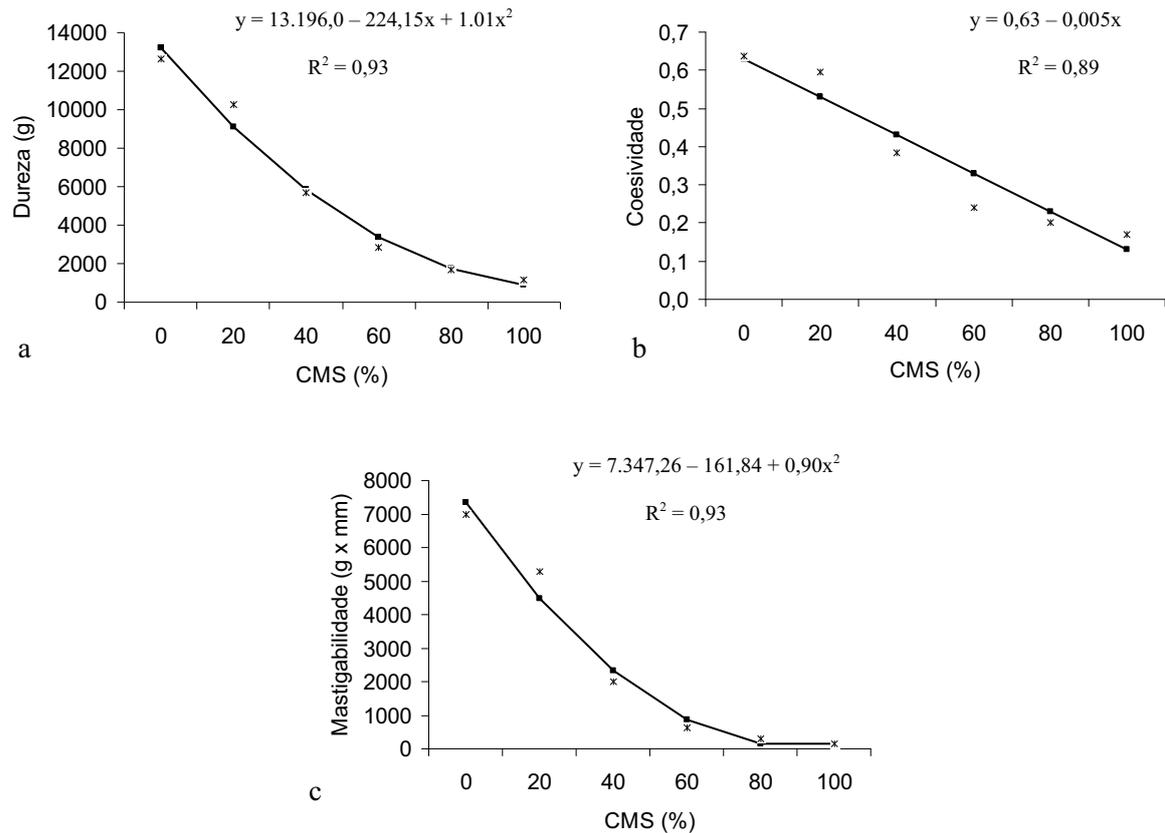


Figura 2 - Valores de textura instrumental de dureza (a), coesividade (b) e mastigabilidade (c) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo.

A dureza das salsichas diminuiu ($P < 0,05$) de 13.196,0 g (0% de CMS) a 881,0 g (100% de CMS), representado por uma regressão quadrática (Figura 2a). Este fato pode ser explicado pela maior quantidade de proteína e menor de lipídios presente nas salsichas sem adição de CMS, pois a proteína cárnea, representada principalmente pelas proteínas miofibrilares (actina e miosina) é o principal componente responsável pela dureza das salsichas (HEDRICK et al., 1994). Em estudo com adições de CMS de frango (0 a 100%) em mortadelas também foi verificada diminuição na dureza de 195,7 para 67,0 kPa (DAROS et al., 2005). A coesividade das salsichas apresentou diminuição linear ($P < 0,05$) de 0,63 (0% de CMS) para 0,13 (100% de CMS) (Figura 2b). A inclusão de CMS causou uma diminuição quadrática ($P < 0,05$) na mastigabilidade (7.347,3 para 163,3 g x mm) das salsichas formuladas com 0 a 100% de CMS (Figura 2c). Desmond e Kenny (1998) também encontraram diminuição da mastigabilidade com a inclusão de 0% (345,4 N x mm) a 15% de surimi de coração bovino (225,2 N x mm) em salsichas comuns.

Os parâmetros de dureza, coesividade e mastigabilidade foram altamente correlacionados positivamente com os teores de proteína ($r = 0,87, 0,82$ e $0,86, P < 0,001$,

respectivamente) e negativamente com os teores de lipídeos ($r = -0,90, -0,92$ e $-0,86, P < 0,001$, respectivamente).

Cor instrumental

O valor L^* (luminosidade) não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) com a inclusão da CMS nas salsichas. Em estudo com salsicha de filé de tilápia do Nilo, Moreira (2005) encontrou valor de L^* maior (72,3) que nas salsichas do presente experimento.

O valor de a^* (intensidade de vermelho) não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Trindade et al. (2005) também encontraram diminuição de a^* com a inclusão de 0% (13,4) para 100% de CMS de galinhas (8,4) em mortadelas.

O valor de b^* (intensidade de amarelo) apresentou variação quadrática ($P < 0,05$) com o aumento de inclusão de CMS de resíduos de tilápia em salsichas (Figura 3).

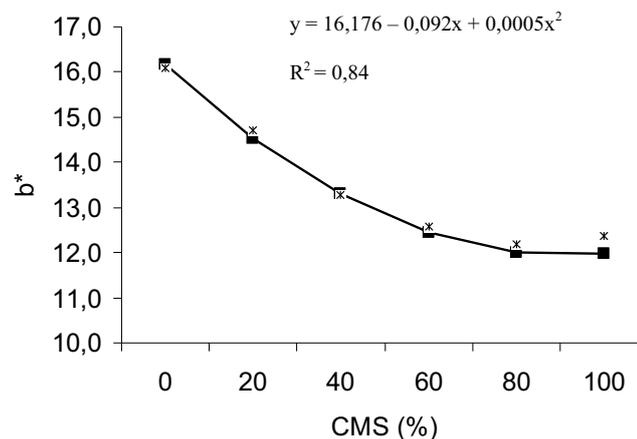


Figura 3 - Cor instrumental (b^*) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

O valor de b^* das salsichas foi diminuindo com a inclusão de 0% (16,18) a 100% de CMS (11,98). Desmond e Kenny (1998) também observaram diminuição de b^* com a inclusão de 0% (11,4) a 15% (10,4) de surimi de coração bovino em salsichas comuns. Moreira (2005) em estudo com salsichas de filé de tilápia encontrou valor de b^* de 12,5. Este valor é semelhante às salsichas formuladas com 60% de CMS (12,5) do presente estudo.

Avaliação Sensorial

Os resultados da avaliação sensorial demonstraram diferença significativa ($P < 0,05$) para os atributos de cor, sabor, textura, odor e aceitação global com os diferentes níveis de inclusão de CMS de resíduos de filetagem em salsichas de tilápia (Figura 4).

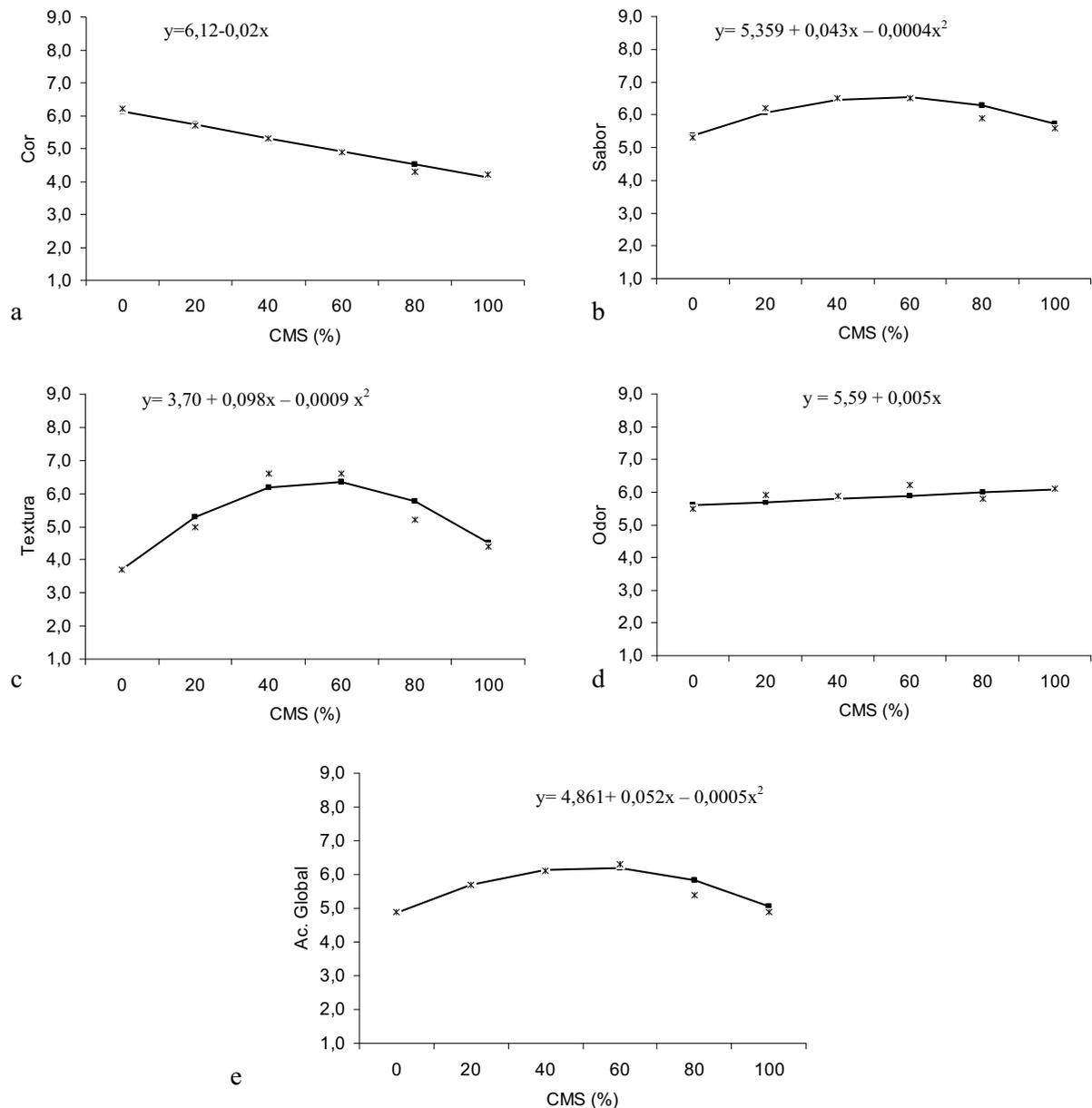


Figura 4 – Avaliação sensorial de cor (a), sabor (b), textura (c), odor (d) e aceitação global (e) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

O atributo cor apresentou diminuição linear ($P < 0,05$) das notas com o aumento da inclusão de CMS (Figura 4a). O tratamento preferido foi o que não continha CMS (“gostei ligeiramente” – 6,1) e o tratamento menos aceito foi o que continha 100% de CMS (“desgostei ligeiramente” – 4,1). O atributo cor apresentou alta correlação positiva com o valor de b^* ($r=0,86$, $P < 0,001$), ou seja, os melhores resultados de cor sensorial foram obtidos nas salsichas mais amareladas. Isto pode ser explicado pela coloração mais escura das salsichas formuladas com maiores inclusões de CMS, a qual causou uma redução nas notas por parte dos provadores, sendo que este atributo poderia ser melhorado se a CMS fosse

submetida ao processo de lavagem, onde são removidos os pigmentos e a carne se torna mais clara, ou então com a adição de corantes às salsichas (UYHARA et al., 2008). Entretanto, em experimento realizado na Índia, os provadores deram nota 9 (gostei extremamente) para o atributo cor em salsicha de CMS de “Japanese threadfin bream”, *Nemipterus japonicus* (RAJU et al., 2003), mostrando que a aceitação de produtos de pescado pode estar relacionada a fatores culturais.

As notas dos provadores para o atributo sabor das salsichas variaram de forma quadrática ($P < 0,05$), sendo que a nota máxima calculada deste atributo ficaria em salsichas com 53,8% de CMS, ou seja, entre os tratamentos com 40 e 60% de CMS (6,5 – “gostaram ligeiramente”) (Figura 4b). As salsichas que os provadores classificaram de menos saborosas foram aquelas sem inclusão de CMS (5,4 – “nem gostei/nem desgostei”), conforme comentários escritos na ficha de avaliação, o sabor de peixe estava muito fraco, e também aquelas com 100% de CMS (5,7 – “nem gostei/nem desgostei”), onde o sabor de peixe estava muito forte, provavelmente em função do maior teor de gordura (Figura 1).

As notas dos provadores para o atributo textura das salsichas variaram de forma quadrática ($P < 0,05$) com a inclusão crescente de CMS (Figura 4c). A nota máxima calculada deste atributo ficaria com a inclusão de 54,4% de CMS, ou seja, entre as salsichas formuladas com 40 e 60% de CMS (6,2 e 6,3 – “gostaram ligeiramente”). Para os tratamentos com 0 e 20% de CMS, muitos provadores comentaram que elas estavam “borrachentas” e consequentemente obtiveram valores mais baixos (3,7 – “desgostei moderadamente” e 5,3 – “nem gostei/nem desgostei”, respectivamente). Já nas salsichas formuladas com 80 e 100% de CMS, muitos provadores escreveram que elas apresentaram maciez excessiva, e atribuíram notas de 5,8 (“nem gostei/nem desgostei”) e 4,5 (“desgostei ligeiramente”), respectivamente. Daros et al. (2005) e Trindade et al. (2005) também observaram que a textura de mortadelas foi ficando mais macia com o aumento da porcentagem de CMS de aves. Beraquet et al. (1992) também constataram uma diminuição nas notas deste atributo com o aumento de 40 para 100% de CMS de aves em embutido tipo bologna. A aceitação sensorial da textura das salsichas apresentou alta correlação positiva com o foi atributo sensorial de sabor ($r=0,75$, $P < 0,001$). Isto pode indicar que quanto melhor foi o resultado da textura sensorial também foi o de sabor das salsichas.

Quanto ao atributo odor, as salsichas apresentaram uma regressão linear positiva ($P < 0,05$) com um ligeiro aumento das notas com a inclusão de 0% de CMS (5,6 – “nem gostei/nem desgostei”) para 100% de CMS (6,1 – “gostei ligeiramente”) (Figura 4d). Esta melhora se

deve provavelmente pelo fato dos provadores preferirem o odor mais forte de peixe nas salsichas que continham mais CMS.

A aceitação global das salsichas variou de maneira quadrática ($P < 0,05$) com a inclusão de CMS (Figura 4e). A mais aceita globalmente ficaria com a inclusão de 52% de CMS, ou seja, entre as salsichas elaboradas com 40 e 60% de CMS (6,1 e 6,2 – “gostei ligeiramente”), seguidas das salsichas adicionadas 20, 80 e 100% de CMS (5,7, 5,8 e 5,1 – “nem gostei/nem desgostei”) e por último aquelas formuladas com 0% de CMS (4,9 - “desgostei ligeiramente”). A aceitação global das salsichas apresentou alta correlação positiva com o atributo textura ($r=0,95$, $P < 0,001$) e o atributo sabor ($r=0,85$, $P < 0,001$), podendo indicar que quanto melhores foram as notas da textura e sabor melhor foi a aceitação global das salsichas. Este máximo de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em salsichas, próximo de 60%, está de acordo com a Legislação Brasileira (Brasil, 2000), na qual designa que o máximo permitido de CMS em salsichas comuns (de outras carnes) é de 60%.

CONCLUSÕES

As salsichas podem ser elaboradas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia de Nilo, sem prejudicar as qualidades nutricionais e tecnológicas, o que demonstra a viabilidade de sua produção. No entanto, para que se mantenha a boa aceitação sensorial, o máximo de CMS em substituição ao filé em salsichas é de 60%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto (Nº 55.1652/2005-5) e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Agradecemos também a empresa Tilápia do Brasil pela doação dos resíduos de filetagem de tilápia utilizados no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKESON, W. R.; STAHMANN, M. A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **The Journal of Nutrition**, v.83, n.3, p.257-261, 1964.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16 ed., Patricia Cunniff (editorial), Washington, DC, 1141pp, 1999.

BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.E.L.; DA SILVA, R.Z.M. Influence of using mechanically separated chicken meat from different parts and levels on the chemical, physical and sensory properties of bologna type product. In: *Proc. 38th International Congress of Meat Science and Technology*, 1992, Clermont-Ferrand, France. **38th ICoMST**. Clermont-Ferrand, France, 1992, p.1011-1014.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York, USA: Academic Press, 1982, 325p.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº. 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.

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.

DESMOND, E.M.; KENNY, T.A. Preparation of Surimi-like extract from beef hearts and its utilisation in frankfurters. **Meat Science**, v.50, n.1, p.81-89, 1998.

EL, S. N.; KAVAS, A. Determination of protein quality of rainbow trout (*Salmo irideus*) by in vitro protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS). **Food Chemistry**, v.55, p.221-223, 1996.

FERNANDES, C.F. Processing of the tilápias. In: COSTA-PIERCE, B.A. RAKOCY, J.E. Tilápia Aquaculture in the Americas. v.2, Louisiana: **The World Aquaculture Society**, 2000, p.100-118.

FINNE, G.; NICKELSON, R.; QUIMBY, A.; CONNALLY, N. Minced fish flesh from nontraditional gulf of Mexico finfish species: yield and composition. **Journal of Food Science**, v.45, p.1327-1329, 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **State of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper 500. Rome, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO/WHO/UNU). **Energy and Protein Requirements**. Geneva, 724p., 1985.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF. M.F. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2004, 182p.

GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v.34, p.1023 a 1028, 2003.

GRYSCHER, S.F.B.; OETTERER, 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.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; LUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**. 3° ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1994, 354 p.

HU, Y.; XIA, W.; GE, C. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. **LWT**, v. 41, p.730-738, 2008.

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 92 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, T.B. **Sensory evaluation techniques**, 3° ed. London : Boca Raton: CRC Press, 1999. 387p.

MOREIRA, R.T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. s.n. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NEGBENEBOR, C.A.; GODIYA, A.A.; IGENE, J.O. Evaluation of *Clarias anguillaris* treated with spice (*Piper guineense*) for washed minced and kamaboko-type product. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.315-322, 1999.

PARK, J. W., KORHONEN, R. W., LANIER, T. C. Effects of rigor mortis on gel-forming properties of surimi and unwashed mince prepared from tilapia. **Journal of Food Science**, v.55, p.353-356, 1990.

RAJU, C.V.; SHAMASUNDAR, B.A.; UDUPA, K.S. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) and refrigerated ($6 \pm 2^\circ\text{C}$) temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, p.171-185, 2003.

RASEKH, J.G. Marine fish as source of protein supplement in meat. **Journal Association Official Analytical Chemistry**, v.70, n.1, p.91-95, 1987.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; BORDERÍAS, A. J. Technological effect of red grape antioxidant dietary fibre added to minced fish muscle. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, p.1009-1018, 2008.

SAS (1999) **Statistical Analysis Systems**. Version 8, SAS user's guide basics Cary, North Carolina, USA.

SETIADY, D.; LIN, M.; YOUNCE, F.; RASCO, B. A. Incorporation of minced trout (*Oncorhynchus mykiss*) into egg-based noodles. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.31, p.480-491, 2007.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; PAN, B. S. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. In: SIKORSKI, Z. E (Ed.) **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acribia, 1990. p.42-72.

SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H. MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Analytical Chemistry**, v.30, n.7, p.1190-1206, 1958.

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.

UYHARA, C.N.S.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; TRINDADE, M.A.; VIEGAS, E.M.M. Adição de corantes em salsichas de tilápia do Nilo: efeito sobre a aceitação sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, n.4, 2008 (no prelo).

VIEGAS, E.M.M; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação 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.405-480.

CAPÍTULO 2

Estabilidade de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo armazenadas a 0°C

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade sob estocagem a 0°C de salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em substituição ao filé e acompanhar suas alterações físico-químicas (cor instrumental – L*, a*, b*; oxidação lipídica – TBARS; bases nitrogenadas voláteis - BNV e pH), microbiológicas (bactérias patogênicas e aeróbias psicrotróficas) e sensoriais (cor, odor, sabor, textura e aceitação global) por um período de 40 dias. As salsichas apresentaram aumento no TBARS com o incremento nas porcentagens de inclusão da CMS. Os valores de BNV, L*, a* e b* diminuíram com o aumento da inclusão de CMS em salsichas. O pH das salsichas diminuiu após 40 dias de estocagem. Não foram detectados microrganismos patogênicos e os valores de coliformes totais foram menores que 3 NMP/g amostra em todos os tratamentos no início e final do período de estocagem. As bactérias aeróbias psicrotróficas se multiplicaram durante os 40 dias de estocagem. Os atributos sensoriais mantiveram-se estáveis durante a estocagem, porém apresentaram variação com a inclusão de CMS em salsichas. O atributo cor apresentou diminuição nas notas com o aumento de 0% (6,4) para 100% de CMS (4,4), quanto ao sabor as salsichas preferidas continham 40 e 60% de CMS (6,3 e 6,4, respectivamente), as melhores texturas foram obtidas com 40% e 60% de CMS (6,2 e 6,3, respectivamente) e o odor foi com 100% de CMS (6,2). As salsichas de maior aceitação global tinham 40% e 60% de CMS (6,1), em uma escala hedônica de 9 pontos. Portanto, as salsichas podem ser estocadas a 0°C por até 40 dias, mantendo boa qualidade físico-química e microbiológica. Além disso, o máximo de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em salsichas, para que se mantenham as boas qualidades sensoriais, é de 60%.

Palavras-chave: Pescado, oxidação lipídica, resíduos de filetagem, embutidos, carne mecanicamente separada.

INTRODUÇÃO

As tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*, são peixes de clima tropical, que apresentam grande rusticidade ao cultivo, carne saborosa, cor branca e ausência de espinhos na forma de “Y”. No entanto, o rendimento em filé (30 a 35%) é considerado baixo (GARDUÑO-LUGO et al., 2003) gerando uma grande quantidade de resíduos, que podem se tornar um problema ambiental e econômico. Estes resíduos podem ser aproveitados na elaboração de silagem destinada à nutrição animal (OLIVEIRA et al., 2006) ou para a extração da carne mecanicamente separada (CMS) (KIRSCHNIK e VIEGAS, 2008).

A CMS é um produto obtido da passagem de um pescado ou dos resíduos de filetagem por uma máquina separadora de carne e ossos e pode ser utilizada como matéria-prima na elaboração de diversos tipos de produtos, dentre eles as salsichas (PARK et al., 1978; DALEY et al., 1979; HU et al., 2008), entre outros.

Durante o processo de obtenção da CMS, no entanto, há ruptura do tecido muscular, ocasionando aumento da superfície de exposição e elevação da temperatura, que são condições propícias ao desenvolvimento da oxidação lipídica (KELLEHER et al., 1992) e contaminação com microorganismos (TENUTA FILHO e JESUS, 2003). Além disso, hemopigmentos podem ser incorporados junto à massa, causando o escurecimento da mesma e, a utilização de grandes proporções de CMS em produtos cárneos poderia acarretar alguns problemas, principalmente de ordem sensorial (cor, odor, textura e sabor) (TRINDADE et al., 2005). Deste modo, a avaliação da inclusão de CMS e a vida de prateleira de produtos elaborados a partir desta matéria-prima se faz de grande importância.

As salsichas são produtos cárneos emulsionados, onde uma suspensão coloidal de dois líquidos imiscíveis mantém-se dispersos um no outro, com a ajuda de um agente emulsificante interfacial (HEDRICK et al., 1994). Podem ser elaboradas com os mais diversos tipos de carnes e apresentam ótima aceitação perante os consumidores do mundo todo.

Apesar da carne de pescado ser reconhecidamente de boa qualidade nutricional e os embutidos tipo salsicha muito consumidos, existem poucos estudos avaliando o desenvolvimento e a vida de prateleira de salsichas elaboradas com CMS de pescado. Garcia et al. (2005) estudaram a vida de prateleira e aceitabilidade de salsichas contendo diferentes inclusões de carne bovina e CMS de atum, *Thunnus thynnus*. Os autores concluíram que durante o período de estocagem de 21 dias a 4°C as salsichas se mantiveram com as contagens microbiológicas dentro dos limites aceitáveis para o consumo e o tratamento preferido entre os provadores foi aquele que apresentava menor inclusão de CMS de atum. Sini et al. (2008) estudaram a vida de prateleira de salsichas elaboradas com CMS de “Rohu”, *Labeo rohita*,

estocadas a 5°C. Os pesquisadores observaram a viabilidade de elaboração das salsichas devido às boas características físico-químicas e vida de prateleira de até 16 dias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade sob estocagem a 0°C de salsichas elaboradas com diferentes níveis de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo em substituição ao filé e acompanhar suas alterações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais por um período de 40 dias.

MATERIAL e MÉTODOS

Matérias-primas

Os resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizados neste experimento eram compostos de espinhaços da coluna vertebral sem cabeça, pele e vísceras fornecido por um frigorífico de Buritama/SP. Esses resíduos (150 kg) foram transportados congelados em caixas isotérmicas até o Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos da FZEA/USP e cerca de 24 h antes do processamento foram descongelados. Os resíduos então foram lavados com água, realizado um corte na região abdominal para retirada do excesso de gordura e passados em uma despoldadora mecânica (HT 250, High Tech) e a carne mecanicamente separada (CMS) obtida, com um rendimento de 53%, foi embalada em sacos plásticos contendo 500g de massa e logo em seguida congelada (-40°C) em um congelador rápido de placas (UCE – 20, Eco). Os filés de tilápia congelados (40 kg) foram adquiridos em um frigorífico localizado na cidade de Pirassununga/SP. A composição química das matérias-primas cárneas está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores da composição química¹ (\pm desvio padrão) das matérias-primas cárneas utilizadas nas formulações das salsichas

		UMIDADE (%)	PROTEÍNA (%)	LIPÍDEOS (%)	CINZAS (%)
<i>Matérias-primas</i>	<i>Filé</i>	78,85 \pm 2,69	18,74 \pm 1,09	1,28 \pm 0,89	1,05 \pm 0,13
	<i>CMS</i>	75,47 \pm 0,18	12,76 \pm 0,61	10,54 \pm 0,66	1,14 \pm 0,17

¹Valores expressos na matéria úmida.

Formulações

As formulações foram calculadas para a obtenção de 12 kg de salsicha, substituindo-se em diferentes porcentagens o filé de tilápia pela CMS (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). Os demais ingredientes foram utilizados nas mesmas proporções em todas as formulações: proteína isolada de soja 4% (Nutrisoy), fécula de mandioca 2%, sal 1%, sal de cura 0,25% (Ibrac), antioxidante 0,5% (Ibrac), estabilizante 0,25% (Ibrac), condimento de salsicha 1% (Kerry) e cebola natural 2%.

Processamento das salsichas

As matérias-primas cárneas (CMS e filés) foram descongeladas por 24 h em temperatura de 7°C, pesadas e cominuídas em *cutter* (Tecmafrig) juntamente com os demais ingredientes por cinco minutos. As temperaturas das massas na saída do *cutter* ficaram em 1°C. Em seguida as emulsões foram embutidas com o auxílio de uma embutidora automática (V25, Sirman) em envoltório de celulose com diâmetro de 24 mm (Viscofan), amarradas manualmente e cozidas em estufa (SL 218, Arprotec) com vapor direto por 1 h e 20 min até a temperatura interna atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água até temperatura interna de 40°C, embaladas a vácuo (MI 60, Selovac) após retirada manual dos envoltórios de celulose e estocadas a 0°C até o momento das análises.

Metodologia das análises laboratoriais

Oxidação lipídica (TBARS)

A análise de oxidação lipídica foi determinada após os 5, 12, 19, 26, 33 e 40 dias de estocagem a 0°C pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em triplicata de 6 salsichas (240 g) pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master). Aproximadamente 5 g de amostra foi misturada com 25 ml de solução de ácido tricloroacético (TCA), composto de 7,5% de TCA, 0,1% de EDTA e 0,1% de propil galato, homogeneizado (Homogeneizador-Microtritador, Nova Técnica) durante 1 minuto e filtrado em papel filtro (Whatman nº1). Em um tubo de ensaio, foram misturados 4 ml do filtrado com 1ml de solução de TCA 7,5% e 5 ml de solução TBARS 0,02 M. Estes tubos foram fervidos em banho Maria por 40 minutos, resfriados em água corrente e lidos em espectrofotômetro (600, Femto) em comprimento de onda de 538 nm. Para o cálculo dos valores de TBARS obteve-se uma reta ($y = 54,134x + 0,0008$) com tetrametoxipropano, e os resultados foram expressos em mg malonaldeído / kg amostra, de acordo com Vyncke (1970).

Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV)

As bases nitrogenadas voláteis (BNV) foram determinadas após os 5, 12, 19, 26, 33 e 40 dias de estocagem a 0°C pelo método de Howgate (1976) em triplicata de 6 salsichas (240g) pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master). Aproximadamente 10 g de amostra foram homogeneizados (Homogeneizador-Microtritador, Nova Técnica) com 60 ml de solução de ácido tricloroacético (TCA) 10% por 1 minuto e mantido em repouso por duas horas. Então, a amostra foi filtrada em papel filtro (Whatman nº1), transferida (25ml do filtrado + 1g de óxido de magnésio) para um balão do aparelho de destilador de nitrogênio

(TE-0363, Tecnal), destilada com 15ml de indicador misto (composto de vermelho de metila e verde bromocresol) e titulada com HCL 0,02N. O resultado da análise foi calculado de acordo com a fórmula: $BNV (mg N/100 g) = (vol HCL (ml) \times normalidade do HCL \times 14 \times vol extr. TCA \times 100) / (25 \times peso de amostra)$.

Cor instrumental

A cor instrumental foi determinada após os 5, 12, 19, 26, 33 e 40 dias de estocagem a 0°C em triplicata, utilizando-se 6 salsichas (240g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master), com o emprego de um colorímetro portátil (Miniscan XE, Hunterlab), previamente calibrado com padrão branco e preto antes de cada análise, operando com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula de medida de 30 mm. A cor foi expressa utilizando-se os padrões de cor do sistema CIELab – “Comission Internationate de L’Eclairage”: L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha-verde) e b^* (intensidade da cor amarela-azul).

Determinação do pH

O pH das salsichas foi determinado após os 5, 12, 19, 26, 33 e 40 dias de estocagem a 0°C em triplicata utilizando-se 6 salsichas (240 g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master), com o emprego de um peagâmetro com eletrodo de imersão (VDSF, Umwelttechnik) em uma mistura de 10 g de amostra com 40 ml de água destilada.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas em triplicata utilizando-se 6 salsichas (240 g) de cada tratamento de acordo com APHA (1992). A presença de coliformes totais, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* e contagem de microorganismos aeróbios psicrotróficos das salsichas foram determinados após 5 e 40 dias de estocagem a 0°C. Para a determinação de microorganismos aeróbios psicrotróficos foi adicionado 0,1 mL da diluição 10^{-1} a uma placa de Petri contendo Ágar PCA. Após, as placas foram invertidas e incubadas a 7°C por 10 dias. Os resultados foram expressos em UFC/g (Unidades formadoras de colônias por grama de amostra). Para a determinação da população de coliformes totais foi transferido 1 mL da diluição 10^{-1} para cada um dos três tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo Lauril Sulfato e um tubo de Duran invertido. Os tubos foram incubados a 35°C por 48 h. Nos tubos positivos (com presença de gás) a determinação do número mais provável (NMP) foi

realizada com auxílio de tabela específica. A análise de *Salmonella spp.* foi realizada pelo método rápido (Kit VIP – Biocontrol) após o pré-enriquecimento. Para análise *Staphylococcus aureus* foi adicionado 0,1mL da diluição 10^{-1} em uma placa de Petri contendo Agar Baird-Parker enriquecido com emulsão de gema de ovo. Foi espalhado o inóculo pela superfície do Agar, invertido as placas e incubadas a 35°C por 24 h. Para a confirmação foi realizado o teste da coagulase.

Avaliação sensorial

Para a avaliação sensorial foram realizados testes afetivos de aceitação utilizando metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999), nos dias 5, 19, 33 e 40. As salsichas foram aquecidas em água por 2 minutos e cortadas em pedaços de 2 cm de comprimento e mantidas em estufa a 40°C até o momento da análise. Um pedaço de cada amostra de salsicha foi servido monadicamente em ordem aleatória, juntamente com água e biscoito para limpeza do paladar. O teste foi realizado por 30 provadores não treinados para os atributos de sabor, textura, cor, odor e aceitação global, utilizando escala hedônica de 9 pontos (1 – “desgostei muitíssimo” a 9 – “gostei muitíssimo”).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos (0, 20, 40, 60, 80, 100% de CMS) e 2 repetições. Os dados foram analisados por ANOVA e constatada diferença significativa ($P < 0,05$) foi aplicado análise de regressão. Foram determinados também os coeficientes de correlação de *Pearson*. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS versão 9.1.3 (SAS/STAT[®], 2002).

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Oxidação lipídica (TBARS)

Apesar de terem sido detectadas diferenças ($P < 0,05$) entre os valores de TBARS ao longo do tempo de estocagem, o comportamento destes valores não pôde ser bem explicado por um modelo simples (até 3º grau). Isto sugere, portanto, que não houve efeito do tempo de estocagem sobre a oxidação lipídica das salsichas. Em outros estudos com salsichas contendo CMS de pescado, no entanto, foi observado aumento nos valores de TBARS durante a estocagem de 2 a 4°C (PARK et al., 1978; DALEY et al., 1979; PANPIPAT e YONGSAWATDIGUL, 2008).

As salsichas apresentaram diferença ($P < 0,05$) nos valores de TBARS entre as porcentagens de inclusão de CMS (Figura 1).

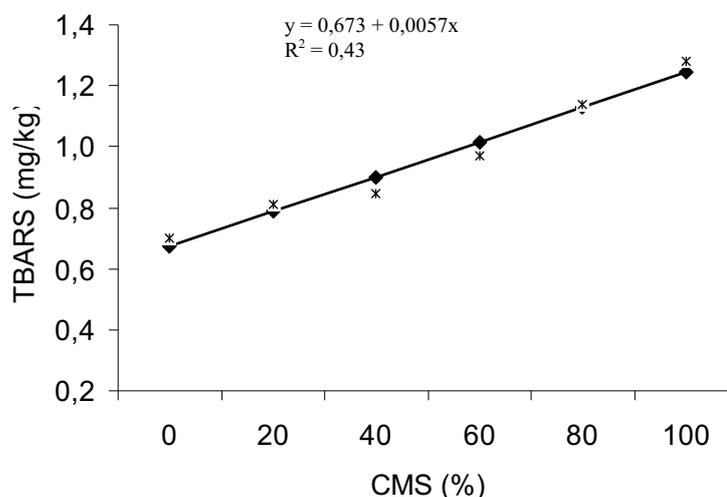


Figura 1 – Valores médios de TBARS (mg de malonaldeído/kg de amostra) em salsichas elaboradas com diferentes porcentagens de CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C.

À medida que se aumentou a porcentagem de inclusão de CMS nas salsichas também houve aumento nos valores de TBARS, passando de 0,67 mg/kg (sem adição de CMS) para 1,24 mg/kg (100% de CMS). Este menor valor de TBARS das salsichas com menos CMS foi causado provavelmente pela menor quantidade de lipídeos presente nas salsichas formuladas com menos CMS, pois a matéria-prima filé (1,28%), utilizada na formulação, apresentou menor teor de lipídeos que a CMS (10,54%) (Tabela 1). Segundo Murphy et al. (2004), a susceptibilidade à oxidação lipídica nas salsichas pode estar relacionada à quantidade de lipídeos e ácidos graxos presentes nos produtos. Além disso, o processo de obtenção da CMS pode causar destruição das membranas musculares, facilitando a interação de agentes oxidantes com os ácidos graxos poliinsaturados, resultando na propagação das reações oxidativas (GRAY et al., 1996; ESTEVEZ et al., 2007). Corroborando esta afirmação, Trindade et al. (2005) também encontraram aumento dos valores de TBARS, entre 0,15 a 0,56 mg de malonaldeído/kg, à medida que aumentaram a porcentagem de inclusão de CMS de galinhas em mortadelas.

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).

Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV)

Os valores de BNV das salsichas não variaram ($P > 0,05$) durante a estocagem de 40 dias a 0°C. Isto se deve provavelmente as boas condições de armazenamento das salsichas. Contrariamente, Ravishankar et al. (1992), Raju et al. (2003), López–Caballero et al. (2005) e Sini et al. (2008) encontraram aumento nas BNV de salsichas formuladas com CMS de sardinha, *Sardinella longiceps*, “Japanese threadfin bream”, *Nemipterus japonicus*, “cod”, *Gadus sp.*, e “rohu”, *Labeo rohita*, após período de 26, 30, 25, 13 dias estocagem a 2, 6, 2 e 5°C, respectivamente. Os autores comentam que esse aumento dos valores de BNV durante a estocagem refrigerada se dá principalmente devido ao desenvolvimento da atividade enzimática e microbiológica nos produtos elaborados com CMS de pescado.

A inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia em salsichas causou diminuição linear ($P < 0,05$) nos valores de BNV, passando de 13,68 mg/100g (ausência de CMS) a 8,24 mg/100g (100% de CMS) (Figura 2).

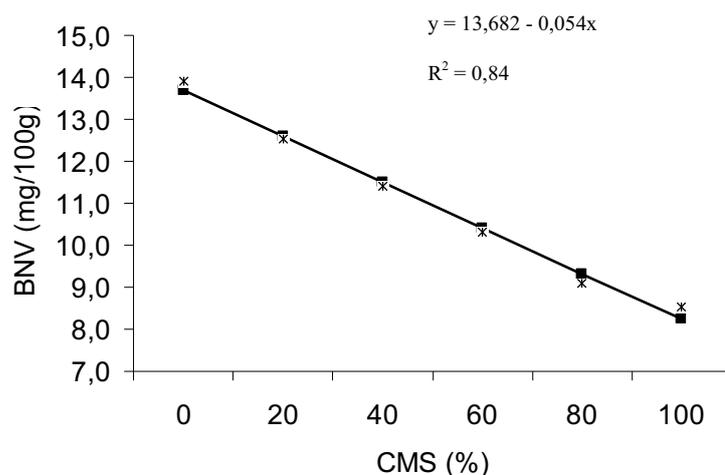


Figura 2 – Valores médios de bases nitrogenadas voláteis (BNV), expressos em mg/100g, em salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C

Esta redução nos índices de BNV com o aumento do nível de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia em salsichas pode ser explicada pela menor quantidade de proteína nas salsichas formuladas com maiores quantidades de CMS, apesar de não ter sido encontrado na literatura artigos que possam corroborar esta afirmação. Ou então, devido a melhor qualidade dos resíduos de filetagem em relação aos filés de tilápias utilizados no experimento.

As bases nitrogenadas voláteis são formadas principalmente por amônia, trimetilamina, dimetilamina e são originárias da decomposição de nucleotídeos e da desaminação dos aminoácidos por microrganismos (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Portanto, acredita-se que quanto maior a porcentagem de proteína (aminoácidos) apresentar um produto, maior a possibilidade de valores altos de BNV. No entanto, de acordo com a Legislação Brasileira (BRASIL, 2000), a qual designa que o pescado fresco destinado para o consumo humano pode apresentar valor máximo de 30 mg/100g de BNV, todos os tratamentos analisados estiveram dentro do limite aceitável (<13,68 mg/100g).

Cor instrumental

As salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo não apresentaram diferença ($P>0,05$) nos valores de L^* , a^* e b^* durante armazenagem a 0°C por 40 dias. Isto demonstra as boas condições em que foram elaboradas e estocadas as salsichas, pois fatores como: processo de obtenção da CMS, incidência demasiada de luz e oxigênio durante a estocagem, resultam na oxidação de lipídeos e pigmentos, causando mudanças na cor dos produtos (OLIVO, 2006). López-Caballero et al. (2005) também não constaram variações nos valores de L^* e b^* em salsichas formuladas com CMS de “cod”, *Gadus sp.*, após 25 dias de estocagem a 2 °C.

No entanto, os valores de L^* , a^* e b^* das salsichas diminuiram ($P<0,05$) com a adição de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (Figura 3).

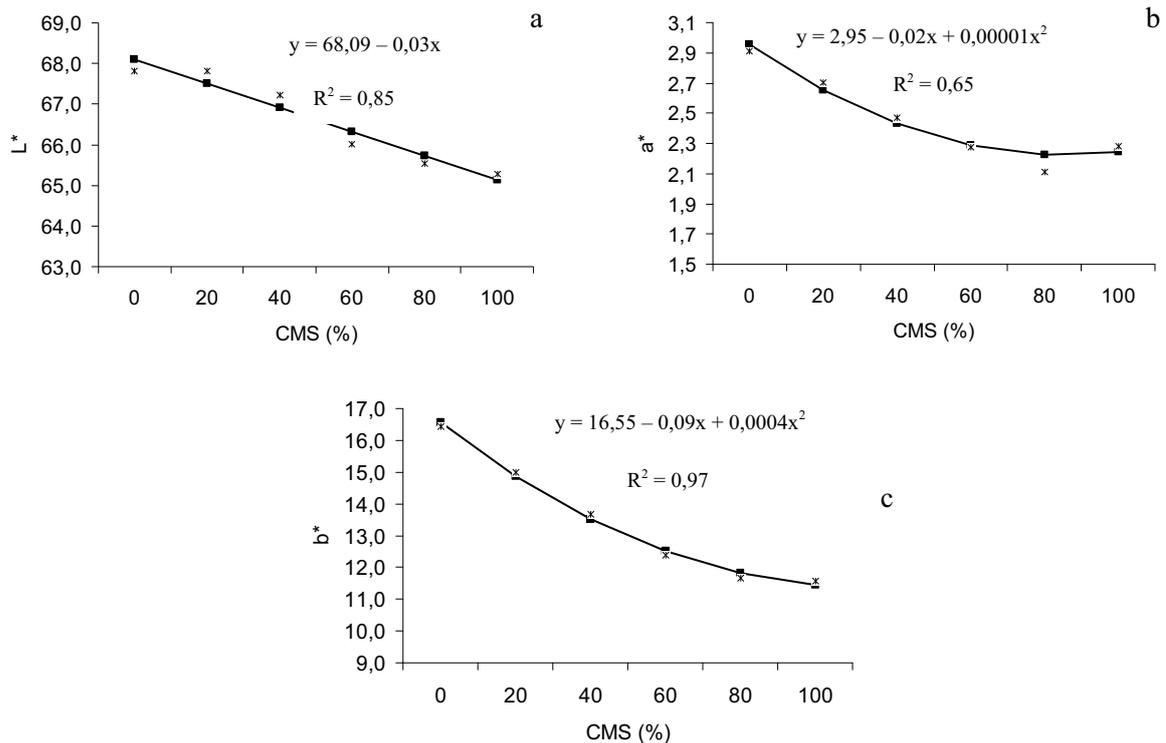


Figura 3 – Média dos valores de L* (a), a* (b) e b* (c) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas por 40 dias a 0°C

Os valores de L* (luminosidade) das salsichas apresentaram diminuição linear ($P < 0,05$) com a adição de 0% de CMS (68,1) a 100% de CMS (65,13) (Figura 3a) e foi altamente correlacionada negativamente com o TBARS ($r = -0,76$, $P < 0,001$). Este fenômeno pode ser explicado devido à oxidação dos lipídeos, geralmente, causar a oxidação dos pigmentos, deixando o produto com uma coloração mais escura (OLIVO, 2006). A adição de 15% de surimi de coração bovino em salsichas comuns também causou diminuição nos valores de L* em relação as salsichas elaboradas sem adição de surimi de coração bovino, de 63,8 para 57,8 (DESMOND e KENNY, 1998). Ou então, esta diminuição nos valores de L* nas salsichas com o aumento do nível de inclusão da CMS pode ser explicado pela coloração mais escura da CMS em relação ao filé de tilápia.

Os valores de a* das salsichas apresentaram diminuição quadrática ($P < 0,05$) conforme se aumentou a porcentagem de inclusão de CMS em salsichas, passando de 2,95 (ausência de CMS) para 2,25 (100% de CMS) (Figura 3b). Este fenômeno pode ter ocorrido devido os filés de tilápia apresentarem restos de músculos vermelhos, enquanto que a CMS possuía coloração pouco vermelha e mais acinzentada (avaliação visual) devido a presença das nadadeiras nos resíduos de filetagem. Outros autores também encontraram diminuição de a* com a adição de

surimi de coração bovino em salsichas (DESMOND e KENNY, 1998) e CMS de galinhas em mortadelas (TRINDADE et al. 2005).

Os valores de b^* das salsichas diminuíram de maneira quadrática ($P < 0,05$) com a inclusão de CMS, passando de 16,55 (ausência de CMS) para 11,45 (100% de CMS) (Figura 3c). As salsichas elaboradas com menores porcentagens de CMS apresentaram coloração mais amareladas devido provavelmente a coloração suave dos filés, que acabava ressaltando a coloração do ingrediente não cárneo adicionado em maior porcentagem (proteína isolada de soja) que possuía coloração amarelada. Já nas salsichas elaboradas com maiores porcentagens de inclusão de CMS, acabava realçando a coloração mais escura da CMS em relação a proteína isolada de soja. Desmond e Kenny (1998) também observaram diminuição de b^* com a inclusão de 0% (11,4) a 15% (10,4) de surimi de coração bovino em salsichas comuns. Em salsichas de filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Moreira (2005) encontrou valor de b^* (12,54) próximo às salsichas elaboradas com 60% de CMS (12,51).

Determinação do pH

Os valores de pH das salsichas não variaram ($P > 0,05$) entre tratamentos, porém diminuíram de maneira quadrática ($P < 0,05$) durante o período de estocagem, passando de 6,48 (dia 5) para 6,27 (dia 40) (Figura 4).

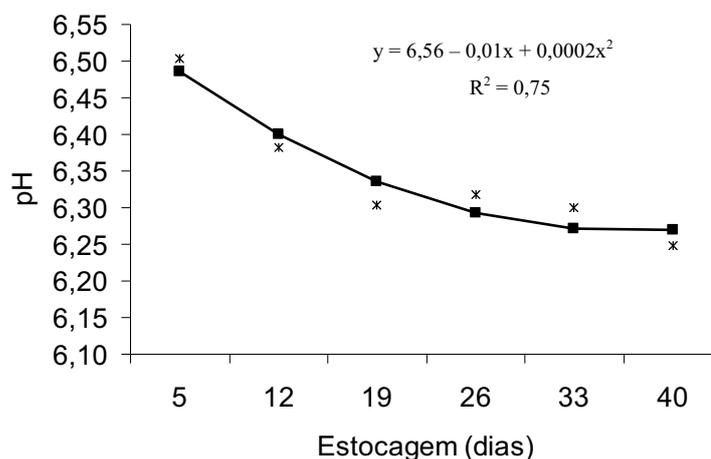


Figura 4 – Valores médios de pH em salsichas formuladas com CMS de resíduo de filetagem de tilápia do Nilo estocadas por 40 dias a 0°C.

Em salsichas de CMS de “Japanese threadfin bream”, *Nemipterus japonicus* (RAJU et al., 2003), de frango (HORNG et al., 2002) e bovina (CANDOGAN e KOLSARICI, 2003) também foram observadas diminuições no pH durante a estocagem refrigerada. Este fenômeno pode estar associado à acidificação do meio causado por bactérias lácticas. Estas

bactérias são psicotróficas, resistentes à ação do nitrito, competidoras das bactérias patogênicas e comumente encontradas em embutidos cárneos embalados a vácuo e estocados sob refrigeração (FRANZ e HOLY, 1996).

Análises microbiológicas

Não foram detectados microrganismos patogênicos (*Staphylococcus aureus* e *Salmonella sp*) e a população de coliformes totais nas salsichas foi <3 NMP/g amostra no ponto inicial (dia 5) e final (dia 40). As bactérias aeróbias psicotróficas presentes nas salsichas se multiplicaram após 40 dias de estocagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Contagem de bactérias aeróbias psicotróficas UFC/g de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo após 40 dias de estocagem a 0°C

Tratamentos (% CMS)	Dias de estocagem	
	5	40
0	<10 ²	3,4 x 10 ⁵
20	<10 ²	2,1 x 10 ⁶
40	<10 ²	1,9 x 10 ⁵
60	<10 ²	4,3 x 10 ⁶
80	<10 ²	6,0 x 10 ⁷
100	<10 ²	3,1 x 10 ⁶

Em salsichas elaboradas com CMS de sardinha, *Sardinella longiceps* (RAVISHANKAR et al., 1992), “Japanese threadfin bream”, *Nemipterus japonicus* (RAJU et al., 2003) e mistura de sardinha, *Sardinops sagax* e tainha, *Mugil cephalus* (RADO e OBA, 1984) também foram observados aumento na contagem das bactérias aeróbias psicotróficas durante 26, 30 e 36 dias de estocagem a 2, 6 e 5°C, respectivamente.

Entre tratamentos, no entanto, não houve uma seqüência lógica da multiplicação deste tipo de bactérias, variando de 3,4 x 10⁵ a 6,0 x 10⁷. Estes dados confirmam as boas práticas de fabricação (BPF) durante o processo de obtenção da CMS. Em estudo com diferentes níveis de inclusão de CMS de galinhas em mortadelas, não foi observado diferença significativa na contagem de bactérias aeróbias psicotróficas (TRINDADE et al., 2005).

De acordo com o padrão estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 1997), a carne de pescado fresca pode apresentar os limites de contaminação bacteriana: coliformes fecais NMP máximo de 10²/g, *Staphylococcus aureus* máximo 10³ UFC/g, *Salmonella* ausência em 25 g de amostra, não havendo limites para coliformes totais e contagem total de bactérias

aeróbias psicrotróficas, portanto, todas as salsichas avaliadas permaneceram adequadas para o consumo durante o período de estocagem de 40 dias.

Avaliação Sensorial

Os atributos sensoriais de cor, sabor, textura, odor e aceitação global das salsichas elaboradas com CMS de resíduos de filetagem de tilápias não apresentaram variação ($P > 0,05$) durante o período de estocagem de 40 dias. Isto pode ser caracterizado como um fator positivo, pois a vida de prateleira, dentro das características sensoriais, é dada pela rejeição dos provadores, constatada por mudanças nos atributos sensoriais, causadas principalmente pelo desenvolvimento de bactérias deteriorantes e oxidação dos lipídeos (BLOUKAS et al., 1999).

Em salsicha de CMS de sardinha, *Sardinella longiceps*, contrariamente, foi observado diminuição da aceitação global, passando de 8 para 4, em uma escala hedônica de 9 pontos, durante a estocagem refrigerada (2°C) de 26 dias (RAVISHANKAR et al., 1992). Em salsicha de CMS de “Japanese threadfin bream”, *Nemipterus japonicus*, também foi observado diminuição nas notas dos atributos cor (9 para 6), textura (8 para 6), sabor (8 para 6) e aceitação global (8 para 6), em uma escala hedônica de 9 pontos, durante a estocagem refrigerada (6°C) de 30 dias (RAJU et al., 2003).

Os atributos sensoriais de cor, sabor, textura, odor e aceitação global das salsichas variaram ($P < 0,05$) com a porcentagem de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápias e estão demonstrados na Figura 5.

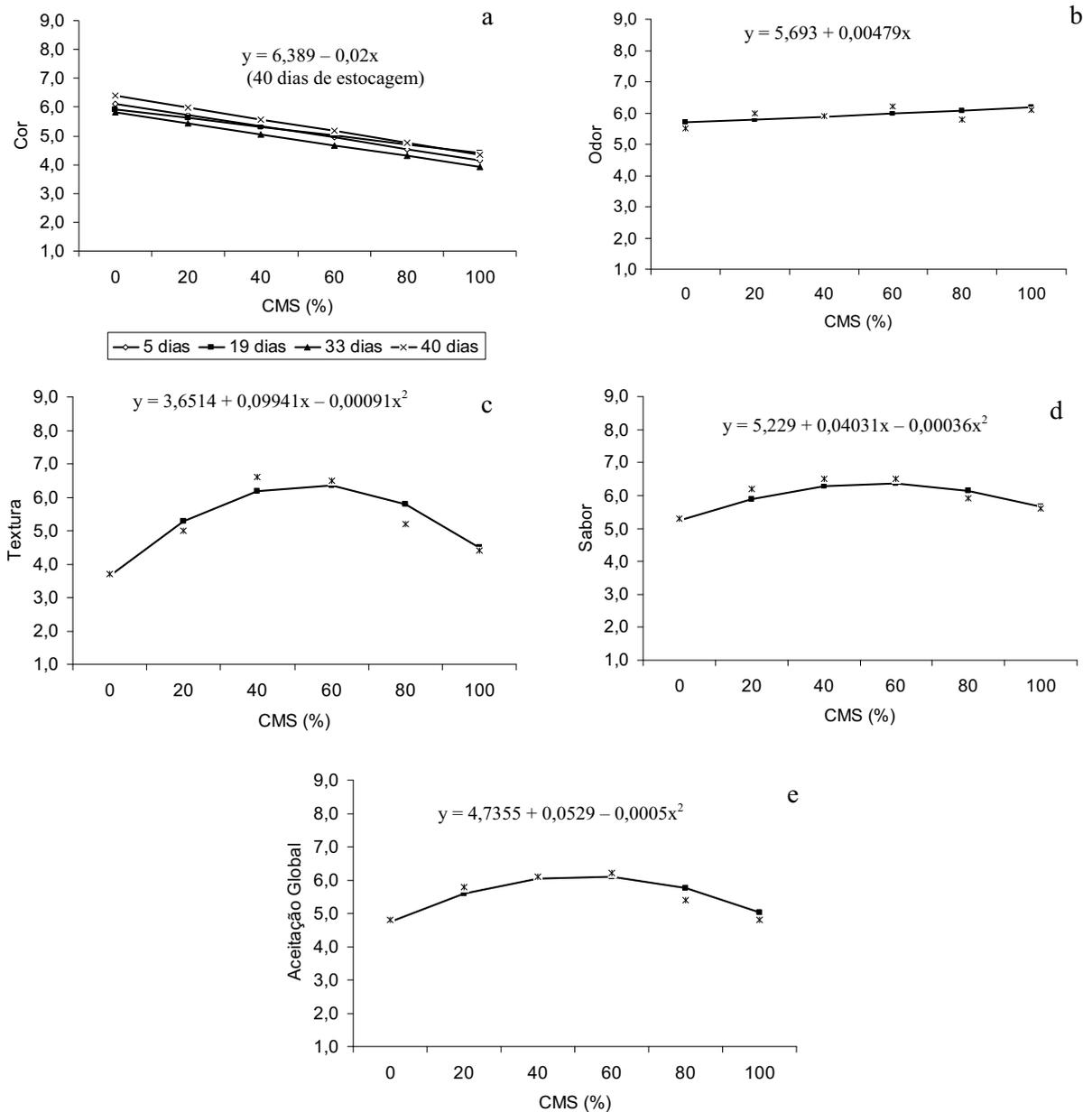


Figura 5 – Média dos valores de avaliação sensorial de cor (a), odor (b), textura (c), sabor (d) e aceitação global (e) de salsichas formuladas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas a 0°C por 40 dias.

À medida que se aumentou a porcentagem de inclusão de CMS nas salsichas houve diminuição nas notas para o atributo sensorial cor, passando de 6,4 (“gostei ligeiramente”), em salsichas formuladas sem adição de CMS, para 4,4 (“desgostei ligeiramente”), em salsichas formuladas com 100% de CMS (Figura 5a). Este atributo sensorial apresentou interação ($P < 0,05$) entre a porcentagem de inclusão de CMS e o tempo de estocagem refrigerada das salsichas, apesar de mostrar a mesma tendência em todos os tempos analisados. Em estudo com a elaboração de salsichas de filé de tilápia do Nilo, Moreira (2005) observou aceitação moderada para o atributo sensorial cor. A cor sensorial das salsichas

apresentou alta correlação positiva com os valores de b^* ($r=0,78$, $P<0,001$) (Tabela 3), ou seja os melhores resultados de cor foram obtidos nas salsichas mais amareladas.

As notas referentes ao odor das salsichas tiveram aumento linear ($P<0,05$) com a adição de CMS, passando de 5,7 (“nem gostei/nem desgostei”) 0% de CMS a 6,2 (“gostei ligeiramente”) a 100% de CMS (Figura 5b). Isso pode ser explicado talvez pela preferência dos provadores pelo odor mais forte de pescado nas salsichas formuladas com maiores porcentagens de CMS, provavelmente devido ao maior teor de lipídeos presentes.

As notas do atributo textura das salsichas apresentaram variação quadrática ($P<0,05$) com a adição da CMS (Figura 5c). A nota máxima calculada para este atributo seria com 54,6% de inclusão de CMS, ou seja, entre os tratamentos elaborados com 40 e 60% de CMS (6,2 e 6,3 – “gostei ligeiramente”). Para as salsichas do tratamento sem adição de CMS, muitos provadores escreveram na ficha de avaliação que, as salsichas estavam muito “borrachentas” e consequentemente obtiveram valores baixos (3,7 – “desgostei moderadamente”). Já nas salsichas formuladas com 100% de CMS, comentaram que elas estavam com uma maciez excessiva, obtendo nota de 4,5 (“desgostei ligeiramente”). Daros et al. (2005), também observaram que a textura de salsichas foi ficando mais macia com o aumento da porcentagem de inclusão de CMS de frango (0 a 100%).

O sabor das salsichas apresentou variação quadrática ($P<0,05$) com o aumento da inclusão de CMS (Figura 5d). A nota máxima calculada para este atributo seria com 55,9% de inclusão de CMS, ou seja, entre os tratamentos elaborados com 40% (6,3 – “gostei ligeiramente”) e 60% de CMS (6,4 – “gostei ligeiramente”). As salsichas que os provadores julgaram ser menos saborosas foram aquelas formuladas sem adição de CMS (5,2 – “nem gostei/nem desgostei”), pois comentaram que estavam com o sabor muito fraco de pescado. Isto pode ter ocorrido devido o filé de tilápia ser um produto com sabor leve e de baixa porcentagem de gordura. Já para as salsichas elaboradas com 100% de CMS (5,7 – “nem gostei/nem desgostei”), muitos provadores comentaram que elas estavam com sabor muito forte de pescado. A aceitação sensorial da textura foi altamente correlacionada e de maneira positiva com o atributo sensorial sabor ($r=0,81$, $P<0,001$) (Tabela 3). Isto pode indicar que quanto melhor for o resultado da textura também será o sabor das salsichas de CMS de resíduos de filetagem de tilápia.

A aceitação global das salsichas apresentou variação quadrática ($P<0,05$) com a inclusão de CMS (Figura 5e). A nota máxima calculada para este atributo seria com 52,9% de inclusão de CMS, sendo os tratamentos mais próximos àqueles formulados com 40 e 60% de CMS (6,1 – “gostei ligeiramente”). As salsichas menos aceitas foram aquelas formuladas com 0%

de CMS (4,7 – “desgostei ligeiramente”) e 100% de CMS (5,0 – “nem gostei nem desgostei”). A aceitação global das salsichas apresentou alta correlação com a textura ($r=0,95$, $P<0,001$) e o sabor ($r = 0,89$, $P<0,001$) (Tabela 3), indicando que quanto maiores as notas da textura e sabor das salsichas melhor a aceitação global. O tratamento mais aceitação global (60% de CMS) está de acordo com a Legislação Brasileira (BRASIL, 2000), a qual designa que o máximo permitido de carne mecanicamente separada é de 60% em salsichas comuns (de outras carnes).

Tabela 3 – Coeficientes de correlação produto-momento (r) de *Pearson* entre os valores de pH, bases nitrogenadas voláteis (BNV), cor instrumental (L^* , a^* e b^*), oxidação lipídica (TBARS) e avaliação sensorial (cor, sabor, textura, odor e aceitação global) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão de CMS de tilápia do Nilo e estocadas a 0°C por 40 dias.

	pH	BNV	Cor instrumental			TBARS	Avaliação Sensorial					
			L^*	a^*	b^*		Cor	Odor	Textura	Sabor	Global	
pH	1,00											
BNV	-0,46	1,00										
L^*	0,34	-0,02	1,00									
a^*	-0,60	0,72	-0,10	1,00								
b^*	-0,17	0,75	0,50	0,63	1,00							
TBARS	-0,15	-0,10	-0,76	-0,16	-0,55	1,00						
Cor	-0,22	0,63	0,67	0,43	0,78	-0,63	1,00					
Odor	0,04	-0,53	-0,05	-0,37	-0,52	0,15	-0,34	1,00				
Textura	0,17	-0,43	0,07	-0,43	-0,43	-0,11	-0,06	0,47	1,00			
Sabor	0,11	-0,30	-0,05	-0,40	-0,50	0,06	-0,07	0,50	0,81	1,00		
Global	0,11	-0,32	0,14	-0,39	-0,35	-0,17	0,09	0,47	0,95	0,89	1,00	

CONCLUSÕES

As salsichas podem ser elaboradas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo e estocadas a 0°C por até 40 dias, mantendo boa qualidade físico-química e microbiológica. Além disso, a porcentagem máxima de inclusão de CMS em salsichas, para que se mantenham boas qualidades sensoriais é de 60%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto (nº do processo 55.1652/2005-5) e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Agradecemos também a empresa Tilápia do Brasil pela doação dos resíduos de filetagem de tilápia utilizados no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BLOUKAS, J.G.; ARVANITTOYANNIS, I.S.; SIOPI, A.A. Effect of natural colourants and nitrites on colour attributes of frankfurters. **Meat Science**, v.52, p.257-265, 1999.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.

BRASIL. Ministério da Saúde. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. **Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº451 de 19 de setembro de 1997.

CANDOGAN, K.; KOLSARICI, N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. **Meat Science**, v.64, p.207-214, 2003.

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

DALEY, L.H.; DENG, J.C.; OBLINGER, J.L. Stability of refrigerated mullet sausage. **Journal of Food Science**, v.44, p. 883-891, 1979.

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.

DESMOND, E.M.; KENNY, T.A. Preparation of Surimi-like extract from beef hearts and its utilisation in frankfurters. **Meat Science**, v.50, n.1, p.81-89, 1998.

ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Oxidation of lipids and proteins in frankfurters with different fatty acid compositions and tocopherol and phenolic contents. **Food Chemistry**, v.100, p.55-63, 2007.

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.

GARCIA, A.; IZQUIERDO, P.; UZCATEGUI-BRACHO, S.; FARIA, J.; ALLARA, M.; GARCIA, A.C. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. **Revista Científica**, v.15, n.3, p.272-278, 2005.

GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v.34, p.1023-1028, 2003.

GRAY, J.I.; GOMAA, E.A.; BUCLKEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v.43, p.111-123, 1996.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; LUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**. 3º ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1994, 354 p.

HORNG, L.J.; HUI, L.Y.; CHIN, K.C. Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. **Meat Science**, v.60, p.161-167, 2002.

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

HU, Y.; XIA, W.; GE, C. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. **LWT**, v. 41, p.730-738, 2008.

KELLEHER, S.D.; SILVA, L.A.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Inhibition of lipid oxidation during processing of washed, minced atlantic mackerel. **Journal of Food Science**, v.57, n.5, 1992.

KIRSCHNIK, P.G.; VIEGAS, E.M.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2008 (no prelo).

LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; GUILLÉN, M.C.; MATEOS, M.P.; MONTERO, P. A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. **Journal of Food Science**, v.70, n. 3, 2005.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, T.B. **Sensory evaluation techniques**, 3º ed. London : Boca Raton: CRC Press, 1999. 387p.

MOREIRA, R.T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. Campinas, 2005. s.n. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MURPHY, S.C.; GILROY, D.; KERRY, J.F.; BUCKLEY, D.J.; KERRY, J.P. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. **Meat Science**, v.66, p.689-701, 2004.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; F., J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciências Agrotecnicas de Lavras**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p.155-163.

PANPIPAT, W.; YONGSAWATDIGUL, J. Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids in fortified freshwater fish emulsion sausage. **Food Science and Technology**, 2008.

PARK, E.Y.; BREKKE, C.J.; BRANEN, A.L. Use of pacific hake (*Merluccius productus*) in a frankfurter formulation. **Journal of Food Science**, v.43, p.1637-1645, 1978.

RADO, E.; OBA, R.S. Aspectos microbiológicos de los embutidos de pescado almacenado a 5°, 20° e 30°C. **Boletim de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.2, n°1, p.89-95, 1984.

RAJU, C.V.; SHAMASUNDAR, B.A.; UDUPA, K.S. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) and refrigerated ($6 \pm 2^\circ\text{C}$) temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, p.171-185, 2003.

RAVISHANKAR, C.N.; SETTY, T.M.R.; SHETTY, T.S. Method for the preparation of sausages of acceptable quality from Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) and their shelf-life at different storage temperatures. **Food Control**, v.3, n.3, 1992.

SAS (2002) *Statistical Analysis Systems*. Version 9.1.3, SAS user's guide basics Cary, North Carolina, USA.

SINI, T.K.; SANTHOSH, S.; JOSEPH, A.C.; RAVISANKAR, C.N. Changes in the characteristics of rohu fish (*Labeo rohita*) sausage during storage at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.32, p.429-442, 2008.

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.

TENUTA FILHO, A.; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.37, n.2, p.59-64, 2003.

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.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, Hamburg, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

CAPÍTULO 3

Desnaturação das proteínas durante o processamento de salsichas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a desnaturação protéica, por meio da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC), nas matérias-primas e após os processos de cominuição, emulsão e cozimento das salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, em substituição ao filé de tilápia. Os filés e a CMS não apresentaram diferença ($p>0,05$) na temperatura de desnaturação da miosina ($54,0$ e $54,6^{\circ}\text{C}$) e na entalpia de desnaturação da proteína (Hd) ($24,8$ e $21,2$ j/g), embora a temperatura de desnaturação da actina tenha sido maior ($p<0,05$) no filé ($73,9^{\circ}\text{C}$) do que na CMS ($71,8^{\circ}\text{C}$). Nas misturas cárneas após cominuição em *cutter*, a temperatura de desnaturação da miosina ($54,6\pm 0,4^{\circ}\text{C}$) e a Hd ($22,2\pm 3,9^{\circ}\text{C}$) não apresentaram diferença com a adição de CMS, porém apresentaram diminuição na temperatura de desnaturação da actina, com o aumento de 0% de CMS ($73,4^{\circ}\text{C}$) para 100% de CMS ($70,6^{\circ}\text{C}$). O processo de emulsão causou elevação na temperatura de desnaturação da miosina ($58,1\pm 0,7^{\circ}\text{C}$) e actina ($76,4\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) e diminuição na Hd ($15,7\pm 1,6$ j/g), apesar de não haver diferença com a inclusão da CMS. Portanto, a proteína miofibrilar actina é mais sensível à desnaturação que a miosina durante o processo de obtenção da CMS. O processo de cominuição em *cutter* não provoca a desnaturação das proteínas presentes nas misturas cárneas. A inclusão dos ingredientes não cárneos durante o processo de emulsificação das salsichas de tilápia causa proteção às proteínas. As proteínas das salsichas elaboradas com CMS de resíduos de filetagem apresentam-se desnaturadas após cozimento por 1 h e 20 min e temperatura final de 72°C .

Palavras-chave: DSC, embutidos, resíduos de filetagem, tilápia, carne mecanicamente separada.

INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, é uma das espécies de peixes mais produzidas no Brasil, com produção próxima das 70 mil toneladas em 2005 (FAO, 2006). É um peixe de escamas, com listas verticais na nadadeira caudal, apresentando coloração cinza-azulada e hábito alimentar fitoplanctófago, caracterizando-se como espécie filtradora. O rendimento em filé da tilápia é considerado baixo (30 a 35%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003) gerando, conseqüentemente uma grande quantidade de resíduos.

Os resíduos de filetagem podem ser aproveitados principalmente na elaboração de silagem para a nutrição animal (OLIVEIRA et al., 2006) ou para a extração da carne mecanicamente separada (CMS) (KIRSCHNIK e VIEGAS, 2008) a qual pode ser usada como matéria-prima para a elaboração de diversos produtos, dentre os quais, os embutidos cozidos tipo salsicha (PARK et al., 1978; DALEY et al., 1979; RAJU et al., 2003; HU et al., 2008; SINI et al., 2008).

As salsichas são produtos cárneos emulsionados, nos quais uma mistura de óleo e água (imiscíveis) mantém-se harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante, formando uma suspensão coloidal (HEDRICK et al., 1994).

A desnaturação das proteínas é uma alteração na estrutura da proteína, sem que haja alteração na seqüência dos aminoácidos, isto é, sem que haja rompimento ou alterações de ligações químicas primárias, que ligam os aminoácidos entre si (SGARBIERI, 1996). Segundo Furukawa et al. (2004), a desnaturação das proteínas é uma transição do tipo ordem-desordem, ocorrendo quando as proteínas são desenroladas-enroladas em decorrência de algum agente externo. O conhecimento da temperatura de desnaturação, e da entalpia de desnaturação das proteínas serve para o estabelecimento da temperatura final, bem como para o conhecimento da taxa de transferência de calor e do processo de cozimento de certos produtos cárneos (FURUKAWA et al., 2004). Isso é importante também, para se avaliar a qualidade dos produtos finais, sendo que as características funcionais da carne dependem principalmente da desnaturação das proteínas miofibrilares (PAREDI et al., 1994).

O grau de desnaturação das proteínas pode ser medida por diversos indicadores como atividade ATP-ase da miosina, solubilidade, disponibilidade de grupos sulfídricos, viscosidade, fluorescência e análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) (BEAS et al., 1991; PAREDI et al., 1994; FURUKAWA et al., 2004), sendo este último, muito usado. A técnica da DSC é usada na determinação de dados termodinâmicos, energia e temperatura de desnaturação das proteínas de alimentos sob alguma condição de processamento industrial (NAGAJ et al., 1999).

Beas et al. (1991) verificaram a desestabilização das proteínas miofibrilares de surimi de “hake”, *Merluccius hubbsi*, adicionado de 3% de sal, indicada pela redução das temperaturas de desnaturação da miosina (46 para 42°C) e actina (75 para 65°C), utilizando análise de DSC. Na carne de coelho também foi verificada por DSC uma diminuição da temperatura de desnaturação da actina em 6°C com inclusão de 3% de sal, mostrando a desestabilização desta proteína causada pelo sal (FURUKAWA et al., 2004).

Em pescado congelado, a desnaturação das proteínas é utilizada para avaliar as mudanças de textura durante a armazenagem sob congelamento (JENSEN et al., 2003) e a habilidade de formação de gel durante o processo de fabricação do surimi (CHAN et al., 1992). Alguns agentes crioprotetores como açúcares, fosfatos e sorbitol, quando misturados à carne de pescado, ajudam a proteger as proteínas contra a desnaturação durante a estocagem sob congelamento (PARK e LANIER, 1987; SYCH et al., 1990; SULTANBAWA e LI-CHAN, 1998; CARVAJAL et al., 1999; HERRERA et al., 2001; MEDINA e GARROTE, 2002). Segundo Saeed e Howell (2004), para a formação de gel de surimi de boa qualidade é preciso que as proteínas estejam nativas até que sejam desnaturadas durante o processamento.

O objetivo deste estudo foi avaliar a desnaturação protéica, por meio da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC), nas matérias-primas e após os processos de cominuição, emulsão e cozimento das salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo, em substituição ao filé de tilápia.

MATERIAL e MÉTODOS

Matérias-primas

Os resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizados neste experimento eram compostos de espinhaços da coluna vertebral, sem cabeça, pele e vísceras fornecido por um frigorífico de Buritama/SP. Esses resíduos (150 kg) foram transportados congelados em caixas térmicas até o Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos da USP de Pirassununga e cerca de 24 h antes do processamento foram descongelados. Os resíduos então foram lavados com água, realizado um corte na região abdominal para retirada do excesso de gordura e passados em uma despolpadora mecânica (HT 250, High Tech) e a CMS obtida, com um rendimento de 53%, foi embalada em sacos plásticos contendo 500 g de massa e logo em seguida congelada (-40°C) em um congelador ultra-rápido de placas (UCE – 20, Eco). Os filés de tilápia congelados (40 kg) foram adquiridos em um frigorífico localizado na cidade de Pirassununga/SP.

Formulações

As formulações foram calculadas para a obtenção de 12 kg de salsicha, substituindo-se em diferentes porcentagens o filé de tilápia pela CMS (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). Todos os ingredientes foram utilizados nas mesmas proporções em todas as formulações: proteína isolada de soja 4% (Nutrisoy), fécula de mandioca 2%, sal 1%, sal de cura 0,25% (Ibrac), antioxidante 0,5% (Ibrac), estabilizante 0,25% (Ibrac), condimento de salsicha 1% (Kerry) e cebola natural 2%.

Processamento das salsichas

As matérias-primas cárneas (CMS e filés) foram descongeladas por 24 h a 7°C, pesadas, cominuídas e emulsionadas em *cutter* (Tecmafrig) juntamente com os demais ingredientes por cinco minutos. As temperaturas das massas na saída do *cutter* ficaram em 1°C. Em seguida as emulsões foram embutidas com o auxílio de uma embutidora pneumática (V25, Sirman) em tripa celulósica com diâmetro de 24 mm (Viscofan), amarradas manualmente e cozidas em estufa (SL 218, Arprotec) com vapor direto por 1 h e 20 min, até a temperatura interna atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água até temperatura interna de 40°C, embaladas a vácuo (MI 60, Selovac) após retirada manual das tripas e estocadas a 0°C até o momento das análises.

Composição em proteína e umidade

A composição química das matérias-primas (filé e CMS) e das salsichas foi determinada em triplicada de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1999). A proteína bruta foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl ($N \times 6,25$) e a umidade determinada por gravimetria em estufa a 105°C por 16 horas.

Análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC)

As análises de calorimetria diferencial de varredura (DSC) foram realizadas em um calorímetro diferencial de varredura modelo DSC-TA2010, com controlador TA5000 (TA Instruments), operando com fluxo de 45 ml/min de N₂, taxa de aquecimento de 10°C/min, entre 0 e 100°C (FURUKAWA et al., 2004). A amostra, ao redor de 10 mg, foi colocada em uma panelinha TA de alumínio, fechada hermeticamente, e pesada ($\pm 0,01$ mg) em balança de precisão (Ohaus, Analytical Plus). O aparelho foi calibrado com índio (T=156,6°C e H=28,71 J/g). A temperatura (Td) e a entalpia (Hd) de desnaturação foram identificadas como a temperatura do pico e a área sobre as endotermas, respectivamente, calculadas com o

programa Universal Analysis V.2.5H (TA Instruments). Essas análises foram realizadas em duplicatas nas matérias-primas cárneas, no produto obtido após a cominuição em *cutter*, na emulsão antes do embutimento e nas salsichas cozidas.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com diferentes amostras: matéria-prima (filé e CMS), misturas cárneas (0, 20, 40, 60, 80 e 100% de CMS) após *cutter*, emulsões (0, 20, 40, 60, 80 e 100% de CMS) e salsichas (0, 20, 40, 60, 80, 100% de CMS) com 2 repetições. Os dados foram analisados por ANOVA e constatada diferença significativa ($p < 0,05$) foi utilizado o teste de Tukey com o auxílio do programa estatístico SAS versão 9.1.3 (SAS/STAT[®], 2002).

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Composição em umidade e proteína

Os valores da umidade e proteína das amostras preparadas para análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores de umidade e proteína (%) das amostras, preparadas para análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC)

<i>Matéria-prima</i>	<i>Filé CMS</i>	UMIDADE	PROTEÍNA
			78,9 ± 2,7
		75,5 ± 0,2	12,8 ± 0,6
<i>Misturas cárneas (%CMS)</i>	<i>0</i>	80,8 ± 0,1	18,0 ± 0,8
	<i>20</i>	81,1 ± 0,1	14,9 ± 0,2
	<i>40</i>	80,4 ± 0,2	14,0 ± 0,2
	<i>60</i>	79,0 ± 0,3	13,3 ± 0,3
	<i>80</i>	77,0 ± 2,1	13,1 ± 1,0
	<i>100</i>	75,6 ± 0,3	12,3 ± 0,1
<i>Emulsão (%CMS)</i>	<i>0</i>	73,6 ± 3,2	18,8 ± 2,3
	<i>20</i>	73,3 ± 2,3	17,9 ± 1,8
	<i>40</i>	73,1 ± 1,5	16,9 ± 1,5
	<i>60</i>	72,6 ± 0,8	16,1 ± 1,4
	<i>80</i>	72,4 ± 0,6	15,0 ± 1,0
	<i>100</i>	71,7 ± 0,9	13,7 ± 0,7
<i>Salsichas (%CMS)</i>	<i>0</i>	71,5 ± 3,7	20,8 ± 2,5
	<i>20</i>	71,3 ± 2,7	19,7 ± 2,1
	<i>40</i>	70,8 ± 1,6	18,7 ± 1,7
	<i>60</i>	70,6 ± 0,1	17,7 ± 1,1
	<i>80</i>	70,5 ± 0,6	16,1 ± 0,4
	<i>100</i>	69,8 ± 0,6	15,4 ± 0,5

O filé de tilápia apresentou maior quantidade de umidade e proteína que a CMS (78,9 e 18,7%; 75,5 e 12,8%, respectivamente). As misturas cárneas, assim como a emulsão e salsichas cozidas, com maiores quantidades de CMS, apresentaram menor porcentagem de proteína e umidade, que aquelas que continham menos CMS. Pode-se observar que as salsichas de todos os tratamentos apresentaram teores de proteínas (15,4 a 20,8%) acima do exigido pela Legislação Brasileira para salsichas comuns (elaboradas com outras carnes) que é de 12% (BRASIL, 2000), o que torna interessante sua produção. Os teores de proteína das amostras foram usados para o cálculo da entalpia de desnaturação da proteína, em joules/g de proteínas, evitando-se assim uma possível fonte de erro.

Resultados das análises por DSC

No termograma do filé de tilápia (Figura 1.1a), observou-se inicialmente uma primeira inflexão ocorrendo a 47,2°C, que pode ser associada a algum fragmento de miosina. Em seguida, observaram-se duas nítidas endotermas, sendo uma a 54,0°C provocada pela desnaturação da miosina, e a outra a 73,9°C associada à desnaturação da actina. Em temperaturas mais elevadas, observaram-se uma inflexão na linha de base a 84,3°C, que pode ter sido consequência da desnaturação de algum fragmento de actina, e uma exoterma a 94,0°C que provavelmente está relacionada ao fenômeno de agregação ou gelatinização das proteínas miofibrilares (PARK e LANIER, 1987; PAREDI et al., 1994; HERRERA et al., 2001). Muitos autores comentam que o primeiro pico de desnaturação corresponde a miosina, o segundo corresponde a proteína sarcoplasmática ou do estroma (colágeno) e o terceiro corresponde a actina, tendo geralmente como temperatura de transição entre elas de 30 a 80°C (PARK e LANIER, 1987; NAGAJ et al. 1999; HERRERA et al., 2001; JENSEN et al., 2003), estando, portanto os valores comentados pelos pesquisadores de acordo com o encontrado no presente experimento.

A análise de diferencial de varredura é um procedimento muito sensível, onde pequenos picos de desnaturação são de difícil compreensão. Monterrey-Quintero e Sobral (2000) encontraram valor próximo da desnaturação da miosina (54,4°C) e mais alto na desnaturação da actina (75,9°C) em estudo com o músculo de tilápia do Nilo para a elaboração de biofilmes. Park e Lanier (1989) em estudo com tilápia (*Oreochromis aureus*) observaram valores mais altos de desnaturação da miosina (58,3°C) e da actina (78,6°C) que o encontrado por Monterrey-Quintero e Sobral (2000) e do presente experimento, o que demonstra a espécie de tilápia também pode apresentar variação nos valores de desnaturação das proteínas.

Além disso, também depende de uma série de fatores tais como pH, força iônica, presença de outros compostos, entre outros.

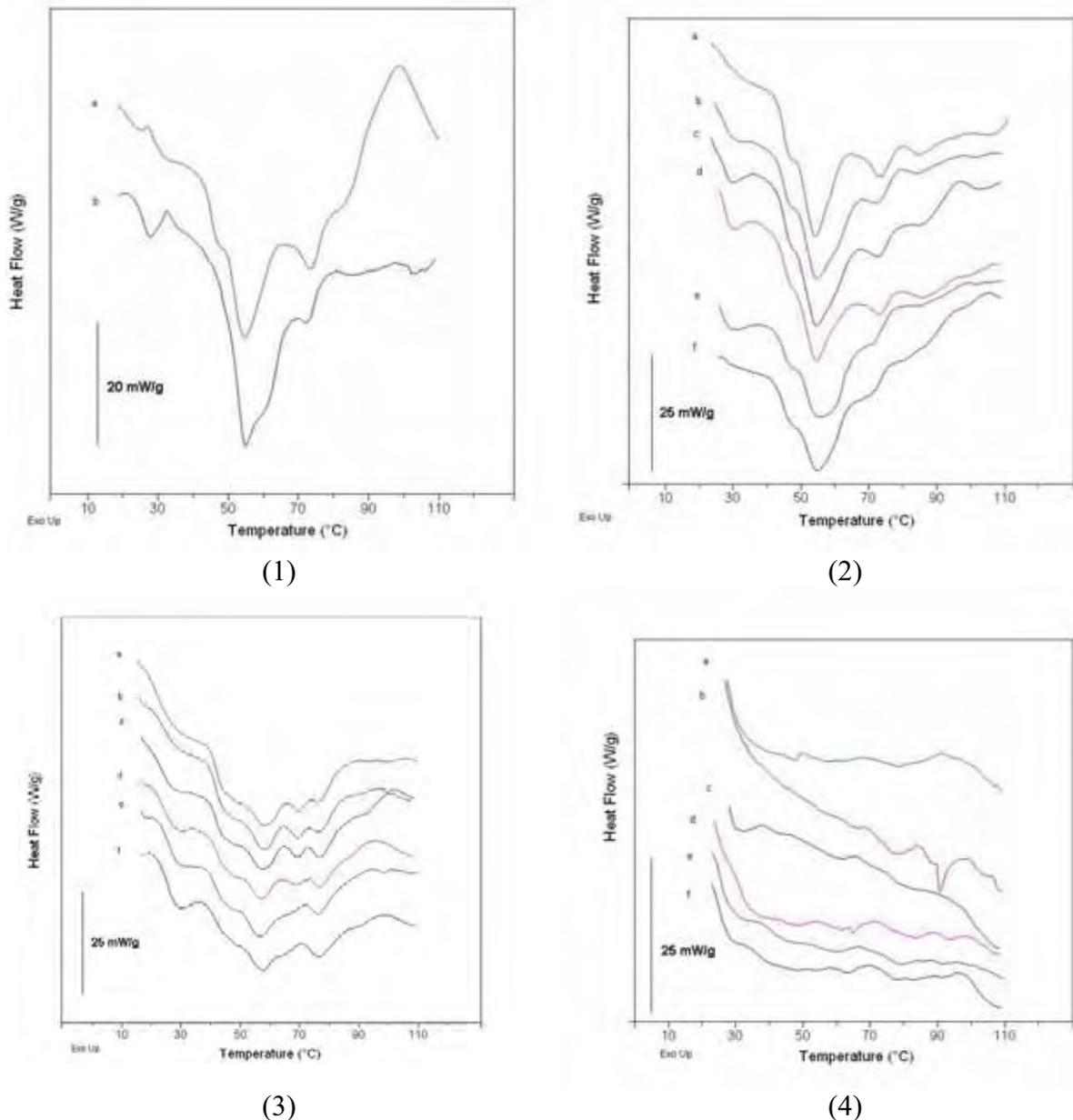


Figura 1 – Exemplos de curvas de DSC das matérias-primas (1) filé (a) e da CMS (b), misturas cárneas (2) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS), emulsões cárneas (3) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS) e salsichas (4) (a-0%, b-20%, c-40%, d-60%, e-80% e f-100% de CMS) após o cozimento em esufa.

No termograma da CMS (Figura 1.1b), pôde-se observar a ocorrência de dois nítidos picos endotérmicos de desnaturação e uma pequena inflexão entre ambos. O pico ocorrendo a 54,6°C pode estar associado à desnaturação da miosina, enquanto que o pico a 71,8°C associado à desnaturação da actina. A inflexão (ou “shoulder”) observada a 59,1°C pode ser

associada à desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas ou colágeno. Este último fenômeno pode ser explicado pelo fato da CMS ter sido obtida de resíduo de filetagem, o qual é composto pela coluna vertebral, restos de músculos e nadadeiras e possui maior quantidade de colágeno. Além disso, a CMS não foi submetida ao processo de lavagem com água, que proporcionaria a lixiviação das proteínas sarcoplasmáticas e concentração das proteínas miofibrilares (LEE, 1984), o que pode indicar também que essa inflexão possa ser a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas. Paredi et al. (1994) encontraram temperaturas de desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas de um molusco tropical, *Aulacomya ater*, de 36, 43, 53 e 67°C, ou seja, de acordo com o encontrado no presente estudo (59,1°C). Além disso, neste termograma (Figura 1.1b) diferentemente do termograma do filé (Figura 1. 1a), não foi observada a subida da linha de base, que corresponde ao fenômeno de agregação da proteína, e pode ser explicado pela menor quantidade de proteína miofibrilar desta matéria-prima e maiores quantidades de proteína sarcoplasmática e colágeno, dificultando com isso o fenômeno de agregação ou gelatinização das proteínas miofibrilares.

Comparando-se os resultados obtidos dos dois termogramas apresentados na Figura 1.1, observou-se uma menor temperatura de desnaturação da actina da CMS (71,8°C) em relação ao filé (73,9°C) ($p < 0,05$) (Tabela 2), podendo indicar que a actina presente no cominuído da CMS já havia sofrido desnaturação em algum processamento anterior à análise. Essa desnaturação se deve provavelmente pela força mecânica da máquina despolpadeira usada para obtenção da CMS, pois segundo Sgarbieri (1996), um dos agentes de desnaturação das proteínas são as forças mecânicas de atrito e calor. Para a proteína miofibrilar miosina não foi observada diferença ($p > 0,05$), demonstrando que durante o processo de obtenção da CMS, a actina foi mais sensível à desnaturação que a miosina. Park e Lanier (1989) também observaram diminuição da temperatura de desnaturação da actina do músculo intacto de tilápia, *Oreochromis aureus*, (85°C) e após a moagem desta carne (78°C) e posteriormente ao processamento do surimi (75°C), sem, contudo observarem diferença nos valores da miosina nestas situações.

Os valores de desnaturação da miosina do filé (54,0°C) e CMS (54,6°C) foram próximos aos encontrados para a miosina da carne de arenque, *Clupea harengus*, (53°C), porém mais altos que o encontrado para a carne de bacalhau, *Gadus morhua*, (46°C), e de “silver hake”, *Merluccius bilinearis*, (47°C) (CHAN et al., 1992), sendo essa variação constatada possivelmente pelo tipo de material usado na análise (músculo íntegro ou proteína purificada) além do habitat em que vivem os peixes estudados, pois segundo Herrera et al. (2001), quanto

mais adaptado ao clima tropical é um peixe, mais resistentes serão suas proteínas contra os agentes de desnaturação.

A entalpia de desnaturação (Hd) da proteína do filé (24,8 j/g de proteína) não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com a CMS (21,2 j/g de proteína) (Tabela 2) apesar do filé possuir maior quantidade de proteína (18,74%) que a CMS (12,76%) (Tabela 1).

Tabela 2 – Temperaturas¹ (°C) e entalpia de desnaturação (Hd) (j/g) das proteínas das matérias-primas cárneas, das misturas cárneas após cominuição em *cutter*, dos ingredientes, das emulsões cárneas e das salsichas cozidas de tilápia do Nilo.

	T1 (°C)	Miosina (°C)	T3 (°C)	Actina (°C)	T5 (°C)	Hd (j/g)
Matérias-primas cárneas						
Filé	47,2 ± 0,6	54,0 ± 1,0 ^a	-	73,9 ± 0,8 ^a	84,3 ± 1,2	24,8 ± 5,0 ^a
CMS	-	54,6 ± 0,0 ^a	59,1 ± 0,7	71,8 ± 0,1 ^b	85,1 ± 0,0	21,2 ± 1,3 ^a
Misturas cárneas (%CMS)						
0	47,0 ± 0,5	54,5 ± 0,7 ^a	-	73,4 ± 0,1 ^a	86,1 ± 1,9	23,5 ± 5,4 ^a
20	46,6 ± 0,3	54,6 ± 0,3 ^a	-	72,4 ± 0,8 ^a	83,7 ± 0,5	25,6 ± 2,4 ^a
40	46,8 ± 0,5	54,6 ± 0,1 ^a	-	72,8 ± 0,6 ^a	84,9 ± 0,8	26,9 ± 7,0 ^a
60	46,8 ± 0,3	54,1 ± 0,2 ^a	-	72,6 ± 0,6 ^a	85,3 ± 1,0	21,8 ± 4,0 ^a
80	46,4 ± 0,3	55,3 ± 1,7 ^a	-	70,3 ± 0,4 ^b	-	16,7 ± 0,4 ^a
100	46,8 ± 0,0	54,6 ± 0,8 ^a	-	70,6 ± 0,8 ^b	-	18,9 ± 1,5 ^a
<i>Média</i>	<i>46,7 ± 0,2</i>	<i>54,6 ± 0,4</i>	-	<i>72,0 ± 1,3</i>	-	<i>22,2 ± 3,9</i>
Ingredientes						
Amido	-	-	67,9 ± 0,4	-	-	-
PIS	-	-	-	-	-	-
Emulsões (%CMS)						
0	45,9 ± 1,2	59,3 ± 1,2 ^a	70,1 ± 0,2	76,5 ± 0,3 ^a	-	18,3 ± 0,4 ^a
20	47,2 ± 0,9	58,1 ± 0,9 ^a	69,6 ± 0,6	76,4 ± 0,2 ^a	-	13,9 ± 5,0 ^a
40	47,6 ± 0,9	58,1 ± 1,2 ^a	69,6 ± 0,6	76,7 ± 0,1 ^a	-	15,2 ± 2,1 ^a
60	44,5 ± 1,2	57,8 ± 0,1 ^a	68,9 ± 0,9	76,3 ± 0,2 ^a	-	14,7 ± 0,1 ^a
80	45,1 ± 0,4	57,5 ± 0,9 ^a	68,6 ± 0,1	76,4 ± 0,5 ^a	-	16,7 ± 1,1 ^a
100	43,7 ± 0,3	57,5 ± 0,1 ^a	65,4 ± 0,0	76,2 ± 0,6 ^a	-	15,3 ± 0,9 ^a
<i>Média</i>	<i>45,7 ± 1,5</i>	<i>58,1 ± 0,7</i>	<i>68,7 ± 1,7</i>	<i>76,4 ± 0,2</i>	-	<i>15,7 ± 1,6</i>
Salsichas (%CMS)						
0	-	-	-	-	-	2,7 ± 0,9 ^a
20	-	-	-	-	-	1,7 ± 0,0 ^a
40	-	-	-	-	-	1,9 ± 1,6 ^a
60	-	-	-	-	-	1,7 ± 1,2 ^a
80	-	-	-	-	-	2,9 ± 0,6 ^a
100	-	-	-	-	-	2,2 ± 0,2 ^a
<i>Média</i>	-	-	-	-	-	<i>2,2 ± 0,5^a</i>

¹Temperatura dos picos dos termogramas (média ± desvio padrão)

²Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

No processamento das salsichas as misturas cárneas foram cominuidas em *cutter*. Este equipamento causa o rompimento da estrutura fibrosa dos músculos, expondo as proteínas actina e miosina e uma desnaturação protéica preliminar. Na Figura 1.2 observam-se seis termogramas das misturas cárneas (0, 20, 40, 60, 80 e 100% de CMS) após cominuição em *cutter*. Como se pode observar, na Figura 1.2 e na Tabela 2 a temperatura de desnaturação do fragmento de miosina das misturas cárneas não apresentou grande variação e se mantiveram

em torno de $46,7 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. A desnaturação da miosina das misturas cárneas, seguiu a mesma tendência das matérias-primas cárneas, filé e CMS, e não variaram ($p > 0,05$), permanecendo próximas a $54,6 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$. Entretanto, a temperatura de desnaturação da actina apresentou diferença ($p < 0,05$) com a inclusão da CMS nas misturas cárneas e diminuiu ($p < 0,05$) a partir de 80% de CMS, passando de $73,4^{\circ}\text{C}$ (0% de CMS) para $70,6^{\circ}\text{C}$ (100% de CMS). As entalpias de desnaturação (Hd) da proteína não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre tratamentos, apresentando média de $22,2 \pm 3,9\text{J/g}$, embora o tratamento com 0% de CMS tenha sido aproximadamente 25% maior que o tratamento com 100% de CMS (Tabela 2).

Existe muita versatilidade nos ingredientes usados na elaboração de salsichas. Os ingredientes mais utilizados são aqueles que possuem os seguintes requisitos: fácil obtenção ou compra, baixo preço, disponibilidade durante todo o ano, além de segurança microbiológica (PARDI, 1994). No presente estudo, a emulsão cárnea foi composta de CMS, filé de tilápia, proteína isolada de soja, fécula de mandioca, sal, sal de cura, antioxidante, estabilizante, condimento de salsicha e cebola natural. Assim, esperou-se observar o efeito desses componentes na desnaturação das proteínas. Os termogramas obtidos nessas análises estão apresentados na Figura 1.3, onde se observam seis termogramas das emulsões cárneas (0, 20, 40, 60, 80 e 100% de CMS).

Os ingredientes adicionados à emulsão cárnea causaram uma modificação nos perfis dos termogramas (Figura 1.3), quando comparados aos resultados anteriores (Figuras 1.1 e 1.2). Os termogramas das emulsões se mostraram com uma projeção bem aberta das endotermas, provavelmente devido à inclusão dos aditivos à massa. Este fenômeno está de acordo com o encontrado em carne de coelho (FURUKAWA et al., 2004) e em surimi de “hake”, *Merluccius hubbsi*, (BEAS et al., 1991), onde também foi observada a abertura da projeção da endoterma após a inclusão de aditivos à carne.

A miosina e a actina apresentaram um aumento na temperatura de desnaturação em torno de 4°C entre o processo de cominuição e emulsão cárnea (Tabela 2). Pode-se considerar que o polifosfato (crioprotetor) adicionado à emulsão possa ter estabilizado estas duas proteínas miofibrilares e conseqüentemente elevado a temperatura de desnaturação, pois alguns agentes crioprotetores entre eles os fosfatos, quando misturados junto à carne de pescado, podem proteger contra a desnaturação das proteínas (PARK e LANIER, 1987). Outro componente que pode ter protegido as proteínas miofibrilares foi a proteína isolada de soja. Em estudo com aditivos protéicos em surimi de “Allaska pollock”, *Theragra chalcogramma*, a proteína isolada de soja teve um efeito estabilizante, indicado pelo aumento da temperatura de desnaturação da miosina de $36,7^{\circ}\text{C}$ para $48,1^{\circ}\text{C}$ (PARK, 1994). No entanto, no presente

estudo, a proteína isolada de soja não apresentou nenhum pico de desnaturação das proteínas (Tabela 2). Isto ocorreu devido às proteínas presentes neste ingrediente terem sido desnaturadas durante o seu processo de fabricação. Já o amido de mandioca apresentou temperatura de gelatinização de 67,9°C (Tabela 2). Este valor foi mais alto que encontrado para outros amidos comerciais como o amido de batata (63°C) e trigo (52°C) (PARDI, 1994). O amido adicionado à emulsão, pode ter causado a aproximação das endotermas de desnaturação da miosina para a sua temperatura de gelatinização, visto que a média da temperatura de desnaturação apresentou um aumento de $54,6 \pm 0,4^\circ\text{C}$ pós-*cutter* para $58,1 \pm 0,7^\circ\text{C}$ durante a emulsão (Tabela 2). Além disso, uma nova série de picos de desnaturações com média de $68,7 \pm 1,7^\circ\text{C}$ começaram a ocorrer, próximo de 67,9°C (gelatinização do amido), causando também uma elevação da temperatura de desnaturação da actina de $72,0 \pm 1,3^\circ\text{C}$ (média das misturas cárneas após cominuição) para $76,4 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (média das emulsões cárneas) (Tabela 2).

Em emulsões cárneas, o sal é um ingrediente responsável pela extração e solubilização das proteínas miofibrilares (RUUSUNEN et al., 2003), que durante aquecimento imobiliza gordura e água e forma uma emulsão estável (PAPPA et al., 2000), causando, pela análise de DSC, diminuição nos valores de temperatura de desnaturação das proteínas (HASTINGS et al., 1985; BEAS et al., 1991; FURUKAWA et al., 2004). No entanto, no presente estudo, o sal adicionado à emulsão não causou aparentemente este fenômeno, sendo constatado aumento da temperatura de desnaturação da miosina e da actina após a adição deste ingrediente juntamente com os demais (Figura 1.3). A temperatura de desnaturação da miosina ($58,1 \pm 0,7^\circ\text{C}$) e da actina ($76,4 \pm 0,2^\circ\text{C}$) das emulsões e das entalpias de desnaturação da proteína com diferentes níveis de inclusão de CMS (0 a 100%), não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si (Tabela 2).

Nas salsichas pós-cozimento, praticamente não houve endoterma de desnaturação das proteínas (Figura 2.4). As entalpias de desnaturação da proteína foram muito baixas ($2,2 \pm 0,5$ j/g de proteína) (Tabela 2), indicando, portanto que o tempo (1 h e 20 min) e a temperatura final de cozimento (72°C) foram suficientes para promover a desnaturação de praticamente todas as proteínas presentes nas salsichas.

CONCLUSÕES

A avaliação da desnaturação das proteínas pelo método de DSC mostrou que o processo de obtenção da CMS causa maior desnaturação da proteína miofibrilar actina do que o processo de filetagem. Esta análise também mostrou que os ingredientes utilizados durante o

processo de emulsão causam proteção das proteínas e que elas se apresentam totalmente desnaturadas após o cozimento das salsichas por 1 h e 20 min e temperatura final de 72°C.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto (nº processo 55.1652/2005-5) e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Agradecemos também a empresa Tilápia do Brasil pela doação dos resíduos de filetagem de tilápia utilizados no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16 ed., Patricia Cunniff (editorial), Washington, DC, 1141p, 1999.
- BEAS, V.; WAGNER, J.R.; AÑON, M.C.; CRUPKIN, M. Thermal denaturation in fish muscle proteins during gelling: effect of spawning condition. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.281-284, 1991.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.
- CARVAJAL, P.A; MCDONALD, G.A; LANIER, T.C. Cryostabilization mechanism of fish muscle proteins by maltodextrins. **Cryobiology**, v.38, p.16-26, 1999.
- CHAN, J.K.; GILL, T.A.; PAULSON, A.T. The dynamics of thermal denaturation of fish myosins. **Food Research International**, v.25, p.117-123, 1992.
- DALEY, L.H.; DENG, J.C.; OBLINGER, J.L. Stability of refrigerated mullet sausage. **Journal of Food Science**, v.44, p. 883-891, 1979.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **State of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper 500. Rome, 2006.
- FURUKAWA, V.A.; SOBRAL, P.J.A.; HABITANTE, A.M.Q.B.; GOMES, J.D.F. Análise térmica da carne de coelhos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.265-269, 2004.
- GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v.34, p.1023 a 1028, 2003.
- HASTINGS, R.J.; RODGER, G. W.; PARK, R.; MATTHEWS, A. D.; ANDERSON, E. M. Differential scanning calorimetry of fish muscle: the effect of processing and species variation. **Journal of Food Science**, v.50, p.503-510, 1985.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; LUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**, 3^o ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1994. 354p.

HERRERA, J.; PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. A DSC study on the effects of various maltodextrins and sucrose on protein changes in frozen-stored minced blue whiting muscle. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p.337-384, 2001.

HU, Y.; XIA, W.; GE, C. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. **LWT**, v. 41, p.730-738, 2008.

JENSEN, K.N.; JORGENSEN, B.M.; NIELSEN, J. Effect of storage conditions on differential scanning calorimetry profiles from thawed cod muscle. **Lebensm.-Wissu.-Technol.**, v.36, p.807-812, 2003.

KIRSCHNIK, P.G.; VIEGAS, E.M.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2008 (no prelo).

LEE, C.M. Surimi Process Technology. **Food Technology**, p. 69-80, 1984.

MEDINA, J.R.; GARROTE, R.L. The effect of two cryoprotectant mixtures on frozen surubí surimi. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.19, n.4, p.419-424, 2002.

MONTERREY-QUINTERO, E.S.; SOBRAL, P.J.A. Preparo e caracterização de proteínas miofibrilares de tilápia do Nilo para elaboração de biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.179-189, 2000.

NAGAJ, T.; KURATA, M.; NAKAMURA, T.; ITO, T.; FUJIKI, K.; NAKAO, M.; YANO, T. Properties of myofibrillar protein from japanese stingfish (*Sebastes inermis*) dorsal muscle. **Food Research International**, v.32, p.401-405, 1999.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; F., J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciências Agrotecnicas de Lavras**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

PAPPA, I.C.; BLOUKAS, J.G.; ARVANITOYANNIS, I.S. Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. **Meat Science**, v.56, p.81-88, 2000.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, v.2. Goiânia: Universitária, 1994, 1107p.

PAREDI, M.E.; TOMAS, M.C.; CRUPKIN, M.; AÑON, M.C. Thermal Denaturation of *Aulacomya ater ater* (*Molina*) myofibrillar proteins: a differential scanning calorimetric study. **J. Agric. Food Chem.** v.42, p. 873-877, 1994.

PARK, E.Y.; BREKKE, C.J.; BRANEN, A.L. Use of pacific hake (*Merluccius productus*) in a frankfurter formulation. **Journal of Food Science**, v.43, p.1637-1645, 1978.

PARK, J.W. Functional protein additives in surimi gels. **Journal of Food Science**, v.59, n.3, p.525-527, 1994.

PARK, J.W.; LANIER, L.C. Combined effects of phosphates and sugar or polyol on protein stabilization of fish myofibrils. **Journal of Food Science**, v.52, n.6, 1987.

PARK, J.W.; LANIER, T.C. Scanning calorimetric behavior of tilapia myosin and actin due to processing of muscle and protein purification. **Journal of Food Science**, v.54, n.1, p.49-51, 1989.

PARK, E.Y.; BREKKE, C.J.; BRANEN, A.L. Use of pacific hake (*Merluccius productus*) in a frankfurter formulation. **Journal of Food Science**, v.43, p.1637-1645, 1978.

RAJU, C.V.; SHAMASUNDAR, B.A.; UDUPA, K.S. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) and refrigerated ($6 \pm 2^\circ\text{C}$) temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, p.171-185, 2003.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPAA, J.; PUOLANNE, E.; LYLY, M.; LAHTEENMAKI, L.; NIEMISTO, M.; AHVENAINEN, R. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. **Meat Science**, v.63, p.9-16, 2003.

SAEED, S.; HOWELL, N.K. Rheological and differential scanning calorimetry studies on structural and textural changes in frozen Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.84, p.1216-1222, 2004.

SAS *Statistical Analysis Systems*. Version 9.1.3, SAS user's guide basics Cary, North Carolina, USA. 2002.

SGARBIERI, V. **Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades, Degradações, Modificações**. São Paulo/SP: Varela, 1996. 517p.

SINI, T.K.; SANTHOSH, S.; JOSEPH, A.C.; RAVISANKAR, C.N. Changes in the characteristics of rohu fish (*Labeo rohita*) sausage during storage at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.32, p.429-442, 2008.

SULTANBAWA, Y.; LI-CHAN, Y.L. Cryoprotective effects of sugar and polyol blends in ling cod surimi during frozen storage. **Food Research International**, v.31, n.2, p.87-98, 1998.

SYCH, J.; LACROIX, C.; ADAMBOUNOU, L.T.; CASTAIGNE, F. Cryoprotective effects of lactitol, palatinit and polydextrose on cod surimi protein during frozen storage. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.356-360, 1990.

CAPÍTULO 4

Composição físico-química e avaliação sensorial de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo submetida ou não à lavagem

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da porcentagem de inclusão (60 a 100%) e do número de lavagens (0 a 2) de carne mecanicamente separada (CMS) obtida de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo, sobre a composição físico-química e avaliação sensorial de salsichas. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial completo 2^2 com 3 repetições no ponto central, totalizando sete tratamentos. O processo de lavagem da CMS causou aumento ($p<0,05$) do teor de umidade (70,78 para 77,83%), pH (6,96 para 7,12) e diminuição do teor de proteína (16,29 para 12,74%, respectivamente) das salsichas elaboradas com 100% de CMS. O teor de magnésio diminuiu ($p<0,05$) com o aumento da porcentagem de CMS de 60 para 100% (128,94 para 113,95 mg/100g, respectivamente) e de zero para duas lavagens (113,95 para 73,60 mg/100g, respectivamente). O teor de cálcio aumentou ($p<0,05$) com o aumento da porcentagem de inclusão da CMS (125,64 para 139,67 mg/100g de salsicha com 60 e 100% de CMS, respectivamente). O valor de luminosidade (L^*) aumentou ($p<0,05$) de 64,48 para 72,59 e os valores de intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) diminuíram de 2,29 para 0,67 e de 13,71 para 12,62, com zero ou duas lavagens da CMS, respectivamente. A dureza das salsichas diminuiu ($p<0,05$) com as lavagens da CMS (3890,60 e 1384,80g com zero ou duas lavagens, respectivamente). A porcentagem de inclusão e o processo de lavagem da CMS não afetaram ($p>0,05$) os atributos sensoriais de cor (4,9), odor (5,9), textura (5,5), sabor (6,0) e aceitação global (5,8) das salsichas, avaliados utilizando-se escala hedônica de nove pontos. Portanto, salsichas de boa qualidade podem ser obtidas quando adicionadas com até 100% de CMS de resíduos de filetagem sem lavar.

Palavras-chave: CMS, embutidos, resíduos de filetagem, tilápia, metodologia de superfície de resposta.

INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, é um peixe de clima tropical que possui grande rusticidade ao cultivo, carne saborosa e de cor branca, com baixa porcentagem de gordura e ausência de espinhos em forma de “Y”. Todos os fatores positivos de ordem zootécnica, nutricional e sensorial fazem com que esta espécie de peixe seja uma das mais cultivadas mundialmente. No Brasil a produção tem aumentado consideravelmente, passando de 15,7 mil toneladas em 1996 para 69 mil toneladas em 2005 (FAO, 2006).

O processamento industrial da tilápia iniciou-se na década de 90, no Oeste do Paraná, priorizando-se principalmente o beneficiamento de filés congelados. No entanto, o rendimento em filé é considerado baixo (30 a 35%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003), gerando conseqüentemente, uma grande quantidade de resíduos que são destinados principalmente para a produção de farinha de peixe ou simplesmente descartados em lixões, causando desta forma perdas econômicas e problemas ambientais. Nos resíduos restantes após a filetagem, porém, sobram ainda músculos de boa qualidade que podem ser utilizados para a alimentação humana por meio da obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) (KIRSCHNIK e VIEGAS, 2008).

A CMS é definida como o músculo do pescado, mecanicamente separado dos ossos, espinhas e pele. Este produto pode ser obtido de praticamente todos os tipos de pescado e resíduos de filetagem industrial (TENUTA FILHO e JESUS, 2003), sendo posteriormente utilizado como matéria-prima na elaboração de diversos produtos dentre eles os embutidos cozidos tipo salsichas (DALLEY et al., 1979; RAVISHANKAR et al., 1992; GARCIA et al., 2005; RAHMAN et al., 2007).

Durante o processo de obtenção da CMS, no entanto, pode ocorrer a incorporação de hemopigmentos presentes no pescado, causando o escurecimento do mesmo (BORDEIRAS e TEJADA, 1987). Este fenômeno pode ser modificado com o processo de lavagem com água da CMS, onde são removidos pigmentos, bactérias deteriorantes, proteínas solúveis, enzimas, componentes amoniacais, flavorizantes, lipídeos e sangue (ADU et al., 1983; TSEO et al., 1983; LEE, 1984; LANIER, 1986; TENUTA FILHO e JESUS, 2003; OETTERER et al., 2004; PARK e LIN, 2005), melhorando assim, aspectos de ordem sensorial, além de aumentar a vida útil do produto (TENUTA-FILHO e JESUS, 2003), apesar de causar mudanças na composição físico-química.

Alguns estudos já foram realizados avaliando o efeito das lavagens sobre a qualidade nutricional e características físico-químicas de CMS de “rockfish”, *Sebastes melanops* (ADU et al., 1983), “mullet”, *Mugil cephalus* (TSEO et al., 1983), tilápia do Nilo, *Oreochromis*

niloticus (GRYSCHER et al., 2003), resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (KIRSCHNIK, 2007), “Atlantic Mackerel”, *Scomber scombrus* (KELLEHER et al., 1992) e “red hake”, *Urophycis chuss* (YOON et al., 1991). Outros estudos avaliaram o efeito da inclusão de CMS de “Rohu”, *Labeo rohita* (SINI et al., 2008), “truta”, *Oncorhynchus mykiss* (SETIADY et al., 2007), “mullet”, *Mugil cephalus* (DALEY et al., 1979), “Pacific hake”, *Merluccius productus* (PARK et al., 1978), sardinha, *Sardinops sagax* e tainha, *Mugil cephalus* (RADO e OBA, 1984), “Geelbeck croaker”, *Atractoscion aequidens* (RAHMAN et al., 2007), carpa prateada, *Hypophthalmichthys molitrix* (HU et al., 2008) em produtos de pescado. No entanto, ainda não há relatos do efeito das lavagens e da inclusão da CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas.

A metodologia do planejamento fatorial associada à análise de superfícies de respostas é uma ferramenta fundamentada na teoria estatística, que fornece informações seguras sobre o processo, minimizando o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro (RODRIGUES e IEMMA, 2005). Moreira (2005) utilizou a metodologia de superfície de resposta para determinar o efeito da adição de proteína isolada de soja e gordura vegetal sobre alguns aspectos tecnológicos de mortadela de tilápia do Nilo. O autor observou que a adição de proteína de soja e gordura vegetal influenciam positivamente na textura e aceitação sensorial, obtendo um produto com formulação otimizada de 10% de gordura vegetal e 1% de proteína isolada de soja.

O objetivo deste estudo foi verificar como as duas variáveis independentes a porcentagem de inclusão (60, 80 e 100%) e o número de lavagens (0, 1 e 2) de CMS de resíduos de filetagem de tilápia afetam as características físico-químicas e sensoriais de salsichas formuladas com esta matéria prima, utilizando planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta.

MATERIAL e MÉTODOS

Matérias-primas

Os resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizados no experimento eram compostos de espinhaços da coluna vertebral sem cabeça, pele e vísceras fornecido por um frigorífico de Buritama/SP. Esses resíduos (150 kg) foram transportados congelados em caixas térmicas até o Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos da USP de Pirassununga e cerca de 24 h antes do processamento foram descongelados. Os resíduos então foram lavados com água, realizado um corte na região abdominal para retirada

do excesso de gordura e passados em uma despoldadora mecânica (HT 250, High Tech) e a CMS obtida, com um rendimento de 53%, foi embalada em sacos plásticos contendo 500g de massa e logo em seguida congelada (-40°C) em um congelador de placas rápido (UCE – 20, Eco). Para a CMS submetida ao processo de lavagem, usou-se 3 partes de água gelada para 1 parte de CMS, homogeneizou-se essa mistura por 2 min e a deixou em repouso por 3 minutos, filtrando em saco de nylon e prensando manualmente até a retirada do excesso de água. Este processo foi repetido mais uma vez para obter a CMS com duas lavagens. Os filés de tilápia congelados (40 kg) foram adquiridos em um frigorífico localizado na cidade de Pirassununga/SP.

Formulações

As formulações foram calculadas para a obtenção de 5 kg de salsicha, com as matérias-primas cárneas variando quanto a inclusão (60, 80 e 100%) e número de lavagens (0, 1 e 2) da CMS. Os demais ingredientes utilizados na confecção das salsichas foram adicionados nas mesmas proporções em todas as formulações, sendo os seguintes: 4% de proteína isolada de soja (Nutrisoy), 2% de fécula de mandioca, 1% de sal, 0,25% de sal de cura (Ibrac), 0,5% de antioxidante (Ibrac), 0,25% de estabilizante (Ibrac), 1% de condimento de salsicha (Kerry) e 1% de cebola natural.

Processamento das salsichas

As matérias-primas cárneas (CMS e filés) foram descongeladas por 24 h a 7°C, pesadas, cominuídas e emulsionadas em *cutter* (Tecmafrig) juntamente com os demais ingredientes por cinco minutos. As temperaturas das massas na saída do *cutter* ficaram em 1°C. Em seguida as emulsões foram embutidas com o auxílio de uma embutidora automática (V25, Sirman) em tripa celulósica com diâmetro de 24 mm (Viscofan), amarradas manualmente e cozidas em estufa (SL 218, Arprotec) com vapor direto por 1 h e 20 min até a temperatura interna atingir 72°C. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água até temperatura interna de 40°C, embaladas a vácuo (MI 60, Selovac) após retirada manual das tripas e estocadas a 0°C até o momento das análises.

Metodologia das análises laboratoriais

Composição química

A composição química das matérias-primas (filé e CMS) e das salsichas foi determinada em triplicada de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1999). A proteína bruta foi

determinada pelo método de micro-Kjeldahl ($N \times 6,25$), gordura extraída com éter de petróleo em um extrator Soxhlet, umidade determinada por gravimetria em estufa a 105°C por 16 horas e o conteúdo de cinzas foi determinado por meio de incineração em mufla a 550°C por 5 horas.

Determinação do pH

O pH das salsichas foi determinado em triplicata utilizando-se 6 salsichas (240 g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master), com o emprego de um peagâmetro com eletrodo de imersão (VDSF, Umwelttechnik) em mistura de 10 g de amostra com 40 ml de água destilada.

Análise de minerais

A análise dos minerais: ferro, magnésio, cálcio e fósforo, potássio e sódio foram realizados em um espectrofotômetro de absorção atômica (modelo AA100) e o resultado foi expresso em mg/100 g. As análises foram realizadas em triplicata nas matérias-primas (filé de tilápia, CMS sem lavar, com uma e duas lavagens) e salsichas, segundo AOAC (1999). Para realização da análise, 2 gramas de cada amostra foram incineradas em mufla (Quimis) a 550°C por 4 horas. Nas cinzas obtidas adicionou-se 20 a 30 ml de HCl 50%. Após repouso de 20 minutos, o volume foi transferido para balão volumétrico de 100 ml e ajustado o volume com água deionizada. Todas as análises de minerais foram realizadas em alíquotas desta solução.

Cor instrumental

A cor instrumental foi determinada em triplicata, utilizando-se 6 salsichas (240 g) de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos (Walita Master), com o emprego de um colorímetro portátil (Miniscan XE, Hunterlab), previamente calibrado com padrão branco e preto antes de cada análise, operando com fonte de luz de D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula de medida de 30 mm. A cor foi expressa utilizando-se os padrões de cor do sistema CIELab – “Comission Internationate de L’Eclairage”: L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha) e b^* (intensidade da cor amarela).

Textura Instrumental

A análise de textura instrumental foi realizada em um texturômetro (TA-XT2i, Stable Micro Systems) previamente calibrado com peso padrão de 5 kg. As salsichas foram

previamente cortadas em fatias de 23 mm de comprimento e comprimidas em até 70% deste tamanho, utilizando um probe de alumínio (SMS P/55) com velocidade do pré-teste, teste e pós-teste de 2,0 mm/s e distância da plataforma de 16 mm, em 10 salsichas de cada tratamento, à temperatura de 25°C de acordo com Bourne (1982). Os parâmetros estudados foram: dureza (g) e mastigabilidade (g x mm).

Avaliação sensorial

Para avaliação sensorial das salsichas, foram realizados testes afetivos de aceitação, em blocos balanceados incompletos, utilizando metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999). Cada provador avaliou 4 amostras de salsichas codificadas com três dígitos, servidas monadicamente em ordem balanceada. Cada tratamento foi avaliado 32 vezes em um total de 56 provadores (37 mulheres e 19 homens) não treinados, com idade variando de 18 a 36 anos. Os atributos sensoriais avaliados foram: sabor, textura, cor, odor e aceitação global utilizando escala hedônica de 9 pontos (1-desgostei muitíssimo a 9-gostei muitíssimo). As salsichas foram aquecidas em água por 2 minutos, cortadas em pedaços de 2 cm de comprimento e servidas juntamente com água na temperatura natural e biscoito de água.

Delineamento experimental e análise estatística

O processamento das salsichas foi estudado mediante um planejamento experimental fatorial completo com duas variáveis independentes (porcentagem de inclusão de carne mecanicamente separada e números de lavagens da carne mecanicamente separada) avaliadas em dois níveis (- e +) e triplicata nos pontos centrais (0), totalizando 7 ensaios. As variáveis dependentes obtidas foram correlacionadas com as independentes de acordo com Rodrigues e Iemma (2005) utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijr} = \beta_0 + \beta_1\chi_{1j} + \beta_2\chi_{2j} + \beta_{12}\chi_{1j}\chi_{2j}$$

Onde: Y_{ijr} = variável dependente ou resposta, β_0 = média geral das respostas, β_1 , β_2 , β_{12} = coeficientes de regressão (metade do valor das estimativas dos efeitos), χ_1 e χ_2 = variáveis codificadas (-1 e 1).

Para a análise estatística foi utilizado o software Statistica 7.0 (Statsoft Co) e os valores codificados e reais estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Planejamento fatorial completo 2² com 3 pontos centrais para o estudo de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens da carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

Ensaio	Lavagem da CMS		Inclusão de CMS	
	Quantidade	Variável codificada	(%)	Variável codificada
1	0	(-1)	60	(-1)
2	2	(+1)	60	(-1)
3	0	(-1)	100	(+1)
4	2	(+1)	100	(+1)
5*	1	0	80	0
6*	1	0	80	0
7*	1	0	80	0

*Pontos centrais

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Composição química e mineral das matérias-primas

A composição química e mineral das matérias-primas filé de tilápia, carne mecanicamente separada (CMS) sem lavar e com uma e duas lavagens se encontram demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química e mineral das matérias-primas^{1, 2} filé de tilápia, carne mecanicamente separada (CMS) sem lavar, com uma lavagem e com duas lavagens

Composição química (%)	Filé de tilápia	Carne mecanicamente separada (CMS)		
		0 Lavagem	1 Lavagem	2 Lavagens
<i>Umidade</i>	84,39±0,29 ^b	81,25±0,74 ^c	81,88±0,20 ^c	87,99±0,09 ^a
<i>Proteína</i>	14,72±0,34 ^a	11,02±0,34 ^b	10,52±0,02 ^b	6,72±0,07 ^c
<i>Lipídeos</i>	0,36±0,14 ^c	6,22±0,25 ^a	5,87±0,07 ^a	3,93±0,03 ^b
<i>Cinzas</i>	0,55±0,02 ^b	0,86±0,06 ^a	0,79±0,01 ^a	0,61±0,02 ^b
Minerais (mg/100g)				
<i>Ferro (Fe)</i>	0,45±0,01 ^b	0,70±0,02 ^a	0,70±0,03 ^a	0,48±0,02 ^b
<i>Magnésio (Mg)</i>	106,94±0,44 ^a	90,93±0,08 ^b	69,03±0,20 ^c	48,41±0,05 ^d
<i>Cálcio (Ca)</i>	31,22±0,20 ^d	95,62±0,10 ^c	141,33±0,03 ^a	127,32±0,09 ^b
<i>Fósforo (P)</i>	78,06±0,03 ^d	151,86±0,42 ^a	132,27±0,07 ^b	104,50±0,11 ^c
<i>Sódio (Na)</i>	49,17±0,02 ^d	117,18±0,04 ^a	83,53±0,19 ^b	64,26±0,13 ^c
<i>Potássio (K)</i>	135,04±0,02 ^a	105,04±0,09 ^b	36,42±0,06 ^c	12,37±0,05 ^d

¹Valores expressos na matéria úmida.

²Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05).

Observa-se que o filé de tilápia apresentou maiores (p<0,05) teores de umidade, proteína, magnésio e potássio que a CMS sem lavagem. Já a CMS sem lavagem apresentou maiores (p<0,05) teores de lipídeos, cinzas, ferro, cálcio e sódio que o filé. Além disso, o processo de lavagem da CMS causou lixiviação (p<0,05) das proteínas, lipídeos, cinzas, ferro, magnésio, fósforo, sódio e potássio e aumento (p<0,05) nos teores de umidade e cálcio.

Composição química das salsichas

Os resultados obtidos para as variáveis dependentes das salsichas elaboradas neste experimento estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Média dos valores experimentais das variáveis dependentes (respostas) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo

Respostas	Ensaio ¹						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Composição química (%)²							
Umidade	71,28	76,46	70,78	77,83	72,26	71,35	72,97
Proteína	17,73	14,86	16,29	12,74	15,76	16,08	15,15
Lípídeos	3,63	1,65	6,11	2,65	4,37	4,69	4,73
Cinzas	3,67	3,35	3,58	3,50	3,39	3,61	3,30
pH	6,79	7,00	6,96	7,12	7,01	7,01	6,95
Composição em minerais (mg/100g)²							
Ferro (Fe)	1,71	1,30	1,47	1,33	1,55	1,75	1,53
Magnésio (Mg)	128,94	96,98	113,95	73,60	102,09	100,29	96,48
Cálcio (Ca)	74,67	84,74	125,64	139,67	102,65	94,56	91,89
Fósforo (P)	169,43	153,01	189,92	157,40	166,46	174,79	156,75
Sódio (Na)	1091,55	1006,33	1082,56	964,36	1033,43	1060,19	993,20
Potássio (K)	136,41	75,33	113,95	26,82	70,19	68,77	63,51
Cor instrumental							
L*	65,39	71,92	64,48	72,59	70,71	70,87	71,00
a*	2,29	1,05	2,29	0,67	1,22	1,33	1,12
b*	14,02	15,29	13,71	12,62	14,12	14,10	14,13
Textura instrumental							
Dureza (g)	3426,00	1787,90	3890,60	1384,80	2607,00	3145,70	2192,20
Mastigabilidade (g x mm)	860,18	396,44	1104,21	195,71	626,66	887,43	529,38
Avaliação sensorial³							
Cor	5,0	4,7	4,6	4,6	5,3	5,3	5,1
Odor	5,6	5,8	5,9	6,2	6,4	5,7	5,7
Textura	6,3	5,3	6,1	4,7	5,2	5,8	5,4
Sabor	6,1	5,8	6,3	5,5	6,4	5,9	5,7
Aceitação global	5,8	5,7	6,1	5,5	6,0	5,7	5,4

¹(T1 = 60% de CMS sem lavagem, T2 = 60% de CMS com duas lavagens, T3 = 100% de CMS sem lavagem, T4 = 100% de CMS com duas lavagens, T5, 6 e 7 = 80% de CMS com 1 lavagem).

²Valores expressos na matéria úmida

³Valores obtidos de uma escala hedônica de 9 pontos (1=desgostei muitíssimo a 9=gostei muitíssimo).

As lavagens da CMS de resíduos de filetagem de tilápia causaram diminuição ($p < 0,05$) (Tabela 4) nos teores de proteína (16,29 para 12,74%), aumento no teor de umidade (70,78 para 77,83%) e no valor de pH (6,8 para 7,1) das salsichas formuladas com 100% de CMS sem lavar ou com duas lavagens, respectivamente (Tabela 3 e Figura 1a, b e c). Os teores de lipídeos foram significativos ($p < 0,05$) ao modelo proposto (Tabela 4), porém o estudo apresentou baixa relação F_{cal}/F_{tab} (Tabela 5), portanto o modelo matemático não foi considerado preditivo (RODRIGUES e IEMMA, 2005). O teor de cinzas nas salsichas não variou ($p > 0,05$) com a porcentagem de inclusão e lavagem da CMS.

A diminuição nos teores de proteína das salsichas com o aumento do número de lavagens da CMS se deve ao fato deste processo lixiviar as proteínas sarcoplasmáticas, nitrogênio não protéico (NNP) e conseqüentemente diminuir a porcentagem de proteína total do produto (PARK e LIN, 2005). Estes dados podem ser corroborados em trabalhos realizados com CMS de tilápia do Nilo (GRYSCHEK et al., 2003), “catfish”, *Ictalurus punctatus*, (WILES e GREEN, 2004) e surimi de tilápia do Nilo (MARCHI, 1997). No entanto, a perda de proteínas pode causar comprometimento das propriedades funcionais, pois as proteínas são os principais agentes emulsificantes em embutidos cárneos (HEDRICK, 1994). Já o aumento da umidade da CMS, com o incremento das lavagens, pode estar relacionado ao fato do ajuste da umidade da CMS ter sido realizada de maneira manual, sem o auxílio de centrífugas ou prensas, havendo portanto maior dificuldade de retirada do excesso de água contida na carne (NEGBENEBOR et al., 1999). Em estudos com CMS de diversas espécies, tais como: tilápia do Nilo (GRYSCHEK et al., 2003), tilápia vermelha, *Oreochromis sp.* (GRYSCHEK et al., 2003), jaraqui, *Semaprochilodus spp.*, piranha preta, *Serrasalmus rhonbeus*, (SILVA e JESUS, 2001) “rockfish”, *Sebastes melanops* (ADU et al., 1983) e frango (PERLO et al., 2006), nos quais também foram efetuados ajuste manual da umidade, se observou aumento da umidade após a lavagem da CMS. Este fato pode ter conseqüências indesejáveis, pois propicia ataque microbiano e mudanças nas características físico-química dos produtos subseqüentes. A variação do pH, aparentemente, não comprometeu a emulsão das salsichas, pois segundo Lee (1984), o pH ótimo da carne de pescado para que se tenha o máximo de retenção de água é entre 6,5 a 7,0.

A Legislação Brasileira coloca que salsichas comuns, elaboradas com carne bovina, suína ou de aves, devem apresentar os seguintes valores de composição química: umidade máxima de 65%, proteína mínima de 12% e lipídeo máximo de 30% (BRASIL, 2000). Portanto, de acordo com a Legislação, todos os tratamentos em estudo atenderam as exigências em proteína e lipídeo, porém apresentaram valores mais altos de umidade que o permitido pela legislação. Vale ressaltar que não existe ainda no Brasil uma legislação específica para produto cozido tipo salsicha à base de pescado.

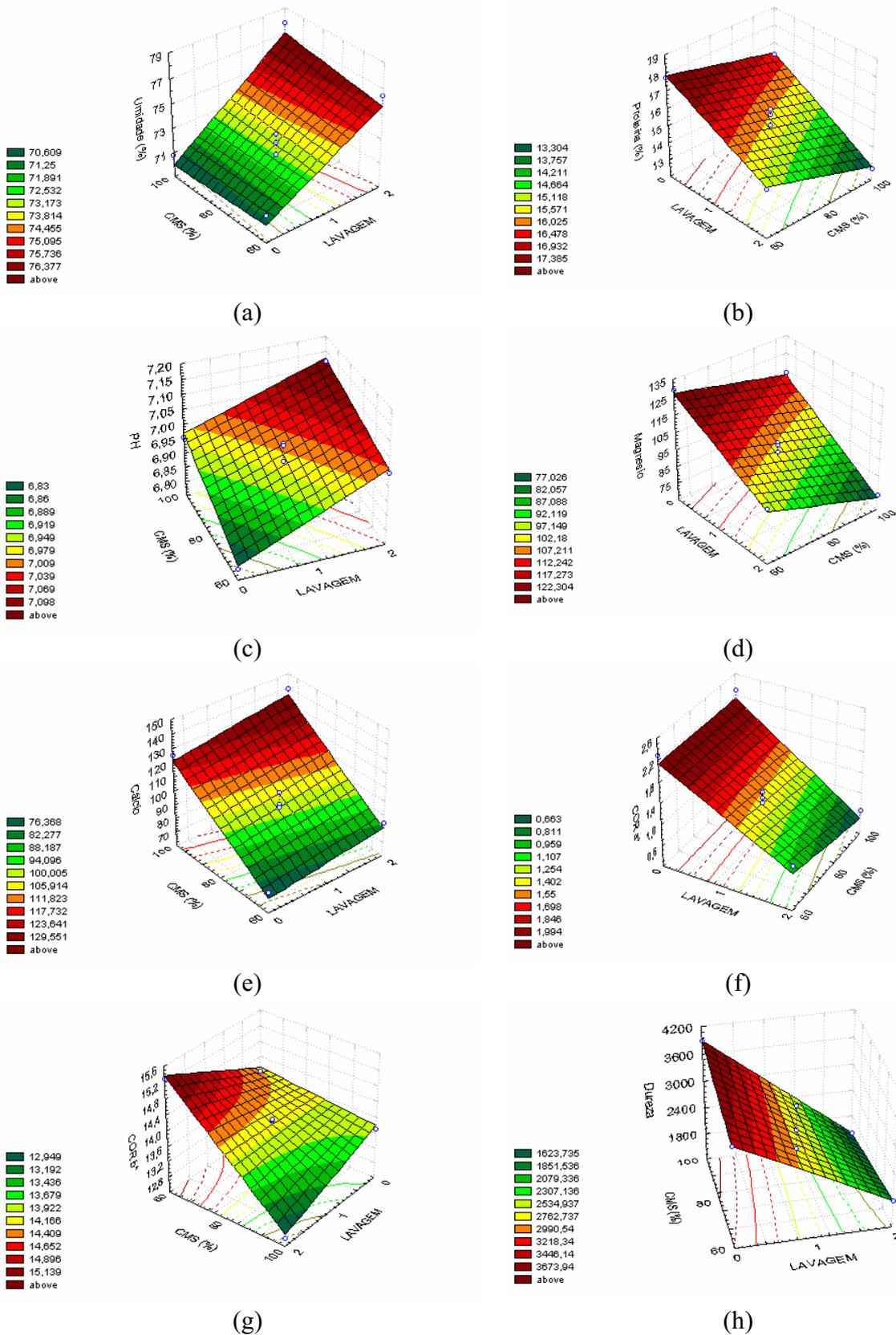


Figura 1 - Gráficos de superfície de resposta dos teores de umidade (a), proteína (b), pH (c), magnésio (d), cálcio (e), a^* (f), b^* (g) e dureza (h) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

Tabela 4 – Análise de variância do desenho experimental para salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

Resposta	Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste <i>F</i>	
					<i>F</i> calc	<i>F</i> tab
Umidade (%)	Regressão	38,441	1	38,441	25,64	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	7,496	5	1,499		
	Falta de ajuste	6,165	3			
	Erro puro	1,331	2			
	Total	45,937	6			
Proteína (%)	Regressão	13,590	1	13,590	119,21	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	0,570	5	0,114		
	Falta de ajuste	0,116	3			
	Erro puro	0,454	2			
	Total	14,160	6			
Lipídeo (%)	Regressão	10,966	2	5,483	10,42	6,94 (F 95%, 2,4)
	Resíduos	2,106	4	0,526		
	Falta de ajuste	2,031	2			
	Erro puro	0,075	2			
	Total	13,072	6			
pH	Regressão	0,056	1	0,056	93,3	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	0,030	5	6,0E-4		
	Falta de ajuste	0,001	2			
	Erro puro	0,002	2			
	Total	0,059	6			
Mg (mg/100g)	Regressão	1692,816	2	846,408	83,60	6,94 (F 95%, 2,4)
	Resíduos	40,496	4	10,124		
	Falta de ajuste	24,083	2			
	Erro puro	16,413	2			
	Total	1733,312	6			
Ca (mg/100g)	Regressão	2952,734	1	2952,734	64,78	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	227,903	5	45,581		
	Falta de ajuste	165,101	3			
	Erro puro	62,802	2			
	Total	3180,637	6			
K (mg/100g)	Regressão	6919,803	2	3459,901	18,33	6,94 (F 95%, 2,4)
	Resíduos	754,934	4	188,733		
	Falta de ajuste	730,175	2			
	Erro puro	24,759	2			
	Total	7674,737	6			
L*	Regressão	54,189	2	27,094	12,26	6,94 (F 95%, 2,4)
	Resíduos	8,840	4	2,21		
	Falta de ajuste	8,797	2			
	Erro puro	0,043	2			
	Total	63,029	6			
a*	Regressão	2,128	1	2,128	45,28	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	0,236	5	0,047		
	Falta de ajuste	0,215	2			
	Erro puro	0,021	2			
	Total	2,364	6			
b*	Regressão	3,641	3	1,213	48,52	9,28 (F 95%, 3,3)
	Resíduos	0,074	3	0,025		
	Falta de ajuste	0,074	1			
	Erro puro	3,6E-4	2			
	Total	3,715	6			
Dureza (g)	Regressão	4482207,3	1	4482207,3	48,9	6,61 (F 95%, 1,5)
	Resíduos	458252,5	5	91650,5		
	Falta de ajuste	1155,9	3			
	Erro puro	457096,6	2			
	Total	4940459,8	6			

Tabela 5 – Coeficiente de regressão, relação F calculado e tabelado e coeficiente de determinação (R^2) dos valores experimentais das variáveis dependentes (respostas) de salsichas formuladas com diferentes porcentagens de inclusão e lavagens de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo

Resposta	Relação Fcal/Ftab	Coeficiente de regressão	R^2
Composição química (%)			
Umidade	3,9	Umidade = $73,276 + 3,057NL^1$	0,84
Proteína	18,0	Proteína = $15,5157 - 1,6060NL$	0,96
Lípido	1,5	NP ²	0,84
Cinzas	-	NS ³	-
pH	14,11	pH = $6,976 + 0,092NL$	0,95
Composição em minerais (mg/100 g)			
Ferro (Fe)	-	NS	-
Magnésio (Mg)	12,0	Mg = $101,764 - 18,077NL - 9,592CMS$	0,98
Cálcio (Ca)	9,8	Ca = $101,973 + 26,475CMS$	0,93
Fósforo (P)	-	NS	-
Sódio (Na)	-	NS	-
Potássio (K)	2,6	NP	0,90
Cor instrumental			
Luminosidade (L*)	1,8	NP	0,86
Intensidade de vermelho (a*)	6,8	$a^* = 1,423 - 0,717NL$	0,90
Intensidade de amarelo (b*)	5,2	$b^* = 13,999 + 0,045NL - 0,748CMS - 0,590NL*CMS$	0,98
Textura instrumental			
Dureza (g)	7,4	Dureza = $2633,442 - 1035,983NL$	0,91
Mastigabilidade (g x mm)	-	NS	-
Avaliação sensorial			
Cor	-	NS	-
Odor	-	NS	-
Textura	-	NS	-
Sabor	-	NS	-
Aceitação Global	-	NS	-

¹NL – Número de lavagens

²NP - Não preditivo, pois a relação Fcal/Ftab é menor que 3 (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

³NS - não significativo ($p > 0,05$).

Composição em minerais das salsichas

A carne de pescado é rica em minerais. O conteúdo total se encontra entre 0,6 a 2,0% da composição química da carne e a concentração pode variar de acordo com a espécie, sexo, idade, zona do corpo e tipo do músculo (claro ou escuro) amostrado (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; ZAITSEV et al., 2004). Além disso, fatores tecnológicos como a obtenção e a lavagem da CMS também podem causar mudanças na composição dos minerais.

Os teores de ferro, fósforo e sódio das salsichas não variaram ($p > 0,05$) com as lavagens e porcentagem de inclusão da CMS, apresentando valores nas faixas de 1,3 a 1,75 mg/100g, 153,01 a 189,92 mg/100g e 964,36 a 1091,55 mg/100g de amostra, respectivamente (Tabela 3). Já o teor de potássio variou significativamente ($p < 0,05$) (Tabela 4), porém a relação F_{cal}/F_{tab} foi baixa (< 3) (Tabela 5), portanto o modelo não foi considerado preditivo (26,82 a 136,41 mg/100g da amostra) (Tabela 3) (RODRIGUES e IEMMA, 2005). Os teores destes minerais, foram próximos aos encontrados em “nuggets” de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo: ferro (1,60 mg/100g), fósforo (151,10 mg/100g), potássio (27,39 mg/100g) (KIRSCHNIK, 2007). No entanto, o teor de sódio dos “nuggets” (KIRSCHNIK, 2007) foi maior (1420,37 mg/100g) que o encontrado nas salsichas do presente estudo. Isto se deve ao fato de ter sido adicionado aos “nuggets” 2% de sal e 0,75% de condimento industrial em relação às salsichas, onde foi adicionado 1% de sal, 1% de condimento industrial e 0,25% de sal de cura, sendo considerado um fator positivo, pois o sal (NaCl), quando ingerido em excesso, pode contribuir com uma série de problemas fisiológicos (SGARBIERI, 1987).

As salsichas apresentaram diminuição ($p < 0,05$) (Tabela 4) no teor de magnésio com o aumento da inclusão de 60% (128,94 mg/100g) para 100% de CMS (113,95 mg/100g), e de zero (113,95 mg/100g) para 2 lavagens da CMS (73,60 mg/100g) (Tabela 3 e Figura 1d). Isto pode ter ocorrido devido a CMS possuir menor teor de magnésio (90,93 mg/100g) que o filé de tilápia (106,94 mg/100g) (Tabela 2). Já as lavagens da CMS podem ter causado lixiviação deste mineral. Gryscek et al. (2003) também observaram maior teor de magnésio na CMS sem lavar (27,22 mg/100g) do que na CMS lavada (15,01 mg/100g). Em “nuggets” de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo lavado foi encontrado valor mais baixo no teor de magnésio (12,69 mg/100g) que nas salsichas do presente estudo (KIRSCHNIK, 2007).

O teor de cálcio das salsichas aumentaram ($p < 0,05$) (Tabela 4) de 74,67 para 125,64 mg/100g, com a adição de 60 a 100% de CMS, respectivamente (Tabela 3 e Figura 1e). Isto se deve provavelmente ao fato do processo de obtenção da CMS incorporar junto à massa pequenos fragmentos de ossos, e, quanto maior a quantidade de CMS em salsichas maior o teor de cálcio. Kirschnik (2007) encontrou maior quantidade de cálcio em CMS de resíduos

de filetagem de tilápia do Nilo, (80,80 mg/100g) em relação à CMS de tilápia do Nilo inteira eviscerada (49,66 mg/100g). Segundo o autor, isto teria ocorrido devido a maior proporção de espinhos presentes nos resíduos em relação ao pescado inteiro eviscerado. Ainda, os “nuggets” elaborados com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo por este autor apresentaram quantidade menor de cálcio (37,86 mg/100g) que as salsichas do presente estudo. A Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) permite que o teor de cálcio máximo em salsichas comuns seja de 0,9% (expressos na base seca), portanto de acordo com a legislação, todas as salsichas do presente experimento estiveram dentro dos padrões (<0,63%).

Cor instrumental das salsichas

As lavagens da CMS causaram aumento ($p < 0,05$) (Tabela 4) nos valores de luminosidade (L^*) das salsichas. No entanto, o estudo apresentou baixa relação F_{cal}/F_{tab} (1,8) (Tabela 5), sendo, portanto o modelo matemático considerado não preditivo (RODRIGUES e IEMMA, 2005). Este aumento nos valores de L^* das salsichas com as lavagens da CMS já era esperado, pois geralmente quando se faz a lavagem da CMS, substâncias solúveis, dentre elas os pigmentos, são removidos, tornando o produto mais claro (BORDEIRAS e TEJADA, 1987; PERLO et al., 2006).

Os valores de intensidade da coloração vermelha (a^*) das salsichas foram baixos, variando de 0,67 a 2,29, devido à carne da tilápia possuir coloração clara. As lavagens da CMS causaram diminuição ($p < 0,05$) (Tabela 4) nos valores de a^* (2,29 para 0,67) em salsichas formuladas com até 100% de CMS (Tabela 3 e Figura 1f). Este fato foi ocasionado pela lixiviação de restos de sangue que estavam aderidos junto à CMS, durante o processo de lavagem.

A porcentagem de inclusão (60 a 100%) e número de lavagens da CMS (0 a 2) causaram diminuição ($p < 0,05$) (Tabela 4) nos valores de intensidade de coloração amarelo (b^*) das salsichas (14,02 para 13,71 e 13,71 para 12,62, respectivamente) (Figura 1g). A diminuição nos valores de b^* com o aumento da inclusão da CMS pode ser explicada pelo fato do filé apresentar coloração clara e o CMS apresentar coloração mais acinzentada (avaliação visual). Portanto a coloração das salsichas elaboradas com maiores quantidades de filé apresentavam coloração mais parecida aos ingredientes não cárneos utilizados na elaboração das salsichas, que dentre eles o mais utilizado era a proteína isolada de soja (4%), que possuía coloração amarelada. Já as salsichas elaboradas com maiores quantidades de CMS a permanência foi a coloração acinzentada, parecida com a matéria-prima CMS. Desmond e Kenny (1998) também observaram diminuição de b^* com a inclusão de 0% (11,4) a 15% (10,4) de surimi de

coração bovino em salsichas comuns. Em salsichas de filé de tilápia do Nilo, Moreira (2005) encontrou valor de b^* (12,54) próximo às salsichas elaboradas com 100% de CMS submetida a duas lavagens (12,62).

Textura instrumental das salsichas

As lavagens da CMS causaram diminuição ($p < 0,05$) (Tabela 4) na dureza das salsichas (3890,60 g com CMS sem lavar para 1384,80g com duas lavagens) (Tabela 3 e Figura 1h). Em produtos elaborados com CMS de “catfish”, *Ictalurus punctatus* (WILES e GREEN, 2004) e frango (LI et al., 1998) também foi observado diminuição da dureza após a lavagem. Segundo estes autores, isto ocorre principalmente quando a umidade do produto após a lavagem se torna maior do que na matéria-prima, proporcionando menor porcentagem de proteína e conseqüentemente maior maciez. Já os valores de mastigabilidade das salsichas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) com o aumento da porcentagem de inclusão e lavagem da CMS (195,71 a 1104,21 g x mm).

Avaliação sensorial das salsichas

Os atributos sensoriais não foram significativos ($p > 0,05$) ao modelo proposto. Este fato deve-se provavelmente à baixa repetibilidade nos pontos centrais do modelo de superfície (ensaios 5, 6 e 7) (Tabela 3). Portanto, para melhor entendimento das preferências dos atributos sensoriais, elaboraram-se diagramas de aceitação, considerando as respostas obtidas acima de 5 (não gostei/nem desgostei) como aceitação, abaixo de 5 como rejeição e igual a 5 como neutro (Figura 2).

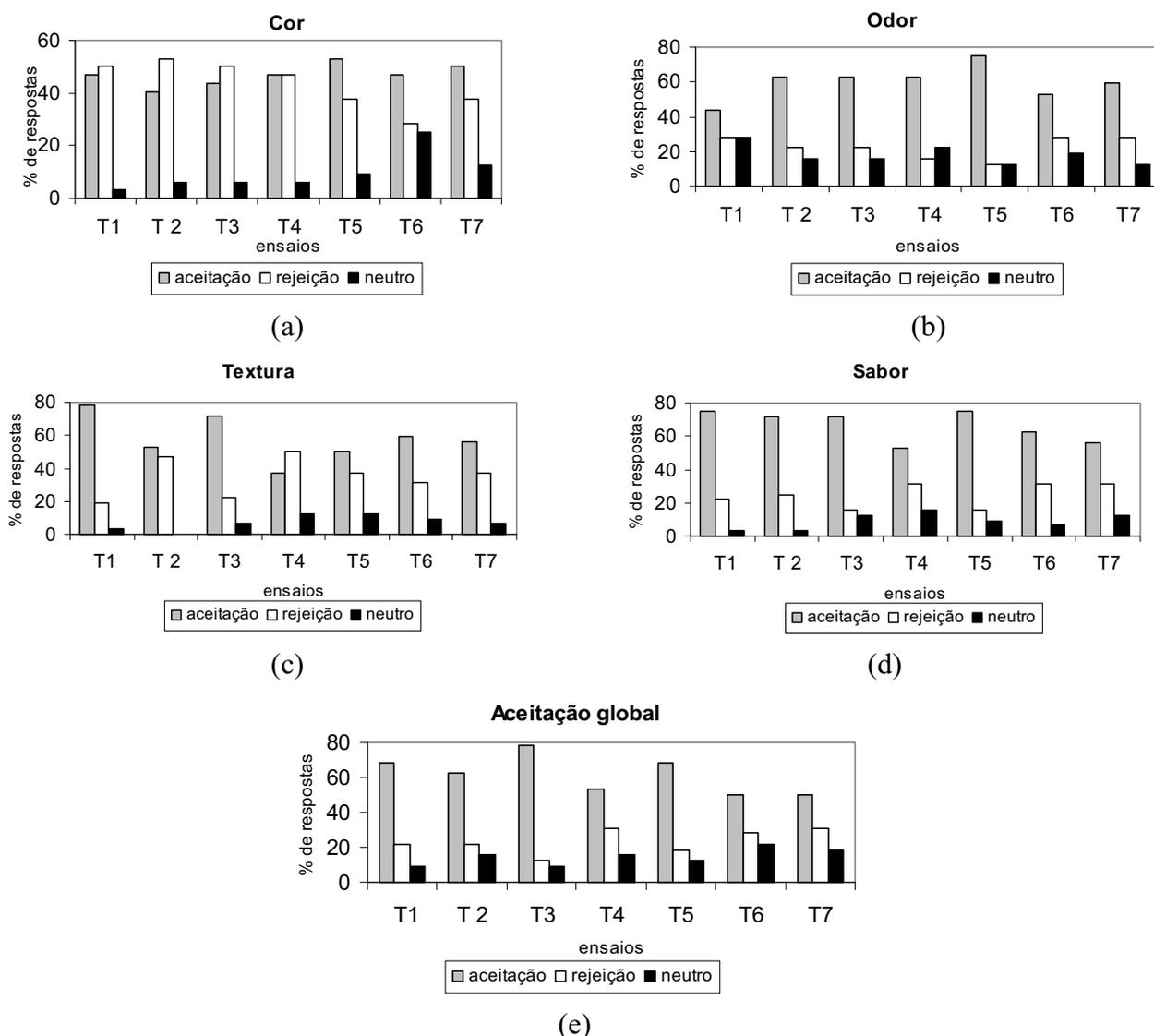


Figura 2 - Histogramas da avaliação dos atributos sensoriais de cor (a), odor (b), textura (c), sabor (d) e aceitação global (e) das salsichas experimentais (T1 = 60% de CMS sem lavagem, T2 = 60% de CMS com duas lavagens, T3 = 100% de CMS sem lavagem, T4 = 100% de CMS com duas lavagens, T5, 6 e 7 = 80% de CMS com 1 lavagem)

A avaliação do atributo sensorial cor não foi muito bem aceite pelos provadores, apresentando média geral de 4,9 (desgostei moderadamente) (Tabela 3). Isto pode ter ocorrido devido os provadores estarem acostumados com a coloração avermelhada das salsichas comerciais e quando observavam as salsichas de CMS de resíduos de filetagem de tilápia, muito provadores comentaram que elas estavam com colorações muito claras (aquelas elaboradas com CMS lavada) ou então muito escuras (aquelas elaboradas com CMS não lavada). Os melhores resultados foram obtidos com salsichas formuladas com 80% de CMS com 1 lavagem (53,12% de aceitação e 37,5% de rejeição), seguido do tratamento com 100% de CMS com 2 lavagens (46,9% de aceitação e 46,9% de rejeição). Já os tratamentos com

60% de CMS sem lavagem e 2 lavagens, e 100% de CMS sem lavagem apresentaram os menores valores de aceitação (46,9%, 40,6% e 43,8%, respectivamente) em relação a rejeição (50,0%, 53,1% e 50,0%, respectivamente) (Figura 2a). O presente estudo está de acordo com Bordeiras e Tejada (1987) que reportaram que a lavagem da CMS melhora a aceitação dos produtos elaborados a partir desta matéria-prima.

O atributo sensorial odor das salsichas apresentou média geral de 5,9 (nem gostei/nem desgostei) (Tabela 3) e foi mais aceito do que rejeitado pelos provadores. Os melhores resultados foram obtidos com 80% de CMS com 1 lavagem (75,0% de aceitação e 12,5% de rejeição), seguidos de 100% de CMS com 2 lavagens (62,5% de aceitação e 15,6% de rejeição) (Figura 2b). Novamente os tratamentos mais aceitos foram aqueles onde houve lavagem da CMS. Isto pode indicar que os provadores preferiram as salsichas que possuíam odor menos acentuado de pescado, pois o processo de lavagem proporciona diminuição dos principais compostos voláteis (aminas, ácidos orgânicos, compostos carbonílicos e sulfurosos) que são os principais responsáveis pelo odor característico de pescado (LEE, 1984).

A avaliação da textura sensorial das salsichas apresentou média geral de 5,5 (nem gostei/nem desgostei) (Tabela 3). Em experimento com salsicha de filé de tilápia do Nilo os provadores também foram indiferentes com relação a textura (4,2 = não gostei/nem desgostei, em uma escala de sete pontos) (MOREIRA, 2005). Os melhores resultados de textura sensorial foram obtidos em salsichas formuladas com 60% de CMS sem lavagem (78,1% de aceitação e 18,8% de rejeição) seguida de 100% de CMS sem lavagem (71,9% de aceitação e 21,9% de rejeição). Já as salsichas que apresentaram as menores notas foram formuladas com 100% de CMS submetido a duas lavagens (37,5% de aceitação e 50,0% de rejeição) (Figura 2c). O processo de lavagem da CMS causou diminuição da dureza das salsichas (Figura 1h) e na aceitação, tornando a consistência das salsichas mais macias. Esta diminuição das notas pode estar relacionada ao fato das salsichas formuladas com CMS submetida a lavagem possuir provavelmente textura mais macia que as salsichas comuns.

O sabor das salsichas foi aceito moderadamente pelos provadores, apresentando média de 6,0 (gostei ligeiramente) (Tabela 3). Estes resultados estão de acordo com o encontrado para salsichas de filé de tilápia onde também foi observada aceitação moderada para este atributo sensorial (5,3 = gostei ligeiramente, em uma escala de 7 pontos) (MOREIRA, 2005). Os tratamentos preferidos foram aqueles formulados com 80% de CMS com 1 lavagem (75% de aceitação e 15,6% de rejeição) e 60% de CMS sem lavagem (75% de aceitação e 21,9% de rejeição). Já as salsichas do tratamento formulado com 100% de CMS submetida a duas

lavagens (53,1% de aceitação e 31,3% de rejeição) foram consideradas menos saborosas (Figura 2d).

A média da aceitação global das salsichas foi de 5,7 (nem gostei/nem desgostei) (Tabela 3). Estes resultados de aceitação moderada das salsichas elaboradas com CMS de resíduos de filetagem pode ser resultado da dificuldade de aceitação por parte dos consumidores de produtos novos, diferente dos comumente comercializados. Os tratamentos mais aceitos globalmente foram os formulados com 100% (78,1% de aceitação e 12,5% de rejeição) e 60% de CMS sem lavar (68,8% de aceitação e 21,9% de rejeição), seguido do tratamento com 80% de CMS e 1 lavagem (68,8% de aceitação e 18,8% de rejeição) (Figura 2e).

CONCLUSÕES

Salsichas de boa qualidade são obtidas quando adicionado 60 a 100% de CMS de resíduos de filetagem sem lavar. Estes resultados são positivos, pois a lavagem da CMS causa perda de compostos nutricionais além de gerar maior quantidade de resíduos destinados ao sistema de tratamento de efluentes. Este fato facilita também a inclusão de pequenos produtores no processamento de salsichas, devido a menor quantidade de equipamentos necessários para o processamento. No entanto, quando se faz a lavagem da CMS, ocorrem moderadas melhorias na cor e odor dos produtos, apesar destes atributos poderem ser modificados com a adição de corantes e substâncias odoríferas nas salsichas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor e à empresa Tilápia do Brasil pela doação dos resíduos de filetagem de tilápia utilizados no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADU, G.A.; BABBITT, J.K.; CRAWFORD, D.L. Effect of washing on the nutritional and quality characteristics of dried minced rockfish flesh. **Journal of Food Science**, v.48, p.1053-1055, 1983.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16 ed., Patricia Cunniff (editorial), Washington, DC, 1141pp, 1999.

BORDEIRAS, A.J.; TEJADA, M. El "surimi". **Revista Agroquímica Tecnológica Alimentaria**, v.27, n.1, 1987.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press, 1982, 325p.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar.2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial**, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.

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

DALEY, L.H.; DENG, J.C.; OBLINGER, J.L. Stability of refrigerated mullet sausage. **Journal of Food Science**, v.44, p. 883-891, 1979.

DESMOND, E.M.; KENNY, T.A. Preparation of Surimi-like extract from beef hearts and its utilisation in frankfurters. **Meat Science**, v.50, n.1, p.81-89, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **State of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper 500. Rome, 2006.

GARCIA, A.; IZQUIERDO, P.; UZCATEGUI-BRACHO, S.; FARIA, J.; ALLARA, M.; GARCIA, A.C. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. **Revista Científica, FCV-LUZ**, v.15, n.3, p.272-278, 2005.

GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red O. Niloticus) males. **Aquaculture Research**, v.34, p.1023 a 1028, 2003.

GRYSCHKEK, S.F.B.; OETTERER, 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.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; LUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**, 3º ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1994. 354p.

HU, Y.; XIA, W.; GE, C. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. **LWT**, v.41, p.730-738, 2008.

KELLEHER, S.D.; SILVA, L.A.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Inhibition of lipid oxidation during processing of washed, minced atlantic mackerel. **Journal of Food Science**, v.57, n.5, 1992.

KIRSCHNIK, P.G.; VIEGAS, E.M.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2008 (no prelo).

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**, Jaboticabal, 2007,

92f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP, 2007.

LANIER, T.C. Functional properties of surimi. **Food Technology**, p.107-124, 1986.

LEE, C.M. Surimi process technology. **Food Technology**, p. 69-80, 1984.

LI, R.; CARPENTER, J.A.; CHENEY, R. sensory and instrumental properties of smoked sausage made with mechanically separated poultry (MSP) meat and wheat protein. **Journal of Food Science**, v.63, n.5, 1998.

MARCHI, J.F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus***. Viçosa: UFV, 1997. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 1997.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, T.B. **Sensory evaluation techniques**, 3rd edition. Boca Raton: CRC Press, 387p. 1999.

MOREIRA, R.T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. Campinas: UNICAMP, 2005. s.n. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 2005.

NEGBENEBOR, C.A.; GODIYA, A.A.; IGENE, J.O. Evaluation of *Clarias anguillaris* treated with spice (*Piper guineense*) for washed minced and kamaboko-type product. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.315-322, 1999.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, A.A.Z.C; GRYSCHKEK, S.B. **Tecnologias emergentes para o processamento do pescado produzido em piscicultura**. In: Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

PARK, E.Y.; BREKKE, C.J.; BRANEN, A.L. Use of pacific hake (*Merluccius productus*) in a frankfurter formulation. **Journal of Food Science**, v.43, p.1637-1645, 1978.

PARK, J.W.; LIN, T.M.J. **Surimi: Manufacturing and Evaluation** In: Surimi and Surimi Seafood, PARK, J.W. 2º ed. Taylor & Francis Group, CRC, 2005, London, 923p.

PERLO, F.; BONATO, P.; TEIRA, G.; FABRE, R.; KUEIDER, S. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets with washed mechanically deboned chicken meat: Research note. **Meat Science**, v.72, p.785-788, 2006.

RADO, E.; OBA, R.S. Aspectos microbiológicos de los embutidos de pescado almacenado a 5°, 20° e 30°C. **Boletim de Investigación (Instituto Tecnológico Pesquero del Peru)**, v.2, n.1, p.89-95, 1984.

RAHMAN, M.S.; AL-WAILI, H.; GUIZANI, N.; KASAPIS, S. Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability. **Fisheries Science**, v.73, p.1166-1176, 2007.

RAVISHANKAR, C.N.; SETTY, T.M.R.; SHETTY, T.S. Method for the preparation of sausages of acceptable quality from Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) and their shelf-life at different storage temperatures. **Food Control**, v.3, n.3, 1992.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: Uma Estratégia Sequencial de Planejamento**. Campinas/SP: Casa do Pão, 2005. 326p.

SETIADY, D.; LIN, M.; YOUNCE, F.; RASCO, B. A. Incorporation of minced trout (*Oncorhynchus mykiss*) into egg-based noodles. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.31, p.480-491, 2007.

SGARBIERI, V. **Alimentação e Nutrição: Fator de Saúde e Desenvolvimento**. Campinas/São Paulo. Editora da Unicamp, 1987. 387p.

SILVA, M.A.B.; JESUS, R.S. Alterações na composição química e capacidade de formação de gel em “minced fish” lavado e não lavado de peixes de água doce da amazônia. In: XII CONBEP, Congresso brasileiro de Engenharia de Pesca, 12, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**

SINI, T.K.; SANTHOSH, S.; JOSEPH, A.C.; RAVISANKAR, C.N. Changes in the characteristics of rohu fish (*Labeo rohita*) sausage during storage at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.32, p.429-442, 2008.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.37, n.2, p.59-64, 2003.

TSEO, C.L.; J.C. DENG; CORNELL, A.I.; KHURI, A.I.; SHMIDT, R.H. Effect of washing treatment on quality of minced mullet flesh. **Journal of Food Science**, v.48, p.163-167, 1983.

WILES, J.L.; GREEN, B.W. Texture profile analysis and composition of a minced catfish product. **Journal of Texture Studies**, v.35, p.325-337, 2004.

YOON, K.S.; LEE, C.M.; HUFNAGEL, L.A. Effect of washing on the texture and microstructure of frozen fish mince. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.294-298, 1991.

ZAITSEV, V.; KIZEVETTER, I.; LAGUNOV, L.; MAKAROVA, T.; MINDER, L.; PODSEVALOV, V. **Fish Curing and Processing**. Honolulu/Hawaii: University Press of the Pacific, 2004. 737p.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com o exposto neste trabalho a CMS dos resíduos de filetagem de tilápia do Nilo pode ser usada com matéria-prima na elaboração de salsichas. As salsichas apresentaram boa qualidade nutricional devido ao bom balanço de aminoácidos, digestibilidade próxima de 90%, altos teores de proteína e baixos teores de lipídeos. Os atributos sensoriais de sabor, textura e odor foram bem aceitos pelos provadores, tendo como melhores resultados as salsichas formuladas com 60% de CMS. O atributo sensorial de cor, no entanto, apresentou diminuição da aceitação com a inclusão crescente de CMS. Isto se explica provavelmente pelo fato da CMS apresentar coloração acinzentada e provadores não estarem acostumados com salsichas de coloração mais acinzentadas (aquelas elaboradas com maiores quantidades de CMS), pois as comumente comercializadas, que são elaboradas de outras carnes, apresentam a coloração mais avermelhada.

A vida de prateleira das salsichas, quando mantidas a 0°C, foi de até 40 dias, demonstrado por meio dos valores de TBARS, BNV, cor instrumental e avaliação sensorial, que se mantiveram constantes ao longo do período de estocagem. As bactérias aeróbias psicotróficas, no entanto, se multiplicaram durante o período de estocagem, porém não interferindo na avaliação sensorial.

A avaliação da desnaturação das proteínas pelo método de DSC mostrou que o processo de obtenção da CMS causa maior desnaturação das proteínas miofibrilares do que o processo de filetagem. Tal fato pode explicar porque salsichas com maiores níveis de inclusão de CMS e menores de filé apresentaram maior maciez, diminuindo a estabilidade da emulsão. Pois, para que se tenha uma emulsão estável, as proteínas miofibrilares necessitam estar nativas até o momento de serem desnaturadas durante o processamento das salsichas. Esta análise também mostrou que os ingredientes utilizados durante o processo de emulsão causam proteção das proteínas e que elas se apresentam totalmente desnaturadas após o cozimento das salsichas por 1 h e 20 min e temperatura final de 72°C.

Observou-se que o processo de lavagem da CMS antes da elaboração de salsichas causou perda de nutrientes e pigmentos, além de diminuição da dureza, apesar de melhorar moderadamente aspectos de odor e sabor destes produtos, concluindo-se que a CMS não necessita ser submetida aos ciclos de lavagens antes de ser usada como matéria-prima na elaboração das salsichas. Frente a estas conclusões, novos experimentos devem ser conduzidos para:

- melhorar aspectos sensoriais de cor, com o uso de pigmentos naturais nas salsichas.
- prolongar a vida de prateleira das salsichas, com o uso de ácidos orgânicos na massa cárnea ou aspersão na superfície das salsichas já cozidas, embalagem em atmosfera modificada, esterilização em autoclave, ou o uso de novas tecnologias como a de alta pressão hidrostática.
- avaliar a composição química dos resíduos de filetagem de tilápia durante as diferentes épocas do ano, para tentar padronizar melhor a CMS proveniente destes resíduos de filetagem, e assim obter salsichas com menores variações no seus atributos sensoriais ao longo do ano.

ANEXO 1 – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de salsichas formuladas com diferentes níveis de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo

Nome : _____ **Data:** ___/___/___

Ficha nº

Idade: _____ **Sexo:** masculino () feminino ()

1. Por favor, utilizando a escala a abaixo avalie cada amostra de SALSICHA DE TILÁPIA e marque o quanto você gostou ou desgostou do produto com relação aos seguintes atributos:

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei / nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

AMOSTRA N°						
Cor						
Odor						
Textura						
Sabor						
Qualidade Global						

2. Indique com suas palavras o que você gostou mais ou menos de cada SALSICHA avaliada

AMOSTRA N°	Gostei mais	Gostei Menos

ANEXO 2 – Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da CSE-FMRP-USP



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO CENTRO DE SAÚDE ESCOLA DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 13 de abril de 2006.

OF. N°186/06/COORD.CEP/CSE-FMRP-USP

Senhora Professora,

Vimos na presente oportunidade comunicar que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Saúde Escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo-CEP/CSE-FMRP-USP, em sua 48ª reunião ordinária, realizada em 11 de abril de 2006, analisou e apreciou o parecer do Senhor Relator, referente ao Projeto de Pesquisa: "Desenvolvimento de Tecnologia para elaboração de salsicha a partir de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*", Protocolo: 0190/CEP/CSE-FMRP-USP, que está sendo orientado por V.Sª e pelo orientando Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho, **foi Aprovado**.

Lembramos que em atendimento à Resolução 196/96, deverá ser encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa o relatório final da pesquisa .

Sendo o que tínhamos para o momento, despedimo-nos.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Laércio Joel Franco
Coordenador do CEP/CSE-FMRP-USP

Ilma. Sra.
Prof.ª Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP