

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Coprodutos da reciclagem seletiva de resíduos do
processamento da tilápia híbrida vermelha**

Marcia Mayumi Harada Haguiwara

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2016**

Marcia Mayumi Harada Haguiwara
Médica Veterinária

**Coprodutos da reciclagem seletiva de resíduos do processamento da
tilápia híbrida vermelha**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Profa. Dra. **MARILIA OETTERER**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Ciência e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Haguiwara, Marcia Mayumi Harada

Coprodutos da reciclagem seletiva de resíduos do processamento da tilápia híbrida vermelha / Marcia Mayumi Harada Haguiwara. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

142 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Tilápia híbrida vermelha 2. Resíduos 3. CMS de pescado 4. Vida útil 5. Coprodutos
6. Reestruturado I. Título

CDD 664.94
H147c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

*Ao meus filhos Guilherme e Julia e meu esposo Gilberto
Aos meus pais Tereza e Hatiro (in memoriam)*

AGRADECIMENTOS

À ESALQ, através do corpo docente e administrativo, pela oportunidade de participar do programa de doutorado.

À Prof. Dra Marília Oetterer, pela orientação e eternos ensinamentos .

Ao Centro de Tecnologia de Carnes - CTC/ITAL, pela infraestrutura disponibilizada para a execução experimental do projeto.

Às coordenadoras do CTC, Dra Ana Lucia da Silva C. Lemos e Dra. Eunice Yamada, pela liberação para desenvolver o doutorado.

Ao Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos - CCQA/ITAL, pela colaboração na avaliação sensorial e análises químicas.

Ao médico veterinário Juliano Kubitza, da empresa Indústria Brasileira do Peixe pela doação das carcaças de tilápias.

Ao Dr. Alexandre Hilsdorf, pela oportunidade na parceria do projeto PAPPE PIPE (2012-2013).

Aos meus colegas pesquisadores, assistentes, técnicos, apoio e estagiário do CTC/ITAL minha eterna gratidão pela colaboração nas análises e leitura da tese.

À banca examinadora pelas valiosas sugestões.

Aos colegas de jornada da ESALQ, lugar que cultivei belas amizades. Suzana Yotsuyanagi, Marcio Aurélio de Almeida e Luciana Kimie

À minha querida família, irmão, cunhados (as), sobrinhos (as), obrigada pelo apoio sempre na hora certa.

Aos meus preciosos amigos, obrigada pela compreensão nas ausências dos nossos encontros.

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE TABELAS	19
1 INTRODUÇÃO GERAL	21
Referências	23
2 AVALIAÇÃO DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E DE TILÁPIA PRETA, OBTIDAS POR DOIS TIPOS DE EQUIPAMENTOS	25
Resumo.....	25
Abstract.....	25
2.1 Introdução.....	26
2.2 Revisão Bibliográfica	27
2.2.1 Tilápia híbrida vermelha	27
2.2.2 Transformação do resíduo em coprodutos de pescado	28
2.2.3 Reciclagem e composição dos coprodutos	28
2.2.4 Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado.....	29
2.2.5 Processos de separação da carne	31
2.2.6 Rendimento.....	33
2.3 Material e Métodos	34
2.3.1 Processamento da CMS de tilápia	34
2.3.2 Delineamento experimental.....	35
2.3.3 Procedimentos analíticos	36
2.3.3.1 Avaliação da porcentagem de “espinhaço”, cabeça e vísceras	36
2.3.3.2 Avaliação do rendimento do processo	36
2.3.3.3 Temperatura de aquecimento da CMS na extração	37
2.3.3.4 Determinação de pH	37
2.3.3.5 Composição centesimal.....	37
2.3.3.6 Cor objetiva.....	37
2.3.3.7 Teor e tamanho de partículas ósseas	37
2.3.4 Avaliação estatística.....	38
2.4 Resultados e Discussão	38

2.5 Conclusões	46
Anexos.....	52
3 ESTABILIDADE FÍSICA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E TILÁPIA PRETA ARMAZENADAS CONGELADAS .	55
Resumo	55
Abstract.....	55
3.1 Introdução	56
3.2 Revisão Bibliográfica.....	57
3.2.1 Legislação	57
3.2.2 Composição da CMS.....	58
3.2.3 Aspectos microbiológicos	60
3.2.4 Estabilidade oxidativa	62
3.3 Material e Métodos.....	63
3.3.1 Processamento e armazenamento da CMS	63
3.3.2 Procedimentos analíticos.....	65
3.3.2.1 Análise da composição centesimal.....	65
3.3.2.2 Teor e tamanho de ossos	65
3.3.2.3 Avaliação microbiológica	65
3.3.2.4 Análise de TBARS.....	65
3.3.2.5 Cor objetiva	66
3.3.2.6 Determinação de pH.....	66
3.3.3 Avaliação estatística	66
3.4 Resultados e Discussão.....	67
3.4.1 Caracterização da CMS de tilápia vermelha e preta.....	67
3.4.2 TBARS.....	69
3.4.3 pH.....	70
3.4.4 Cor.....	71
3.4.5 Avaliação da qualidade da CMS de tilápia híbrida vermelha e preta através dos parâmetros microbiológicos.....	75
3.5 Conclusões	78
Referências.....	78
4 AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E TILÁPIA PRETA ARMAZENADA CONGELADA E ACEITAÇÃO DA CMS DA	

TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA COMO INGREDIENTE AO MOLHO DE TOMATE.....	83
Resumo.....	83
Abstract.....	83
4.1 Introdução.....	84
4.2 Material e Métodos	85
4.2.1 Avaliação da CMS armazenada congelada	85
4.2.1.1 Desenvolvimento experimental.....	85
4.2.1.2 Caracterização das amostras	86
4.2.1.2.1 Teor de lipídeo.....	86
4.2.1.2.2 Determinação de pH.....	86
4.2.2 Teste de Diferença do Controle para a determinação de vida útil da CSM.....	86
4.2.2.1 Treinamento da equipe	87
4.2.2.2 Preparo das amostras e metodologia de avaliação	87
4.2.3 Avaliação da CMS como ingrediente para molho de tomate.....	88
4.2.3.1 Desenvolvimento experimental.....	88
4.2.3.2 Formulação e processamento do molho de tomate com adição de CMS.....	89
4.2.3.3 Avaliação microbiológica.....	89
4.2.3.4 Aceitabilidade do molho de tomate adicionado de CMS de tilápia híbrida vermelha.....	90
4.2.3.5 Metodologia de avaliação	90
4.2.3.6 Determinação do ponto de corte da CMS de tilápia híbrida vermelha	91
4.3 Resultados e Discussão	92
4.3.1 Caracterização físico-química da CMS de tilápia vermelha e preta.	92
4.3.2 Teste Sensorial de Diferença do Controle.....	93
4.3.3 Aceitabilidade do molho de tomate com CMS de tilápia vermelha.....	96
4.3.3.1 Aspecto microbiológico	96
4.3.3.2 Confirmação do ponto de corte.....	97
4.4 Conclusões	101
Referências	101
5 COMPORTAMENTO FUNCIONAL DA CMS REESTRUTURADA DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA.....	105
Resumo.....	105
Abstract.....	105

5.1	Introdução	106
5.2	Revisão Bibliográfica.....	106
5.2.1	Desenvolvimento de produtos de pescado	106
5.2.2	Reestruturação de produtos de pescado	107
5.2.3	Utilização de aditivos	108
5.2.3.1	Fosfatos.....	108
5.2.3.2	Amido	109
5.2.3.3	Gomas.....	109
5.2.3.4	Fibra	110
5.2.3.5	Proteínas	111
5.2.3.6	Carragenas.....	111
5.2.4	Característica do processamento	112
5.2.5	Propriedades funcionais das proteínas.....	112
5.2.6	Capacidade de retenção de água (CRA).....	114
5.2.7	Congelamento	115
5.3	Material e Métodos.....	116
5.3.1	Matéria Prima	116
5.3.2	Análises de composição da CMS da tilápia vermelha	116
5.3.2.1	Composição centesimal	116
5.3.2.2	Composição em ácidos graxos	116
5.3.2.3	Composição em aminoácidos	117
5.3.2.4	Composição em minerais	117
5.3.3	Elaboração do reestruturado	117
5.3.4	Interação entre os aditivos.....	117
5.3.4.1	Primeira interação	117
5.3.4.2	Segunda interação	118
5.3.4.3	Terceira interação.....	119
5.3.5	Procedimentos analíticos.....	120
5.3.5.1	Perda de peso por cozimento (PPC).....	120
5.3.5.2	Capacidade de retenção de água (CRA).....	120
5.3.5.3	Força de penetração (FP)	121
5.3.6	Avaliação estatística.....	121
5.4	Resultados e Discussão.....	121
5.4.1	Caracterização da CMS da tilápia vermelha.....	121

5.4.2	Interação entre os aditivos	124
5.4.2.1	Primeiro teste de interação	124
5.4.2.2	Segundo teste de interação	127
5.4.2.3	Terceiro teste de interação	131
5.5	Conclusões	135
	Referências	135
6	CONCLUSÕES GERAIS.....	141

RESUMO

Coprodutos da reciclagem seletiva de resíduos do processamento da tilápia híbrida vermelha

O aproveitamento de proteína de pescado como coprodutos do processo de industrialização, constitui-se em uma alternativa para a elaboração de produtos com elevada qualidade nutricional. A carne mecanicamente separada (CMS), produzida a partir de carcaças do descarte do processamento de tilápia híbrida vermelha (CMSV), *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling e de tilápia preta (CMSP), *Oreochromis niloticus*, foram caracterizadas física, química, microbiológica e sensorialmente. Em um primeiro estudo avaliou-se a eficiência de dois tipos de equipamentos de extração mecânica da CMS, rosca-sem-fim e cinta-tambor. Posteriormente, avaliou-se a qualidade da CMS congelada durante 90 dias de armazenamento. Em seguida avaliou-se os atributos sensoriais de cor, odor e aparência da CMSV e CMSP congelada. Para a avaliação do sabor da CMS, foi adicionado ao molho de tomate com CMSV armazenada por 15 e 90 dias e a aceitação avaliada por consumidores. Foi realizado um estudo para avaliação das características de funcionalidade da CMS reestruturada da tilápia híbrida vermelha. O separador tipo rosca-sem-fim apresentou melhor rendimento de extração e controle da temperatura do processo, quando comparado ao separador do tipo cinta-tambor, embora ambos os processos tenham permitido a obtenção de CMS com teores de umidade, proteína e lipídeo adequados para o processamento de coprodutos. A avaliação da vida útil indicou que coprodutos da tilápia híbrida vermelha (CMSV) e tilápia preta (CMSP) apresentaram padrões microbiológicos, valores de pH e oxidação lipídica aceitáveis ao longo do estudo, mesmo apresentado uma descoloração ao longo do armazenamento. A avaliação sensorial para o estabelecimento da vida útil (teste de diferença do controle com provador treinado) foi realizada em períodos até 90 dias. Aos 15 dias de armazenamento, os provadores detectaram diferença significativa, porém o limite sensorial estabelecido pelos provadores (moderadamente diferente do controle) foi atingido aos 60 dias para a CMS da tilápia preta e aos 90 dias para a CMS de tilápia vermelha. A aceitação teve boa resposta, porém a intenção de compra apresentou queda de 19% para o molho adicionado de CMS estocada durante 90 dias. A CMSV é uma matéria prima, com elevado teor proteico (12%) e elevado teor lipídico (15%) e pode ser utilizada para elaboração de diferentes coprodutos. Foi possível obter produto reestruturado com boa funcionalidade tecnológica com adição de 100% de CMS de tilápia híbrida vermelha, o que demonstra a viabilidade de sua utilização, onde apresentaram respostas satisfatórias de rendimento, capacidade de retenção de água e força de penetração no reestruturado.

Conclui-se que a CMS das variedades de tilápia estudadas representam um coproduto de qualidade a ser aproveitado pela indústria. Além de contribuir para fornecer dados, junto a outros trabalhos, para se criar um padrão de identidade e qualidade da CMS de pescado, o que é de suma importância para o controle de qualidade da indústria processadora do coproduto.

Palavras-chave: Tilápia híbrida vermelha; *Minced fish*; CMS de pescado; Vida útil; Coprodutos; Reestruturado

ABSTRACT

Co-products from selective recycling of red hybrid tilapia processing residues

The use of fish protein resulting from the industrial process constitutes an alternative to the development of co-products with nutritional quality. Mechanically recovered meat (MRM), produced from carcasses of Red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling and black tilapia *Oreochromis niloticus* were characterized in terms of physical, chemical, microbiological and sensory aspects. The first study evaluated the efficiency of two mechanical extraction devices of MRM, the screw type and the belt and drum type. Later assessed the quality of frozen MRM for 90 days of storage. Then it was evaluated the sensory attributes of color, odor and appearance of defrozen MRM. The resulting MRM was used in the development of a tomato sauce and its acceptance with consumers was analyzed. A performance study of MRM restructured of red hybrid tilapia was conducted. The worm screw-type separator presented better extraction yield when compared to belt-drum type separator, but both processes allowed obtaining MRM with levels of moisture, protein and lipids suitable for processing co-products. Both MRM presented microbiological and oxidative stability after 90 days of storage. The sensory analysis of control difference for up to 90 days showed significant difference to that at 15 days of storage. The team of tasters set the value 4 (appearance, color and odor moderately different from the control) as limiting MRM shelf life to 60 days for MRM of the Nile tilapia and 90 days for MRM of the red tilapia. The tomato sauce with the addition of tilapia formulated with MRM of the red tilapia stored for 15 and 90 days was well accepted by consumers, but purchase intent dropped 19% for the product obtained from MRM with 90 days of storage. The MRM from the red hybrid tilapia is a raw material with high protein content, average 12%, and high lipid content, average 15%, and can be used to prepare different co-products of tilapia. It was possible to obtain restructured product with addition of 100% of MRM from the red hybrid tilapia with good processing characteristics, which shows viability of production with satisfactory responses of performance, water retention capacity and penetration force of restructured fish meat.

We conclude that the CMS of the studied tilapia varieties represent a quality co-product to be used by the industry. Besides contributing to provide data, along with other works, to create a standard of identity and quality of fish CMS, which is of paramount importance for the quality control of the co-product processing industry.

Keywords: Red hybrid tilapia; Minced fish; Deboned fish meat; Mechanically removed meat; Shelf life; Co-products; Restructured MRM

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cabeça, vísceras e “espinhaço” de carcaça de tilápia vermelha (esquerda) e preta	35
Figura 2 - Desossadora tipo anéis.....	35
Figura 3 - Desossadora tipo tambor	35
Figura 4 - Planejamento experimental da extração da CMS, de tilápia utilizando duas variedades e dois equipamentos de extração.	36
Figura 5 - CMS e respectivo resíduo ósseo da despoldadora tipo <i>belt and drum</i> (tambor) da tilápia preta (esquerda) e vermelha (direita)	40
Figura 6 - CMS e respectivo resíduo ósseo da despoldadora tipo anéis da tilápia preta (esquerda) e vermelha (direita)	41
Figura 7 - CMS de tilápia vermelha em equipamento tipo tambor e tipo anéis (parte superior) e CMS de tilápia preta em equipamento tipo tambor e tipo anéis (parte inferior)	45
Figura 8 - Embalagens de CMS no túnel de congelamento	64
Figura 9 - Planejamento experimental da extração da CMS, de tilápia utilizando duas espécies e analisadas nos dias 0,15,30,45,60,75 e 90 de estocagem congelada ...	64
Figura 10 - Mostruário para avaliação visual para cor da CMS de tilápia híbrida vermelha aos 15,30,45,60,75 e 90 dias de estocagem	74
Figura 11 - Mostruário para avaliação visual para cor da CMS de tilápia preta aos 15,30,45,60,75 e 90 dias de estocagem	75
Figura 12 - Contagem total para psicrotróficos (log UFC/g) avaliados na CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado	77
Figura 13 - Amostras de CMS descongeladas	87
Figura 14 - Amostras R (referencia) e amostra codificada	87
Figura 15 - Características do grupo de consumidores que avaliou as amostras de molho de CMS, quanto à faixa etária (a), classe social (b) e frequência (c) de consumo de produtos de peixe	90
Figura 16 - Amostras dos molhos de tomate com adição de CMS de tilápia (esquerda) e avaliação de uma das amostras (direita), realizada por consumidor ...	91
Figura 17 - Ponto de corte quando sugerida uma linha de tendência linear	100
Figura 18 - CMS estruturada nos tratamentos 101, 102, 103, 104, 105 e 106.....	125
Figura 19 - CMS reestruturada após cocção e resfriamento- segunda interação ...	128

Figura 20 - CMS reestruturada após cocção e resfriamento – terceiro teste de interação..... 132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matéria prima, espécie e rendimento da CMS de pescado	34
Tabela 2 - Distribuição (%) dos resíduos em “espinhaço”, cabeça e vísceras	38
Tabela 3 - Rendimento em CMS e temperatura da CMS no processamento	39
Tabela 4 - Rendimento em CMS e quantidade e tamanho de ossos	42
Tabela 5 - Composição centesimal da CMS de tilápia preta e vermelha extraída na desossadora de anéis e de tambor	43
Tabela 6 - Características da CMS de aves, bovinos e suínos e CMS recuperada de aves.....	44
Tabela 7 - Cor objetiva da CMS de tilápia preta e vermelha extraída na desossadora de anéis e de tambor.....	46
Tabela 8 - Umidade, proteína, lipídeo e cinza de CMS de tilápia híbrida vermelha e preta	67
Tabela 9 - Quantidade e tamanho de ossos na CMS de tilápia híbrida vermelha e tilápia preta.....	68
Tabela 10 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg de CMS) em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado	69
Tabela 11 - Valores de pH em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado	70
Tabela 12 - Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado.....	72
Tabela 13 - Chroma C e Hue H em CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado.....	72
Tabela 14 - Contagem de micro-organismos da CMS nos dias 0 e 90 de armazenamento a temperatura de -18°C	75
Tabela 15 - Avaliação sensorial para aparência, cor e odor das amostras de CMSV armazenadas em relação ao respectivo padrão, zero dia.....	93
Tabela 16 - Avaliação sensorial para aparência, cor e odor das amostras de CMSP armazenadas em relação ao respectivo padrão, zero dia.....	94
Tabela 17 - Atributo e número de citações para as amostras de CMSV	95
Tabela 18 - Atributo e número de citações para as amostras de CMSP.....	95

Tabela 19 - Aceitabilidade do molho de tomate com tilápia de modo global, aparência, cor, odor, sabor e consistência	98
Tabela 20 - Percentual de aceitação (6 a 9), indiferença (5) e rejeição (1 a 4) do molho de tomate com tilápia de modo global, aparência, cor, odor, sabor, consistência e intenção de compra.....	99
Tabela 21 - Formulação do primeiro teste de interação da CMS de tilápia híbrida com adição de NaCl e tripolifosfatos comerciais	118
Tabela 22 - Formulação do segundo teste de interação da CMS de tilápia híbrida vermelha com adição dos extensores.....	119
Tabela 23 - Formulação do terceiro teste de interação da CMS de tilápia híbrida vermelha com a combinação dos aditivos extensores.....	120
Tabela 24 - Composição centesimal e de cálcio, zinco, ferro, fósforo, magnésio, potássio e sódio da CMS de tilápia híbrida vermelha	121
Tabela 25 - Composição em aminoácidos da CMS de tilápia híbrida vermelha	123
Tabela 26 - Composição em ácidos graxos da CMS de tilápia vermelha	124
Tabela 27 - Avaliação da CMS com adição de sal e tripolifosfatos no primeiro teste de interação	126
Tabela 28 - Avaliação da CMS com adição dos aditivos extensores, perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA).....	129
Tabela 29 - Avaliação da CMS e interação entre os aditivos extensores; perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA).....	133

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva do pescado gera grande quantidade de resíduo. Considerando-se que 50% da produção total são desperdiçados, estima-se que, aproximadamente, 72,5 milhões de t de resíduos são gerados por ano, no mundo. No Brasil, com base na produção de 1,24 milhões de t, em 2011, o resíduo gerado foi estimado em 620 mil t (SUCASAS et al., 2012). Neste mesmo raciocínio, uma empresa que processe 600 kg de tilápia por dia, considerando um rendimento de 35% para o produto “filé com pele”, descarta cerca de 390 kg de resíduos por dia que, além de não terem gerado receita, colaboraram com os custos da matéria prima.

A aquicultura continua a se expandir e a se diversificar no planeta. É reconhecida, não somente, como uma atividade destinada a fornecer alimentos ao produtor, mas sim, como parte do mecanismo econômico participante de diversos sistemas sociais e ambientais. A globalização e posterior liberação do comércio internacional de pescado, ao mesmo tempo em que oferecem benefícios e oportunidades, representam desafios para a qualidade e inocuidade dos produtos da aquicultura (SANTOS, 2012).

A tilápia foi introduzida no Brasil na década de 1950 e atualmente é um peixe encontrado em quase todo o país, tanto em cultivos comerciais como em reservatórios e açudes. Entre as várias espécies de tilápia utilizadas na piscicultura, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem sido a mais cultivada. A tilápia vermelha é uma variante mutacional que foi descoberta na década de 1960, na Tailândia. Entre as espécies em que a mutação para coloração vermelha em tilápias foi evidenciada, pode-se destacar a *Oreochromis niloticus* (VIEIRA et al, 2012).

A reciclagem seletiva durante o processamento de pescado deveria ser praticada como rotina nos frigoríficos. O aproveitamento de proteínas de pescado, na forma de coprodutos resultantes do processo de industrialização, constitui-se em uma alternativa promissora para a elaboração de produtos de qualidade nutricional (SOUZA, 2010).

O crescente interesse pelo processo de extração da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia é devido à sua capacidade de gerar matéria prima básica e versátil ao desenvolvimento de coprodutos, a partir de carcaças descartadas no processamento primário e, conseqüentemente, minimizar o volume de resíduos. A

CMS é a fração comestível do pescado processada mecanicamente, que pode ser utilizada como *food ingredient*, possibilitando maior flexibilidade nos processos de industrialização. A partir desta matéria prima, podem ser elaborados novos produtos, como *nuggets*, *surimi* e *fishburger*, todos com valor agregado significativo (ANGELINI et al., 2012).

É necessário que as processadoras de pescado avaliem as características de seus resíduos, bem como, os selecionem e os mantenham acondicionados adequadamente, para que sejam mantidos os nutrientes e assim, garantir os padrões de identidade e qualidade exigidos para a elaboração de novos produtos (PESSATI, 2000).

O objetivo desta pesquisa foi verificar a qualidade da carne mecanicamente separada, elaborada a partir dos resíduos de filetagem das variedades nilóticas híbrida vermelha e preta, utilizando dois tipos de equipamentos disponíveis no mercado. Buscou-se conhecer o rendimento de extração e a composição físico-química, bem como, avaliar o aspecto microbiológico e sensorial da CMS, durante o período de estocagem por até 90 dias, bem como avaliar a CMS como ingrediente no molho de tomate e a funcionalidade proteica da CMS reestruturada.

O trabalho foi estruturado como:

- 1. Introdução geral.
- 2. Avaliação da CMS de tilápia híbrida vermelha e de tilápia preta, obtidas por dois tipos de equipamentos.
- 3. Estabilidade física, química e microbiológica da CMS de tilápia híbrida vermelha e tilápia preta armazenada congelada.
- 4. Avaliação sensorial da CMS de tilápia híbrida vermelha armazenada congelada e adicionada como ingrediente ao molho de tomate.
- 5. Comportamento funcional da CMS reestruturada de tilápia híbrida vermelha.
- 6. Conclusões gerais.

A tese foi elaborada em continuidade ao projeto PAPPE PIPE 3 (2012-2013), intitulado “Agregação de valor ao processo de industrialização do híbrido da tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus*)” (Processos 2011/52015-56-FINEP e 2011/51143-

0-FAPESP) em parceria com a empresa Indústria Brasileira do Peixe que comercializa a tilápia híbrida vermelha (Royal Fish®). A inovação foi apresentar um coproduto do híbrido da tilápia vermelha e estudar as suas características de processamento, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em comparação com a tilápia preta, abordadas nos Capítulos 2, 3 e no teste de diferença do controle apresentado no Capítulo 4. No Capítulo 4 do teste de aceitação e Capítulo 5 foram estudadas somente a CMS da tilápia híbrida vermelha que foi o assunto proposto no título da tese para adquirir conhecimentos sobre este coproduto.

Além disso, no Capítulo 2, os testes de extração de carne mecanicamente separada em duas variedades de tilápia, no separador tipo rosca-sem-fim, neste estudo apresentaram melhores rendimentos em comparação ao separador do tipo cinta-tambor. Para continuidade aos estudos da carne mecanicamente separada de tilápia nos Capítulos 3, 4 e 5 foi selecionada o separador tipo rosca sem fim.

Referências

ANGELINI, M.F.C.; SAVAY-DA-SILVA, L.K. ; OETTERER, M. Minced e surimi de tilápia congelados atraem consumidor. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 118, jul./dez. 2012.

PESSATI, M.L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11: Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2000. 130p. (MA/SARC, n.003/2000).

SANTOS, C.A.M.L. Aquicultura internacional vive expansão e concorrência aguerrida. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 115, jul./dez. 2012.

SOUZA M.A. **Eficiência do processo de ultrafiltração seguido de biodigestão anaeróbia no tratamento de efluente de frigorífico de tilápia**. 2010. 77 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

SUCASAS L.F.A.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Aproveitamento de resíduos reduz desperdícios e poluição ambiental. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 150, jul./dez. 2012.

VIEIRA, VANESSA, A.P.R.O.; HILSDORF, A.W. S.; MOREIRA, R.G. The fatty acid profiles and energetic substrates of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) strains, Red-Stirling and Chitralada, and their hybrid. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 565-576, 2012.

2 AVALIAÇÃO DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E DE TILÁPIA PRETA, OBTIDAS POR DOIS TIPOS DE EQUIPAMENTOS

Resumo

A extração mecânica do músculo de pescado é uma técnica tradicional e se constitui em um processo eficiente, quando se projeta a maior recuperação em carne para o aproveitamento do pescado como matéria prima. A variedade híbrida, de coloração avermelhada e com bom desempenho zootécnico, é proveniente de melhoramento genético, a partir de duas variedades de tilápia preta (*Oreochromis niloticus*), uma vermelha mutante natural e a outra selvagem preta. Este estudo teve como objetivo avaliar as características da carne mecanicamente separada (CMS), da tilápia híbrida vermelha (V), *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling e da tilápia preta (P) ou selvagem *Oreochromis niloticus*, a partir de resíduos submetidos à extração mecânica, realizada em dois tipos de equipamentos. Foram montados quatro tratamentos, sendo a CMS de cada variedade de tilápia extraída a partir do separador tipo “rosca-sem-fim” (anéis) e separador do tipo “cinta e tambor” (*belt-and-drum*). A despulpadora tipo “rosca-sem-fim” apresentou melhores resultados de extração mecânica, com maior rendimento CMSPA e CMSVT respectivamente (58,5 a 61,7%), menor elevação da temperatura respectivamente (6,8 a 7,6°C) e menor tamanho de ossos, em comparação à despulpadora tipo cinta e tambor. A composição centesimal das CMS em relação a proteína (CMSPA= 12,97%, CMSPT= 11,65%, CMSVA = 12,77% e CMSVT = 11,63%), lipídeo (CMSPA= 16,95%, CMSPT= 12,57%, CMSVA = 15,22% e CMSVT = 12,23%) e umidade (CMSPA= 69,45%, CMSPT= 75,22%, CMSVA = 71,15% e CMSVT = 75,38%) e cinza (CMSPA= 1,08%, CMSPT= 0,56%, CMSVA = 0,95% e CMSVT = 0,64%) apresentam uma importante matéria prima para a indústria de processamento. Os resultados permitem que se estabeleçam resultados ainda não existentes na legislação brasileira para estes coprodutos, tanto em função da variedade de tilápia, a híbrida vermelha e a preta, como para os equipamentos de extração tipo anéis e tipo tambor testados neste experimento.

Palavras-chave: Tilápia híbrida vermelha; Tilápia preta; Separador mecânico de cinta-tambor; Separador mecânico de anéis; CMS de pescado

Abstract

Mechanical extraction of fish flesh is a traditional technique and constitutes an efficient process to obtain the largest meat recovery to use fish as raw material. The hybrid variety tested, reddish and with good performance, comes from genetic improvement from two varieties of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), one red mutant and the other wild black. This study aimed to evaluate the characteristics of mechanically recovered meat (MRM) from red hybrid tilapia (R), *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling and the black (B) or wild tilapia, *Oreochromis niloticus*, from residue ridges undergoing mechanical extraction performed in two types of equipment. Four treatments were established and MRM of each variety of tilapia was extracted using the worm screw-type (rings) and belt-drum (drum) type separators. The results indicate that MRM prepared in rings separator had a better performance (58.5 to 61.7%) and the extraction process registered less temperature variation (6.8

to 7.6°C) and lower bone content compared to MRM from the drum separator. In relation to contents of protein (MRMBR= 12,97%, MRMBD= 11,65%, MRMRR = 12,77% e MRMRD = 11,63%), lipid (MRMBR= 16,95%, MRMBD= 12,57%, MRMRR = 15,22% e MRMRD = 12,23%) and moisture (MRMBR= 69,45%, MRMBD= 75,22%, MRMRR = 71,15% e MRMRD = 75,38%) and ash (MRMBR= 1,08%, MRMBD= 0,56%, MRMRR = 0,95% e MRMRD = 0,64%), both treatments are suitable raw material for processing co-products. The results suggest the possibility to have a standard for tilapia MRM, to add to the Brazilian law, depending on the tilapia variety, the red hybrid and black Nile, as well as for extraction equipment, rings and drum types, tested in this experiment.

Keywords: Red tilapia; Nile tilapia; Belt-drum type separator; Worm screw-type (rings) separator; Deboned fish meat; Mechanically recovered meat

2.1 Introdução

Atualmente, milhares de toneladas de resíduo são produzidos e descartados pelas unidades beneficiadoras de pescado, gerando sério problema de poluição ambiental. O aproveitamento dos resíduos para produção de coprodutos não é uma prática corrente no setor produtivo brasileiro, por falta de tecnologias que consorciem aspectos ambientais à lucratividade e que possibilitem ao produtor aumentar a sustentabilidade do seu empreendimento (BORGHESI, 2012; SUCASAS, 2012).

Parte dos resíduos gerados pode ser aproveitada para consumo humano e animal, na forma de carne mecanicamente separada - CMS, a partir das aparas e carcaças da filetagem, além de concentrados proteicos e de farinha de peixe. A CMS de pescado é o *Minced fish*, que é definido como “o produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de pescado, com características sensoriais similares, submetido ao processo de separação mecânica, resultando em partículas de tecido muscular isentas de ossos, vísceras e pele” (*Codex Alimentarius Commission*, 1981).

O uso de “despolpadores” ou separadores mecânicos permite obter rendimento consideravelmente maior em carne, quando comparado aos procedimentos convencionais de filetagem ou de cortes em pedaços. A extração mecânica da carne de pescado é um processo eficiente quando se objetiva maior recuperação de carne, visando o aproveitamento da tilápia como matéria prima, desde que aliado a um rígido programa de controle de qualidade, necessário para se obter um produto seguro (OETTERER, 2004).

Com o crescimento da aquicultura e, especialmente, da disponibilidade de tilápias, surge a necessidade de se expandir a comercialização dos produtos deste segmento para além da filetagem, desenvolvendo coprodutos que aproveitem parte do descarte do processamento (ANGELINI, 2010).

Objetivou-se estudar as características da carne mecanicamente separada de tilápia, obtida a partir de “espinhaços” (carcaças residuais da filetagem) da variedade híbrida vermelha e da preta selvagem, submetidos à extração mecânica, por meio de dois tipos de equipamento.

2.2 Revisão Bibliográfica

A produção mundial de pescado, em 2012, foi de 158 milhões de t, sendo 57,8% representados pela pesca extrativa e 42,2% pela aquicultura. No mesmo ano, o Brasil se destacou entre os doze maiores produtores de pescado em âmbito mundial, produzindo 707.461 t e registrando um incremento de 43,6% em relação ao ano de 2010 (FAO, 2014).

Em 2010, o consumo médio de pescado pela população brasileira foi de 9,75kg/ano; a Organização Mundial de Saúde - OMS sugere que o consumo de pescado, por pessoa, seja de 12 kg/ano. Fatores como tradição, hábito do consumidor, pequena oferta do produto, tecnificação incipiente na indústria processadora e sistemas de distribuição e comercialização ineficientes e onerosos, influenciam no baixo consumo. O governo brasileiro, através do então Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), estruturou e modernizou as diversas etapas da cadeia produtiva, desde a captura até o beneficiamento do pescado em produtos que agreguem valor para a comercialização. Uma série de intervenções foram propostas para garantir a produção e para estimular o consumo de pescado (BRASIL, 2011).

Uma das ações do MPA, em 2007, foi viabilizar o beneficiamento do pescado através da CMS, visando à alimentação escolar e procurou capacitar merendeiras e conselheiras para a manipulação do pescado, além de estabelecer que as prefeituras adquirissem 30% do produto, via agricultura familiar, dentro do Programa Nacional de Alimentação Escolar (BRASIL, 2011).

2.2.1 Tilápia híbrida vermelha

A tilápia é um peixe originário da África, porém presente via cultivo em vários países do hemisfério Norte e Sul. Foi introduzida no Brasil na década de 1950,

sendo encontrada tanto em cultivos comerciais como em reservatórios e açudes. Dentre as várias espécies de tilápia utilizadas na piscicultura, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem sido a mais cultivada e é uma das espécies em que a mutação para coloração vermelha foi evidenciada. A tilápia vermelha é uma variante mutacional que foi descoberta na década de 1960, na Tailândia (VIEIRA et al., 2012).

A variedade híbrida, de coloração avermelhada e com bom desempenho zootécnico, foi obtida por meio de melhoramento genético, a partir da tilápia preta (*Oreochromis niloticus*) vermelha mutante e a tilápia selvagem preta. A linhagem *Red Stirling* de coloração vermelha é oriunda da Escócia (MOREIRA et al, 2005; HILSDORF, 2009).

2.2.2 Transformação do resíduo em coprodutos de pescado

O aproveitamento das partes comestíveis das operações tradicionais de filetagem ou de corte em postas de pescado, resultando em coprodutos, permite diminuir os custos dos insumos principais, o custo unitário das matérias primas e minimizar o impacto ambiental provocado pelo descarte (OETTERER et al., 1992, TENUTA FILHO, 2003).

A recuperação da CMS a partir de coproduto apresenta vantagens econômicas, devido ao maior aproveitamento de carcaça e, conseqüente redução dos custos de obtenção e do preço de mercado para os produtos de pescado (RUIVO 1994).

É desejável que as indústrias transformem os coprodutos em novos produtos para a alimentação humana e animal, indústria farmacêutica, fertilizantes e geração de biodiesel. Novas tecnologias têm sido desenvolvidas ao redor do mundo, mas muitas vezes há dificuldades na implantação, pois é necessário combinar a inovação tecnológica, os métodos de processamento e o *marketing* adequado do produto desenvolvido (TOLDRA et al 2012).

2.2.3 Reciclagem e composição dos coprodutos

O processamento de pescado produz matéria orgânica aproveitável, constituída de cabeça, coluna vertebral e sobras de filetagem, que pode atingir 50% ou mais do total de pescado beneficiado ou processado sendo, portanto, altamente justificável o aproveitamento deste descarte (BOSCOLO; FEIDEN, 2007). Por não

haver tempo hábil para sua triagem com lavagem-higienização, armazenamento, extração e congelamento, esse material é considerado descarte, muitas vezes por falta de espaço físico no túnel de congelamento e, ou, na câmara de estocagem (RUIVO, 2004).

No caso da tilápia, cabeça, carcaça e vísceras correspondem a 54% do peso total; a pele 10%, escamas 1% e as aparas dorsais e ventrais e do corte em “v” do filé, 5% (VIDOTTI; BORINI 2006). Com isso, devem-se buscar alternativas para o desenvolvimento dos coprodutos gerados do beneficiamento para obtenção do filé. O fígado, cabeça e carcaça de pescado apresentam teores elevados de proteína, mineral e lipídeo, bem como, quantidades apreciáveis de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente da série ômega-3 e ômega-6 (STEVENATO et al., 2007).

O uso comercial do resíduo do processamento de pescado está na produção de ingredientes para ração na aquicultura e alimentação de animais. Há possibilidade de aperfeiçoar os ingredientes utilizados na elaboração de ração para a aquicultura, e que podem ser misturados com proteínas vegetais visando melhorar a nutrição e a palatabilidade. Ao se coletar resíduos de forma seletiva, como cabeça, aparas, vísceras e pele, as alternativas para o uso destes vão além do uso como alimentação animal (BETCHEL, 2003).

A oferta e a diversificação de produtos derivados de pescado poderão incrementar o consumo de pescado (HAJ-ISA, 2011). A partir da CMS podem ser gerados coprodutos de qualidade, como o *surimi*, *kamaboko*, hambúrguer, fiambre, embutidos tipo salsicha e linguiça, entre outros (FAO/WHO, 1994; OETTERER, 2002; SILVA, 2008).

O material descartado pode ser transformado em produtos com valor agregado através do emprego da tecnologia de reestruturação e do *surimi*. Estes procedimentos podem ser utilizados para se obter novos produtos, usando uma matriz de aditivos que assegure as propriedades mecânicas e funcionais dos análogos de pescado (RAMIREZ et al., 2011).

2.2.4 Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado

A CMS de pescado, “polpa” de pescado, cominutado ou cominuído de pescado e carne de pescado (mecanicamente) desossada, é a carne do pescado

separada de pele e ossos em máquina desossadora (CAC, 1981; WHITTLE; HOWGATE, 2000; KEAY, 2001; NEIVA, 2011).

A tecnologia da CMS surgiu no Japão devido à necessidade da indústria em aproveitar o descarte, e a crescente demanda por produtos a base de pescado, viabilizando as espécies de pequeno porte subutilizadas e a fauna acompanhante encontrada em grande quantidade na pesca de baixo valor comercial (LEE, 1997; PAN, 2010). Espécies de pescado que apresentem processamento complexo e pouca aceitabilidade, assim como as aparas resultantes da filetagem industrial do pescado e os “espinhaços”, normalmente apresentados como resíduos descartados podem ser aproveitados como alimento a partir desta tecnologia (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003; MORAIS; MARTINS, 1981).

Produtos elaborados com CMS já estabelecidos no mundo são classificados como “*black material*” no Ocidente e *surimi* no Japão. Outros usos são na forma de porções formatadas e extrusadas, e produtos de umidade intermediária na elaboração de embutidos (BERAQUET, 2000).

Entende-se por CMS, a “carne retirada a partir de ossos, carcaças ou partes de carcaças submetidas à separação mecânica, em equipamentos especiais e imediatamente congelada por processos rápidos ou ultrarrápidos”. O processo de separação mecanizada da parte comestível gera partículas de músculo esquelético isentas de vísceras, ossos e pele (BRASIL, 2000). A tecnologia de obtenção da CMS é própria e o produto não deve ser confundido com pescado triturado. É um produto intermediário que diversifica e melhora o aproveitamento dos recursos pesqueiros e serve como matéria prima na obtenção do *surimi*, hambúrguer, produtos embutidos e empanados (KUHN et al., 2002). A CMS destinada ao consumo somente pode ser autorizada em produtos preparados a base de carne, se submetida a tratamento térmico (NEIVA, 2011).

A CMS apresenta dois aspectos pouco satisfatórios; o primeiro em relação à conservação, composição e estado físico favorável, tanto aos fenômenos oxidativos como ao desenvolvimento microbiológico. O segundo aspecto diz respeito aos nutrientes, deve-se ter em conta os níveis mínimos de proteína e/ou aminoácidos essenciais e níveis máximos de gordura e ossos.

A produção de CMS é considerada um processo de geração de matéria prima para elaboração de outros produtos, porém um cuidadoso programa de controle de qualidade é necessário. O tipo de matéria prima, presença de pele e escamas e

temperatura no momento da filetagem, devem ser procedimentos previamente controlados. Com isso, fica assegurada a obtenção de CMS adequada para elaboração de produtos de boa qualidade (RUIVO, 1994).

2.2.5 Processos de separação da carne

O músculo de pescado é facilmente deteriorável, fato que exige o processamento bem controlado. Desta forma, o descabeçamento, a evisceração e a filetagem devem ser feitos de forma rápida, seguidos de lavagem para evitar o acesso ao músculo, de enzimas e micro-organismos do trato digestivo. (GARTHWAITE, 2010). A desossa mecânica pode promover incorporação de micro-organismos à CMS, caso estes estejam presentes na carcaça. A dilaceração dos tecidos expõe componentes celulares como aminoácidos e vitaminas, tornando a CMS um meio para o desenvolvimento de micro-organismos e, portanto, um produto altamente deteriorável, dependendo das condições, não só da matéria prima, como também do tempo e temperatura do processamento (CONTRERAS, 1994).

A separação dos ossos presentes na carne pode ser feita de forma manual, química, bioquímica, física e mecânica. O método manual é ineficiente, por demandar tempo e por ser mais oneroso (NEWMAN, 1981). O uso de enzimas proteolíticas, colagenolíticas e eletrolíticas foi sugerido (BIBWE, 2013), mas o controle sobre a separação da carne e a inativação enzimática nos produtos CMS constituem-se em fatores críticos. O uso de ácido e álcali diluído foi efetivo (YOUNG, 1975), mas levou a uma considerável quebra da proteína, bem como, a dissolução do osso, principalmente, com o tratamento ácido. As técnicas térmicas (DUCKWORTH et al., 1969) levam à perda da capacidade de ligação da carne. Os tipos de desossa por pressão (SUWANRANGSI, 1987) são particularmente úteis para processos em batelada. Máquinas de moagem permitem menor investimento, mas o resultado leva a um produto inaceitável devido à quantidade remanescente de pequenos ossos e à perda da propriedade sensorial (BOOMAN et al., 2010). Os diferentes separadores mecânicos de carne e ossos que trabalham com diferentes técnicas apresentam bom desempenho no geral, sendo a maioria destinada a empresas de grande capacidade e alto custo (GRAHAM, 1984), não sendo adequados para empresas com pequena escala de produção (BIBWE, 2013).

A obtenção da CMS é um processo mecanizado que utiliza equipamentos denominados desossadores, separadores ou despulpadores de carne e ossos ou *deboning machine* (NEIVA, 2011).

A recuperação da carne aderida aos resíduos do processo de filetagem pode atingir 10 a 20%, dependendo da espécie, tamanho e outros fatores. A carcaça de pescado é resultante do processo de filetagem, e as aparas restantes da moldagem dos filés complementam o material descartado pelas indústrias de pescado (RASEKH, 1987).

A CMS de pescado começou a ser produzida no Japão, no final dos anos 1940 (FRONING, 1981). Os primeiros separadores mecânicos tipo *belt and drum* ou tambor rotatório comprimiam o pescado ou os pedaços, entre um cinto de borracha e um cilindro de aço inoxidável perfurado. Nesse tipo de equipamento a carne aderida aos ossos passa através dos orifícios do cilindro, enquanto o osso e a pele são removidos, continuamente, através de uma lâmina raspadora. As perfurações dos orifícios do tambor são, basicamente, de 5mm de diâmetro, mas estes orifícios podem ser de diferentes tamanhos, que definem as diferentes texturas de CMS (KEAY, 2001).

As dimensões dos orifícios do cilindro afetam a qualidade da CMS, especialmente com respeito ao conteúdo de ossos e escamas. Embora orifícios pequenos reduzam o conteúdo de ossos, a sua utilização pode resultar em alta desintegração da CMS, com efeitos adversos na textura do produto final (VENUGOPAL, 2006). O fator chave na fase de obtenção da polpa é o tamanho das perfurações no cilindro da máquina despulpadeira, que geralmente apresentam-se de dimensões entre 1 a 5 mm. Perfurações de tamanho médio (3 a 4mm) produzem carne mais cominuída e livre de carne escura e tecido conjuntivo. Entretanto, o processamento em um cilindro de pequenas perfurações provoca a perda substancial de partículas cárneas na lavagem, o que reduz o rendimento. A CMS provinda de um cilindro de perfurações de maior tamanho representa alto rendimento, porém exige maior número de lavagens e refinamento mais cuidadoso (MACHADO, 1994).

O tipo “rosca-sem-fim”, utiliza uma rosca que encaminha o material a ser separado contra um conjunto de anéis justapostos com distância de aproximadamente 1mm. Os anéis possuem no seu formato reentrâncias e podem ser ajustadas para permitir a passagem da carne e evitar a passagem dos

“espinhos”. A CMS oriunda deste tipo de equipamento apresenta uma consistência pastosa e é necessário o controle da temperatura da CMS, que tende a elevar-se no interior do cilindro, devido à trituração e acúmulo de ossos (NEIVA, 2011).

2.2.6 Rendimento

O rendimento do processo de obtenção de CMS é variável e dependente do ajuste e manutenção da desossadora, assim como o tipo de matéria prima (FIELD et al., 1974).

São muitos os fatores que condicionam o rendimento de filetagem, devendo ser incluídos entre esses o grau de mecanização, o método de filetagem (ordem de retirada da pele e filé, remoção ou não da cabeça e nadadeiras antes de filetar e tipo de corte realizado na decapitação) e a destreza do operador (ALASAVAR, 2002).

Os fatores que influenciam no rendimento, composição e características da CMS são a matéria prima, a relação carne / ossos e a regulagem do equipamento. A presença de pele e escamas e a temperatura no momento da filetagem devem ser procedimentos previamente controlados.

O tipo de matéria prima utilizada influencia o rendimento e a qualidade da CMS. Rendimento, teor de cálcio, ferro, coloração e composição em proteína, umidade e lipídeo variam conforme a matéria prima que será utilizada para a fabricação da CMS.

Na Tabela 1 são apresentados valores de rendimento em CMS, conforme diversos autores.

Tabela 1 - Matéria prima, espécie e rendimento da CMS de pescado

Matéria prima	Espécie	Rendimento CMS (%)	Autores
Carcaça descabeçada e eviscerada	Sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i>)	52 a 72	Neiva, 2003
Peixe inteiro eviscerado	Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	46,9 e 33,57	Gryschek, 2003 e Kirschnik, 2007
Carcaça filetada, descabeçada e eviscerada	Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	78,6 e 51,73	Gryschek, 2003 e Kirschnik, 2007
Peixe inteiro eviscerado	Tilápia vermelha (<i>Oreochromis spp</i>)	42,56	Gryschek, 2003
Carcaça filetada, descabeçada e eviscerada	Tilápia vermelha (<i>Oreochromis spp</i>)	65,96	Gryschek, 2003
Peixe inteiro eviscerado	Polaca do Alaska (<i>Theragra chalcogramma</i>)	47	Oshima et al. (1993)

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Processamento da CMS de tilápia

Foram utilizadas a carcaça residual de filetagem da tilápia vermelha - *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling (peso médio 0,335kg) e a tilápia preta - *Oreochromis niloticus* (peso médio 0,386kg) provenientes da Indústria Brasileira do Peixe, localizada em Sumaré-SP. Quatro caixas isotérmicas de aproximadamente 20 kg de carcaça foram coletadas em três datas distintas (número total de caixa de carcaça sem file =12), sendo duas para cada variedade (número total de caixa de cada variedade = 6) e transportadas sem gelo até a planta piloto de processamento do CTC-ITAL, em Campinas-SP, a uma distância de 20km.

As carcaças foram imediatamente separadas na planta piloto do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) em três etapas, sendo primeira a cabeça, segundo as vísceras e em terceiro o “espinhaço” (Figura 1). Os “espinhaços” foram lavados em água corrente, mantidos em gelo na proporção 1 parte de “espinhaço” e 2 partes de gelo, com escoamento de água de descongelamento por até 24 h e processados para obtenção de CMS.



Figura 1 - Cabeça, vísceras e “espinhaço” de carcaça de tilápia vermelha (esquerda) e preta

Foram utilizados, dois equipamentos de extração designados para pequena escala de processamento, o primeiro tipo “rosca sem fim” ou de anéis (Usitecnica USI 100) (Figura 2) e o segundo tipo “belt and drum” ou de tambor (Usitecnica USI 104) (Figura 3).

O equipamento tipo anéis, USI 100 possui motor elétrico de 5CV, com capacidade de 100kg/hora, composto de uma rosca sem fim no primeiro estágio e de 38 anéis no segundo estágio. O espaçamento entre os anéis mede 0,5mm.

O equipamento tipo tambor, USI 104 possui motor de 5 CV, com capacidade de 400kg/hora, composto por cinta de borracha e sistema de rosca para aperto da cinta e do tambor esticados no máximo, contendo orifícios de 2,5mm.



Figura 2 - Desossadora tipo anéis

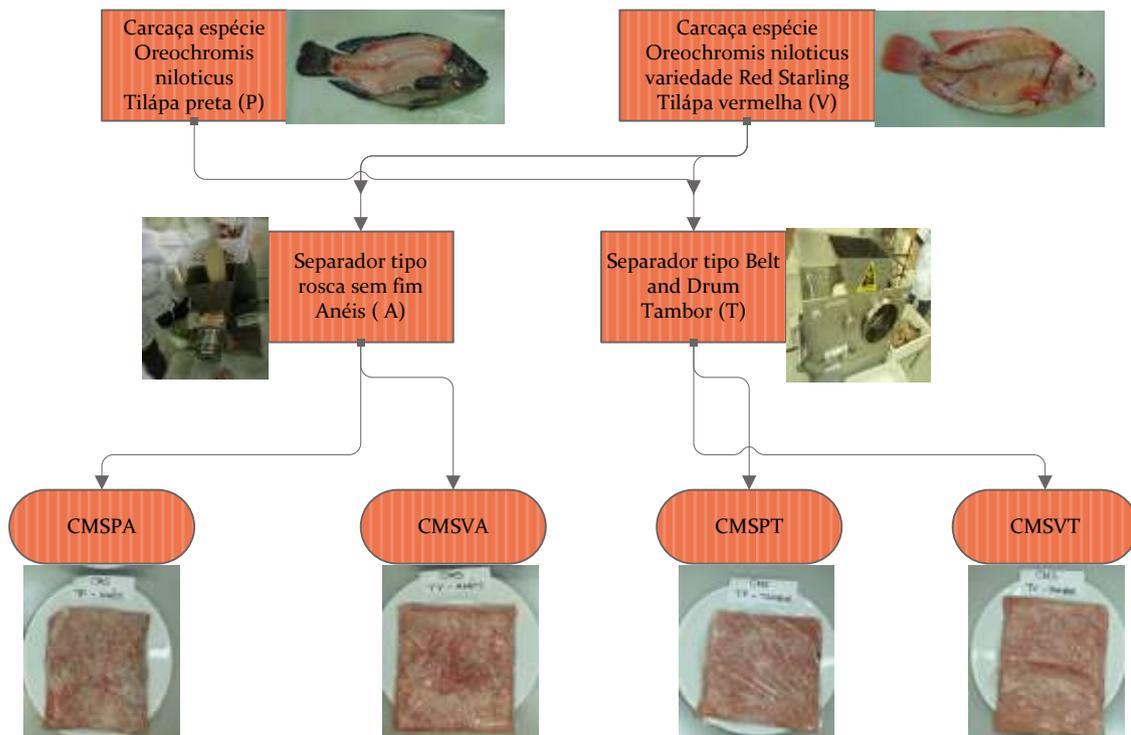


Figura 3 - Desossadora tipo tambor

2.3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos; duas matérias primas e dois equipamentos, a saber: CMSPA= carne

mecanicamente separada de tilápia preta e extrator de anéis; CMSVA= carne mecanicamente separada de tilápia vermelha e extrator de anéis CMSPT= carne mecanicamente separada de tilápia preta e extrator de tambor CMSVT= carne mecanicamente separada de tilápia vermelha e extrator de tambor (Figura 4). As análises foram realizadas em triplicata, para cada unidade amostral.



Sendo: CMSPA= carne mecanicamente separada de tilápia preta e extrator de anéis; CMSVA= carne mecanicamente separada de tilápia vermelha e extrator de anéis CMSPT= carne mecanicamente separada de tilápia preta e extrator de tambor CMSVT= carne mecanicamente separada de tilápia vermelha e extrator de tambor.

Figura 4 - Planejamento experimental da extração da CMS, de tilápia utilizando duas variedades e dois equipamentos de extração.

2.3.3 Procedimentos analíticos

2.3.3.1 Avaliação da porcentagem de “espinhaço”, cabeça e vísceras

A carcaça residual de filetagem foi pesada por lote, separada em cabeça, vísceras e “espinhaço” e pesada. Calculou-se a porcentagem de cabeça, vísceras e “espinhaço” em relação ao peso total da carcaça residual de filetagem.

2.3.3.2 Avaliação do rendimento do processo

Os “espinhaços” das duas variedades de tilápia, após a extração nos dois equipamentos citados no item 1.3.1, foram em separados em três lotes de

aproximadamente 2,5kg cada. Extraíu-se a carne mecanicamente separada (CMS) e os resíduos ósseos e pesou-se em seguida. Calculou-se o rendimento, em porcentagem, de CMS para os quatro tratamentos em relação ao peso dos “espinhaços” antes das extrações.

2.3.3.3 Temperatura de aquecimento da CMS na extração

Mediu-se a temperatura, com termômetro de tipo espeto marca Testo, modelo 106, do “espinhaço” antes da extração e da CMS, imediatamente após finalizada a extração de cerca de 5 minutos, sendo calculada a média das leituras. As medidas foram realizadas em triplicata.

2.3.3.4 Determinação de pH

Foi utilizado pHmetro marca Digimed, modelo DM2, com eletrodo de penetração. As leituras foram efetuadas introduzindo o eletrodo diretamente nas amostras de CMS.

2.3.3.5 Composição centesimal

Foram determinados os teores de umidade, proteína, lipídeo e cinza segundo metodologia descrita por *Association of Analytical Communities* (2012).

2.3.3.6 Cor objetiva

A cor objetiva foi determinada através das leituras de L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo) utilizando o espectrofotômetro portátil CM 508d – MINOLTA no sistema CIELAB, iluminante D65, ângulo de iluminação de 10° (MINOLTA, 1994).

2.3.3.7 Teor e tamanho de partículas ósseas

A determinação do teor de partículas ósseas foi realizada através da digestão alcalina do produto, de acordo com Beraquet et al (1989). Seguido do cálculo do teor de ossos, sendo:

$$\% \text{ osso desidratado} = \frac{\text{massa osso seco}}{\text{massa da amostra}} \times 100$$

Em que: massa osso seco = massa (placa + ossos) – massa placa.

Determinou-se o tamanho médio das partículas ósseas através de peneira padrão marca Granutest, com aberturas de 0,5mm, 0,85mm e 2mm., seguido do cálculo do teor de ossos por tamanho.

$$\% \text{ osso} = \frac{\text{massa osso de cada peneira}}{\text{massa total de ossos}} \times 100$$

2.3.4 Avaliação estatística

A análise estatística foi realizada com o software SAS (V 9.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC), para análise de variância (ANOVA), a variável fixa foram os quatro tratamentos (CPSPA, CMSVA, CMSPT, CMSVT) e a variável aleatória foram as três repetições de processamento.

2.4 Resultados e Discussão

As porcentagens em “espinhaço”, cabeça e vísceras dos resíduos de filetagem para tilápia híbrida e preta estão apresentadas na Tabela 2. Silva et al (2009), encontraram valores médios de 21,45% para cabeças e 12,43% para vísceras. Os valores de vísceras apresentaram-se maiores nesta pesquisa em relação à literatura, mesmo submetidos ao processo de depuração por 12 horas.

Tabela 2 - Distribuição (%) dos resíduos em “espinhaço”, cabeça e vísceras

Espécie	“Espinhaço” (%)	Cabeça (%)	Vísceras (%)
Tilápia vermelha (n=6)	43,2 (2,12)	41,0 (2,58)	15,4 (3,7)
Tilápia preta (n=6)	42,7 (0,94)	41,5 (6,03)	15,9 (12,9)

Média e desvio-padrão

Houve diferença estatística ($P \leq 0,05$) entre os rendimentos e as temperaturas de extração entre os tratamentos e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Rendimento em CMS e temperatura da CMS no processamento

Tratamentos	Rendimento em CMS (%)	Temperatura (°C)
CMSPA (n=3)	58,5 (6,9) ^A	6,8 (1,2) ^B
CMSPT (n=3)	19,4 (3,2) ^B	14,2 (6,1) ^A
CMSVA (n=3)	61,7 (1,7) ^A	7,6 (0,3) ^B
CMSVT (n=3)	21,1 (3,9) ^B	13,9 (6,6) ^A
Valor de P	0,0001	0,019

Média (desvio-padrão). Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos ($P \leq 0,05$). Sendo: PA: Tilápia Preta despulpadora de Anéis PT: Tilápia Preta despulpadora Tambor VA: Tilápia Vermelha despulpadora de Anéis VT: Tilápia Vermelha despulpadora Tambor. n: número de caixas com aproximadamente 20kg de carcaça residual.

Os rendimentos através de uma passagem obtidos na desossadora de anéis, operando com uma pressão de ajuste de 2 voltas de abertura, foram menores (58,5% e 61,7% para tilápia preta e vermelha, respectivamente) ao relatado por Kirschnik (2007) que obteve 75% de rendimento para carcaça de tilápia preta, utilizando o mesmo tipo de equipamento. Esta diferença pode estar relacionada ao ajuste de pressão do equipamento.

Para a extração na despulpadora de tambor, o ajuste da esteira foi aferido no ponto máximo, mas foi necessário processar o “espinhaço” três vezes para aumentar o rendimento de extração, porém foram obtidos valores menores, de 19,4% e 21,1%, respectivamente para a tilápia preta (*Oreochromis niloticus*) e vermelha (*Oreochromis spp*), em relação ao equipamento de anéis. Biscalchin Grýschek (2003) encontrou valores de extração de 51,73% para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e 65,96% para tilápia vermelha (*Oreochromis spp*) utilizando, equipamento tipo cinta; e Neiva (2003) encontrou valores de 55,28% com amostras de sardinha (*Sardinella brasiliensis*). Portanto, a despulpadora de tambor apresentou valor inferior de extração mecânica que os encontrados na literatura. De acordo com Beraquet (2000), os fatores que influenciam o rendimento, composição e características da CMS são o tipo e origem da matéria prima, relação carne/osso e a regulagem do equipamento. A temperatura da CMS na extração apresentou-se da ordem de 7,35°C na despulpadora de anéis e 14,5°C na despulpadora de tambor. Considerando que a matéria prima durante o processo deva permanecer a temperatura abaixo de 10°C, a extração na despulpadora de anéis foi adequada, pois se mostrou abaixo deste valor. Para a despulpadora de tambor o fato de processar por três vezes para aumentar o rendimento, levou a se obter a

temperatura do processo mais elevada podendo se constituir em um ponto crítico, mesmo com a temperatura controlada de 15°C da planta piloto do CTC.

O fator chave na fase de obtenção da CMS é o tamanho das perfurações no cilindro da máquina despoldadeira que, geralmente, é de 1 a 5mm. Perfurações de tamanho médio, de 3 a 4mm parecem ser adequadas com relação à quantidade e produção, enquanto perfurações menores produzem carne mais “fina” e livre de carne escura e tecido conjuntivo (LEE, 2011).

As Figuras 5 e 6 apresentam a CMS e os resíduos ósseos, a partir da despoldadora tipo tambor e tipo anéis.

Na avaliação visual (Figura 5) observa-se maior integridade no resíduo ósseo do tratamento CMST, tanto para a espécie vermelha como para a preta. A aparência da CMS de ambos os tratamentos é de “carne moída”.

No tratamento anéis (Figura 6) a CMS apresentou-se “pastosa” e o resíduo ósseo apresentou-se em menores partículas. Percebem-se na CMS da tilápia preta os pontos escuros da pele; já na CMS da tilápia vermelha há poucos pontos escuros.



Figura 5 - CMS e respectivo resíduo ósseo da despoldadora tipo *belt and drum* (tambor) da tilápia preta (esquerda) e vermelha (direita)



Figura 6 - CMS e respectivo resíduo ósseo da despoldadora tipo anéis da tilápia preta (esquerda) e vermelha (direita)

A Tabela 4 apresenta o rendimento em CMS, conforme a espécie e o tipo de equipamento utilizado, bem como a descrição da fração óssea.

Tabela 4 - Rendimento em CMS e quantidade e tamanho de ossos

Tratamentos (Rendimento de extração)	Ossos g/100g	Tamanho de ossos (distribuição nas peneiras-%)			
		%>2,0mm	% >0,84mm	%>0,5mm	%<0,5mm
CMSPA (58,5%)	0,33 (0,05) ^A	0,0 (0,0) ^B	2,7 (1,7) ^B	15,6 (3,0) ^A	81,7 (4,6) ^A
CMSPT (19,4%)	0,10 (0,10) ^B	1,4 (3,3) ^{AB}	20,5 (17,3) ^{AB}	9,5 (2,9) ^A	77,0 (6,5) ^A
CMSVA (61,7%)	0,34 (0,06) ^A	0,0 (0,0) ^B	2,0 (1,8) ^B	9,7 (5,3) ^A	88,2 (5,8) ^A
CMSVT (21,1%)	0,12 (0,08) ^B	3,4 (2,4) ^A	27,0 (15,0) ^A	13,3 (3,7) ^A	64,6 (11,7) ^A

Média (desvio-padrão).n=3 Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

Sendo: PA: Tilápia Preta despulpadora de Anéis PT: Tilápia Preta despulpadora Tambor VA: Tilápia Vermelha despulpadora de Anéis VT: Tilápia Vermelha despulpadora Tambor.

A presença de partículas de ossos em produto de pescado desestimula o consumo, sendo considerada como um perigo à saúde, uma vez que estas partículas podem causar injúrias na boca, esôfago, pulmões, estômago e intestinos (RASEKN, 1979).

O teor de ossos foi maior na CMS proveniente da despulpadora de anéis, tendo ocorrido diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os equipamentos e não entre as espécies. Bibwe (2013), estudando velocidades do tambor de 14 e 21 rotações por minuto (rpm), encontrou valores para teor de ossos de 0,21 e 0,38%, respectivamente.

A quantificação dos ossos apresentou diferença significativa ($P \leq 0,05$), conforme a despulpadora utilizada, sendo maior na de anéis que funciona com o processo de moagem, seguida da separação por compressão; a despulpadora de tambor funciona com o processo de compressão do “espinhaço” entre a esteira e o tambor. Na desossa mecânica da despulpadora de tambor, são encontrados vários tamanhos do orifício do tambor; o grau de ajuste do equipamento, durante a operação, afeta o tamanho e a quantidade de ossos deixados no produto (RASEKN, 1979).

A despulpadora de anéis não apresentou ossos no tamanho superior a 2mm. A avaliação de tamanho de ossos mostrou diferenças significativas ($P \leq 0,05$) nas

dimensões >0,84 mm e >2,0 mm. O tamanho das partículas ósseas é um fator, preponderante para a textura, não devendo as partículas de ossos apresentarem-se maiores que 0,5 mm para que não sejam detectadas sensorialmente, pois estas conferem a sensação de “arenosidade” aos produtos à base de CMS (FIELD, 1981).

A Tabela 5 apresenta a composição centesimal da CMS de tilápia preta e vermelha extraída na desossadora de anéis e de tambor. Observa-se que os teores de umidade e proteína, apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os equipamentos. O teor de cinza está relacionado à porcentagem de ossos na separação mecânica entre carne e ossos nas amostras de CMS. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) encontraram para CMS da tilápia do Nilo extraída com despolpadora de anéis 79,83% de umidade, 15,13% de proteína, 2,91% de lipídeo e 1,35% de cinza.

Tabela 5 - Composição centesimal da CMS de tilápia preta e vermelha extraída na desossadora de anéis e de tambor

Tratamento	Umidade (g/100g)	Lipídeo (g/100g)	Proteína (Nx6,25) g/100g	Cinza (g/100g)
CMSPA	69,45 (2,61) ^B	16,5 (2,86) ^A	12,97 (0,36) ^A	1,08 (0,08) ^A
CMSPT	75,22 (1,02) ^A	12,57 (1,23) ^{BC}	11,65 (0,59) ^B	0,56 (0,03) ^D
CMSVA	71,15 (2,55) ^B	15,22 (2,07) ^{AB}	12,77 (0,56) ^A	0,95 (0,06) ^B
CMSVT	75,38 (1,33) ^A	12,35 (1,65) ^C	11,63 (0,66) ^B	0,64 (0,04) ^C
Valor de P	<0,0001	0,0002	0,0001	<0,0001

Sendo: PA: Tilápia Preta despolpadora de Anéis PT: Tilápia Preta despolpadora Cinta VA: Tilápia Vermelha despolpadora de Anéis VT: Tilápia Vermelha despolpadora Cinta.

Média (desvio-padrão). Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

Não há regulamento técnico para CMS de tilápia, mas se compararmos os resultados obtidos nas amostras CMSPA, CMSVA, CMSPT e CMSVT com os requisitos da Instrução Normativa 4, de 31 de março de 2000, que trata do regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de CMS de aves, bovinos e suínos; e o Ofício Circular nº 15/2006, de 22 de dezembro de 2006, que trata da homologação dos sistemas avançados de recuperação mecânica de carne de aves (Tabela 6), esses teores atenderiam aos requisitos sensoriais (Figura 7), teor de lipídeo e pH para ambos os processos. Os resultados obtidos na

despoldadora de anéis também atenderiam aos requisitos de teor de proteínas e umidade, conforme legislação para outras carnes.

No entanto, será necessário padronizar estes teores para a CMS de pescado, estabelecer os limites mínimos e máximos em função das peculiaridades da carne de pescado e, principalmente das características dos equipamentos empregados, haja vista a diferença estatística observada para os componentes da composição centesimal, como umidade e proteína, por exemplo, após a ação mecânica e para uma mesma variedade.

Tabela 6 - Características da CMS de aves, bovinos e suínos e CMS recuperada de aves

		CMS de aves, bovinos e suínos (1)	Carne recuperada de aves (2)
Extração	Temperatura CMS	Não superior a 10°C	Não superior a 10°C
Características sensoriais	Cor Odor Textura	Característica Característica Pastosa	Característica Característica Com aparência de carne moída (grânulos de carne)
Características físico-químicas	Proteína (mínima)	12%	14%
	Gordura (máxima)	30%	15%
	Umidade (máxima)	NC	73%
	Ferro (máximo)	NC	2,50mg/100g
	Colágeno (máximo)	NC	0,13g/100g
	pH	NC	6,4 a 6,8
	Teor de cálcio (máximo)	1,5% (base seca)	1,0% (base seca)
	Índice de peróxido (máximo)	1 mEq KOH por kg de gordura	0,5 mEq KOH por kg de gordura
	Diâmetro dos ossos	98% deverão ter tamanho(máx.)0,5mm	NC
	Largura (máx.)	0,85mm	NC
Características microbiológicas	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	n=5, c=2 , 25g	NC
	<i>S.aureus</i> (UFC/g)	n=5, c=2, m=5x10 ² M= 5x10 ³	NC
	<i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g)	n=5, c=2, m=1x10 ² , M=1x10 ³	NC

Fontes:1. Instrução Normativa 4, de 31 de março de 2000 que trata do regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos.
2.Ofício Circular nº 15/2006, de 22 de dezembro de 2006 que trata da homologação dos sistemas avançados de recuperação mecânica de carne de aves.

O valor de pH das CMS resfriadas variaram de 6,53 a 6,67 e não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) na média entre os tratamentos CMSPA, CMSVA, CMSPT e CMSVT. A literatura relata aumento nos valores de pH de 6,50 a 7,07 em CMS de peixes amazônicos estocados por 150 dias sob congelamento (JESUS, 2001).



Figura 7 - CMS de tilápia vermelha em equipamento tipo tambor e tipo anéis (parte superior) e CMS de tilápia preta em equipamento tipo tambor e tipo anéis (parte inferior)

Os parâmetros de cor objetiva L^* , a^* , b^* das CMS estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Cor objetiva da CMS de tilápia preta e vermelha extraída na desossadora de anéis e de tambor

Tratamento	Cor L*	Cor a*	Cor b*
CMSPA	50,35 (5,58) ^A	6,54 (2,39) ^B	10,60 (1,72) ^A
CMSPT	43,19 (5,05) ^B	11,12 (2,45) ^A	13,27 (4,27) ^A
CMSVA	52,73 (5,88) ^A	7,14 (2,07) ^B	12,24 (1,23) ^A
CMSVT	41,11 (6,74) ^B	10,75 (1,91) ^A	9,92 (8,60) ^B
Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,0293

Sendo: PA: Tilápia Preta despolpadora de Anéis PT: Tilápia Preta despolpadora Tambor VA: Tilápia Vermelha despolpadora de Anéis e VT: Tilápia Vermelha despolpadora Tambor.

Média (desvio-padrão). Médias com letras maiúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos $P \leq 0,05$.

A cor visual externa dos espinhaços é distinta, sendo uma de cor preta/cinza (tilápia preta) e outra vermelha/cinza (tilápia vermelha). Ao se comparar a CMS obtida de cada equipamento, para a despolpadora de anéis, a cor se apresentou com valores maiores de L* e menores de a*. A moagem da CMS na despolpadora de anéis apresenta uma tendência à maior exposição da medula óssea e, conseqüentemente, a um aumento do teor de gordura na CMS extraída, aumentando os teores de branco (L*) e diminuindo o teor vermelho (a*). A CMS extraída na despolpadora de anéis apresenta cor mais clara e menos avermelhada, enquanto que a CMS extraída na despolpadora de tambor apresenta cor mais escura e mais avermelhada (Figura 7). Huang, 1996 relatou valores de L* (49,11), a* (7,33) e b* (5,52) de CMS de tilápia preta extraído em despolpadora tipo tambor de 4mm.

2.5 Conclusões

Os resultados permitem que se estabeleça o padrão, ainda não existente na legislação brasileira para estes coprodutos, tanto em função da variedade de tilápia, a híbrida vermelha e a preta, como para os equipamentos de extração tipo anéis e tipo tambor testados neste experimento.

A despolpadora tipo rosca-sem-fim e composta por anéis apresentou melhores resultados para os quesitos extração mecânica, rendimento, menor elevação da temperatura e tamanho de ossos, em comparação à despolpadora tipo tambor ou *belt and drum*.

Neste estudo não se percebeu diferença entre as variedades submetidas à extração nos dois tipos de equipamentos.

Referências

ALASALVAR, C.; TAYLOR, T. **Seafoods: quality, technology and nutraceutical applications**. Berlin: Springer, 2002. 224 p.

ANGELINI M.F.C. **Desenvolvimento do produto de conveniência Quenelle de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2010. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES **Official methods of Analysis of Official Analytical Chemists**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 1018p

BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.E.L.; ARIMA, H.K.; SILVA, R.Z.M. da. Efeito das condições de processamento e tipo de matéria-prima no rendimento e na composição de carne de frango mecanicamente separada. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 196-203, jul./dez. 1989.

BEQUERAT, N.J. Carne mecanicamente separada de aves. In: SEMINÁRIO E CURSO TEÓRICO PRÁTICO, 2000, Campinas, 2000. **Agregando valor a carne de aves**. Campinas: ITAL, 2000. v. 1, p.59-70.

BETCHTEL P.J. Properties of different fish processing by-products from Pollock, cod and salmon. **Journal of Food Processing Preservation**, Wyndmoor, v. 27, p. 101-116, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000**. Regulamentos técnicos de Identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de lingüiça e de salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abril 2000. Seção 1, p. 6-10.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Relatório Sobre Análise de Gordura e Colesterol em Peixes**. Brasília, 2011.40p.

BORGHESI, R. O aproveitamento do resíduo do pescado é uma questão de Sustentabilidade. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 5., 2012, Santos. **Anais...** Santos: Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio/Instituto de Pesca, 2012. p. 1-6.

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GMF, 2007. 270 p.

BIBWE, B.R.; HIREGOUDAR, S.; NIDONI, U.R.; ANANTACHAR, M.; SHRESTHA, B. Development of meat bone separator for small scale fish processing. **Journal of Food Technology**, Mysore, v. 50, n. 4, p. 763-769, 2013.

BOOMAN, A.; MARQUEZ, A.; MARIA, A.P.; AURORA, Z. Design and testing of fish bone separator machine. **Journal of Food Engineering**, Berkeley, v.100 p. 474-479, 2010.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Report of the session of the codex committee on fish and fishery products**. Appendix VIII: Proposed draft code for minced fish. Fourteenth Session, 1981. Bergen- Norway. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/satandards/10273/CXP_052e.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e invertebrados**. Santiago: CECTA, USACH, 2002. 309 p.

DUCKWORTH, L.J.; PETINGA, P.V.; MCGOWAN, P.G. **Thermal techniques of meat bone separator**. 1969. US Patent 3471299.

FAO. WHO Draft revised Standard for quick frozen blocks of fish, “minced”, fish flesh and mixtures of fillets and “minced” fish flesh (Appendix IV). In: CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Report of the 21st Session the Codex Committee on Fish and Fishery Products**. Rome, 1994. p. 47-57.

_____. **Fishery and aquaculture statistics**. Rome, 2014. 243p

FIELD, R.A. Mechanically deboned red meat. **Advances in Food Research**, Singapore, v. 27, p. 109-147, 1981.

FIELD, R.A.; RILEY, M.L.; CORBRIDGE, M.H. Influence of yield on calcium content of mechanically deboned lamb and mutton. **Journal of Food Science**, Malden, v. 39, n. 2 ,p. 282-287, 1974.

FRONING G.W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in Food Research**, Essex, v. 27, p. 110-143, 1981.

GARTHWAITE, T. Fish quality. In: BRATT, L. (Ed.). **Fish canning**. Oxford: Blackwell, 2010. p. 102-131.

GRAHAM J. **Planning and engineering data**. 3. Fish Freezing. Rome: FAO, 1984. 126p. (FAO Fish Circular, 1771).

GRYSCHEK, S.F.B. **Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de minces elaborados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp*)**. 2001. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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**, Lyngby, v. 12, n. 3, p. 5769, 2003.

HAIJ-ISA, N.M.A.; CARVALHO, E.S. Desenvolvimento de biscoitos, tipo salgado, enriquecidos pela adição de merluza. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 313-318, 2011.

HILSDORF, A. Híbrido robusto. **Revista FAPESP**, São Paulo, n. 163, set. p. 74-77, 2009.

HUANG Y.W.; ABDEL-AAL H.A.; AEAD A.H. Properties of surimi made from tilapia. In: ANNUAL CONFERENCES TROPICAL AND SUBTROPICAL SEAFOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY SOCIETY OF THE AMERICAS, 19., 1996, Miami. **Proceedings...** Miami: University of Florida, 1996. p. 273-289.

JESUS, R.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de "minced fish" de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 144-148, ago. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jun. 2015

KEAY J.N. **Minced fish**. Aberdeen: Torry Research Station, 2001. 6 p. (Torry Advisory Note, 79).

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 102 p. (Doutorado em Aquicultura) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

KUHN, R.; TORRES, L.M.; ALAFARO, A.T.; HERNANDEZ, C.P.; SOARES, G.J.D. Avaliação reológica e físico-química da gelificação térmica do surimi de jundiá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1793-1798, 2008. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008001200021&lng=en&tlng=pt.10.1590/S0100-204X2008001200021>. Acesso em: 01 maio 2015.

LEE, C.M. Technical strategies for developments of formulated seafood products from mince. In: SHAHIDI, F.; JONES, Y.; KITTS, D.D. (Ed.). **Seafood: safety, processing and biotechnology**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 119-129.

_____. Fish mince: cryostabilization and product formulation. In: ALASAVAR, C.; SHAHIDI F.; MIYASHITA K.; WANASUNDARA U. **Handbook of seafood quality, safety and healthy applications**. Oxford: Blackwell, 2011

MACHADO, I. Surimi e produtos derivados. In: MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas: ITAL, 1994. 57p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Osaka, 1994. 49 p.

MORAIS, C.; MARTINS J. Considerações sobre o aproveitamento de sobras de industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Bol. ITAL**, Campinas, v. 18, p. 253-281, 1981.

MOREIRA, A.A.; MOREIRA, H.L.M.; HILSDORF, A.W.S. Comparative growth performance of two Nile tilapia (chitralada and red-stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND-56. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 36, n. 11, p. 1049-1055, 2005.

NEIVA, C.R.P. **Obtenção e caracterização de *Minced Fish* de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem após congelamento**. 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____. Carne mecanicamente separada (CMS). In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 201.

NEWMAN, B.P. The separation of meat from bone: a review of the mechanics and the problems. **Meat Science**, Essex, v. 5, n. 3, p. 171-200, 1980/1981.

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

_____. Tecnologias emergentes para o processamento de pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO J.E.P.; URBINATI E.C.; FRACALOSSO D.M.; CASTAGNOLLI N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 481-500.

OETTERER, M.; VALÉRIO, A.C.R.; SZENTTAMASY, E.R.; BARBOSA, S.M.B.; MORENO, I.A.M. Aproveitamento da biomassa residual da industrialização do pescado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, nº, 1992, São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro:SBCTA, 1992. p.13.

OHSHIMA, T.; SUZUKI, T.; KOIZUMI, C. New developments in surimi technology. **Trends in Food Science and Technology**, Norwich, v. 4, p. 157-163, 1993.

PAN, M.H.; TSAI, M.; CHEN, W.; HWANG, A.; PAN, B.S.; HWANG, Y.; KUO, J. Purification and characterization of a fish scale-degrading enzyme from a newly identified *Vogesella* sp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Freising, v. 58, p. 12541-12546, 2010.

RAMIREZ, J.A.; URESTI, R.M.; VELAZQUEZ, G.; VÁZQUEZ, M. Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 25, p. 1842-1852, 2011.

RASEKH, J. A study of fish bones as a quality factor in seafood products. In: ANNUAL TROPICAL AND SUBTROPICAL FISHERIES TECHNOLOGICAL CONFERENCE OF THE AMERICAS, 4., 1979, Yucatan. **Proceedings...** Yucatan: Florida Sea Grant Publications, 1979. p.86-88.

RUIVO, U.E. Controle de pontos críticos no processamento e na conservação de carcaças e aparas para obtenção da carne de pescado separada mecanicamente. In MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas: ITAL, 1994. p. 76.

SILVA, E.V.C.; SILVA G.F.; AMARAL A.J.L. Elaboração e caracterização do fiambre de peixe a partir da Gurijuba (*Arius parkeri*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p. 15-24, 2008.

SILVA, F.V.; SARMENTO, N.L.A.F.; VIEIRA, J.S. TESSITORE, A.J.A.; OLIVEIRA, L.L.S.; SARAIVA E.P. Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nylo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1407–1412, 2009.

STEVANATO, F.B.; PETENUCCI, M.E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M.C.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.E.L.; ALMEIDA, V.V.; VISENTAINER, J.V. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 567-571, 2007.

SUCASAS, L.F.A.; OETTERER, M. O resíduo do pescado e seu aproveitamento: uma questão de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 5., 2012, Santos. **Anais...** Santos: Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio/Instituto de Pesca, 2012. p. 1-6.

SUCASAS, L.F.A.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Aproveitamento de resíduos reduz desperdícios e poluição ambiental. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 150, jul./dez. 2012.

SUWANRANGSI, S. Development of minced fish industry in Thailand. In: ANNIVERSARY SEMINAR ON DEVELOPMENT OF FISH PRODUCTS IN SOUTHEAST, 20., 1987, Singapore. **Proceedings...** Singapore:SEAFDEC, 1987. p. 81-86.

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**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.

TOLDRA, F.; ARISTOY, M.A.; MORA, L.; REIG, M. Innovations in value additions of edible meat by products. **Meat Science**, Essex, v. 92, n. 3, p. 290-296, 2012.

VENUGOPAL, V. **Seafood processing: adding value through quick freezing, retortable packaging, cook chilling and other methods**. New York: Taylor & Francis, 2006. 485 p.

VIDOTTI, R.M.; BORINI, M.S.M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 96, p. 38-41. 2006.

VIEIRA, V.A.R.O.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. The fatty acid profiles and energetic substrates of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) strains, red-stirling and chitralada, and their hybrid. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 565-576, 2012.

WHITTLE, K.J.; HOWGATE, P. **Glossary of fish technology terms, fisheries industries**. Rome: FAO, Division of the Food and Agriculture, 2000. 1580p.

YOUNG, L.L. Aqueous extraction of protein isolate from mechanically deboned poultry meat. **Journal of Food Science**, Malden, v. 40, n. 6, p. 1115-1118, 1975.

Anexos

Anexo A - Composição centesimal da carne mecanicamente separada de tilápia preta e vermelha extraídas em despolpadora tipo rosca-sem-fim (Anéis-A) e *belt and drum* (Tambor-T)

	REPETIÇÃO	CMS PA	CMS VA	CMS PT	CMS VT
UMIDADE g/100g	1	71,87±0,22	73,39±1,20	74,89±0,77	75,68±0,99
	2	66,24±0,77	71,42±0,28	74,41±0,53	76,56±0,62
	3	70,25±0,16	68,65±0,19	76,37±0,47	73,92±0,59
LIPÍDEO g/100g	1	13,81±0,08	13,79±1,15	13,08±1,05	12,33±1,13
	2	20,19±0,52	14,19±0,59	13,43±0,66	10,85±1,93
	3	16,86±0,08	17,70±1,21	11,21±0,50	13,54±0,73
PROTEÍNA g/100g	1	13,09±0,48	12,98±0,18	10,90±0,40	11,04±0,29
	2	12,94±0,42	13,23±0,32	11,98±0,17	12,35±0,58
	3	12,89±0,47	12,14±0,42	11,83±0,61	11,52±0,23
CINZA g/100g	1	1,14±0,04	0,91±0,04	0,56±0,02	0,69±0,00
	2	1,14±0,04	0,93±0,02	0,55±0,03	0,64±0,06
	3	0,98±0,01	1,04±0,05	0,59±0,04	0,63±0,02

*Repetições de processo em tempos diferentes n=3

Anexo B - Teor e tamanho de ossos da CMS de tilápia preta e vermelha extraída em despulpadora tipo rosca-sem-fim” (Anéis-A) e *belt and drum* (Tambor-T)

	REPETIÇÃO	CMS PA	CMS VA	CMS PT	CMS VT
TEOR DE	1	0,38±0,01	0,30±0,03	0,03±0,00	0,06±0,01
OSSOS	2	0,37±0,03	0,31±0,04	0,08±0,01	0,11±0,01
g/100g	3	0,26±0,03	0,43±0,01	0,18±0,02	0,21±0,01
%ossos >0,5mm	1	19,03±0,45	6,9±1,00	11,03±0,85	16,77±0,20
	2	12,73±1,94	5,77±0,03	5,91±0,60	11,09±5,40
	3	15,00±1,42	16,51±0,91	11,51±1,52	12,00±0,67
%ossos >0,84mm	1	4,26±0,05	4,00±0,33	42,29±5,21	39,93±5,58
	2	0,69±0,98	0,00±0,00	6,57±0,53	11,58±3,51
	3	3,22±0,86	2,12±0,46	12,62±2,29	29,65±15,92
%ossos >2,0mm	1	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	4,52±2,28
	2	0,00±0,00	0,00±0,00	4,08±5,77	3,07±4,34
	3	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,73±0,67
%ossos <0,5mm	1	76,71±0,41	89,1±0,67	71,69±4,36	63,79±8,06
	2	86,57±2,92	94,23±0,03	83,44±6,88	74,27±4,57
	3	81,79±0,56	81,37±1,37	75,87±0,76	55,64±15,93

*Repetições de processo em tempos diferentes; n=3

Anexo C - Cor objetiva das carnes mecanicamente separada de tilápia preta e vermelha extraídas em despulpadora tipo rosca-sem-fim” (Anéis-A) e *belt and drum* (Tambor-T)

	REPETIÇÃO	CMS PA	CMS VA	CMS PT	CMS VT
L*	1	44,61±3,82	48,24±3,01	44,23±2,70	47,64±2,17
	2	56,54±2,29	50,15±2,07	37,35±3,23	36,10±4,14
	3	49,92±1,13	59,81±3,59	44,89±2,00	49,48±1,24
a*	1	8,87±1,99	9,16±1,29	9,40±1,73	10,29±2,12
	2	4,23±1,17	7,23±1,12	12,82±2,67	11,11±1,75
	2	6,53±1,10	5,06±1,27	12,19±2,06	10,11±0,66
b*	1	8,87±1,07	11,19±0,72	17,23±1,16	19,37±1,38
	2	12,05±1,26	12,09±0,83	7,92±2,83	2,66±1,71
	3	10,90±1,03	13,44±0,95	14,39±1,94	14,46±0,92

*Repetições de processo em tempos diferentes; n=3

3 ESTABILIDADE FÍSICA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E TILÁPIA PRETA ARMAZENADAS CONGELADAS

Resumo

A CMS (carne mecanicamente separada) é a fração comestível do pescado processado, que pode ser utilizada como food ingredient, possibilitando maior flexibilidade nos processos de industrialização. A matéria-prima de qualidade é fundamental para se obter um produto diferenciado, inovador e com valor agregado. O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade da CMS da tilápia híbrida vermelha (*Oreochromis niloticus* var. Red Stirling) (CMSV) e da tilápia preta (*Oreochromis niloticus*) (CMSP) armazenadas a -20°C, o estudo de vida útil foi realizado nos dias 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90. Foram realizadas as análises de composição centesimal, teor e tamanho dos ossos, análise de oxidação lipídica (TBARS), pH, cor objetiva (L^* , a^* , b^* , C^* , h^0) e avaliação microbiológica (*Salmonella* spp., coliformes termo tolerantes (45°C), estafilococos coagulase positiva e contagem total de psicotróficos). A avaliação da vida útil indicou que coprodutos da tilápia híbrida vermelha (CMSV) e tilápia preta (CMSP) apresentaram padrões microbiológicos, valores de pH e oxidação lipídica aceitáveis ao longo do estudo, mesmo apresentando perda de cor ao longo do armazenamento. Comparando-se os tratamentos, o teor lipídico na CMSP é maior que na CMSV, a intensidade da cor vermelha (a^*) na CMSV é maior e apresenta uma cor mais saturada (C^*) que a CMSP. Concluiu-se que a CMS de tilápia híbrida vermelha (CMSV) e de tilápia preta (CMSP) se constituem em alternativas viáveis para o aproveitamento de resíduos do processamento.

Palavras-chave: CMS de pescado; *Minced fish*; Tilápia; Armazenamento congelado; Ossos; Cor; Vida útil

Abstract

The mechanically recovery meat (MRM) is the edible processed fish; it can be used as a food ingredient, allowing greater flexibility in the process of industrialization. The raw material quality is fundamental to obtain a differentiated product, innovative and with added value. In order to assess the quality of MRM of red hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* var. Red Stirling) and black Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), the products were kept under freezing at -20° C and being evaluated at the following times: 0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days. The proximate composition, content and size of the bones, lipid oxidation, pH, objective color and microbiological evaluation for *Salmonella* spp., coliform bacteria to 45° C, *Staphylococcus* spp. and total count of psychrotrophics were carried out. The evaluation of shelf life indicated that co-products from red hybrid tilapia and black Nile tilapia had microbiological standard, pH values and lipid oxidation was satisfactory in this study. However, MRM tends to lose color throughout the storage period. In compared of treatments, the lipid contend was higher in MRM of black Nile tilapia and the intensity of the red color (a^*); and the saturated color (C^*) in red tilapia MRM were significantly larger than in black tilapia MRM. The MRM of red hybrid tilapia and black Nile tilapia are viable alternatives for the recovery of waste processing.

Keywords: Mechanically deboned meat; Minced fish; Tilapia; Freezing storage; Bones; Color; Shelf life

3.1 Introdução

O pescado é consumido principalmente como fonte de proteína, tanto na alimentação humana como animal. O músculo de pescado é composto de proteína de elevado valor biológico, por conter os aminoácidos essenciais, sendo um alimento responsável pelo aporte em proteína animal para muitas das nações (SGARBIERI, 1996).

Uma espécie de peixe é composta de carne comestível e o coproduto descartado, porém recuperável. Este é predominantemente composto de vísceras, cabeça, ossos, pele e escamas, podendo estas partes, seguirem para o processamento da farinha de pescado ou fertilizante; entretanto, a maioria é descartada e considerada sem valor comercial (PAN, 1990).

A qualidade do pescado e de coprodutos está relacionada a fatores como a origem dos peixes, a carga microbiana da matéria prima, a manipulação durante a captura e filetagem e as formas de armazenamento (NEIVA et al., 2012).

Carcaças ou espinhaço de peixe, com carne residual remanescente em sua estrutura resultante do processo de filetagem, somada às aparas geradas nesta operação, formam o conjunto de material comestível descartado pelas indústrias de pesca. Por não haver tempo hábil para a sua coleta, lavagem, conservação, extração e congelamento, este material deixa de ser utilizado, inclusive por falta de espaço físico na câmara de estocagem (RUIVO, 1994).

As técnicas mecanizadas de filetagem permitem melhor aproveitamento da carne, aumentando o rendimento em 30 a 45%, em média. Entretanto, as alterações ocorridas com a separação mecânica facilitam o processo de deterioração da biomassa durante a estocagem. A eventual decomposição microbiana e a modificação excessiva na textura são os mais críticos (PASCUET, 1994).

Muitos fatores relacionados com o equipamento de extração podem afetar a qualidade do produto final. Por exemplo, a pressão aplicada sobre a matéria prima, que quando aumentada leva a uma maior quantidade de ossos, pele e outros resíduos não cárneos no produto final, tornando o processo sensivelmente menos eficiente, resultando em material com teores mais elevados de gordura e mineral. A manutenção do equipamento é outro fator que afeta a qualidade. As superfícies

cortantes devem estar sempre afiadas, pois influenciam na textura e consistência do produto final (FRONING; MCKEE, 2001).

As características da matéria prima têm influência fundamental na qualidade da CMS. É importante que a matéria prima destinada à separação mecânica seja cuidadosamente obtida e conservada a temperaturas inferiores a 4°C (NEWMAN, 1981).

Objetivou-se avaliar a qualidade da CMS de tilápia híbrida vermelha e de tilápia preta quanto às características físicas, químicas e microbiológicas durante os dias 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 de armazenamento a -20°C.

3.2 Revisão Bibliográfica

3.2.1 Legislação

A CMS de pescado é definida como: “o produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de pescado com características sensoriais similares, submetidas ao processo de separação mecânica, resultando em partículas de tecido muscular isentas de ossos, vísceras e pele” (CAC, 1981).

No Brasil, a CMS de pescado não é normatizada, porém, constitui-se em matéria prima para a elaboração de vários produtos, inclusive produtos semi-prontos para consumo.

Segundo a Instrução Normativa nº 4 que trata do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de, CMS de aves, bovinos e suínos, “entende-se por CMS, a carne obtida por processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais de açougue, destinada à elaboração de produtos cárneos específicos. Devem ser utilizados unicamente ossos, carcaças ou partes de carcaças de animais de açougue (aves, bovinos e suínos), que tenham sido aprovados para consumo humano pelo SIF (Serviço de Inspeção Federal). Não poderão ser utilizadas cabeças, pés e patas. Características sensoriais: cor característica, odor característico e textura pastosa. Mínimo de 12% de proteína, máximo de 30% de gordura, máximo de 1,5% (base seca) de cálcio, 98% deverão ter tamanho (máximo) de 0,5mm e largura máxima de 0,85mm e índice de peróxido máximo de 1mEq/ kg de gordura” (BRASIL, 2000).

Segundo Ofício Circular n. 15/2006 da Coordenação Geral de Inspeção do MAPA de 22 de dezembro de 2006, “entende-se por carne de aves, mecanicamente recuperada, mediante o emprego de sistemas avançados de recuperação mecânica,

a carne obtida por processo mecânico no qual a matéria prima, constituída por carcaças e partes de carcaças de aves, é submetida à pressão, ocorrendo a separação do tecido muscular dos tecidos ósseos. Os ossos resultantes dos processos de recuperação tem de ser perfeitamente reconhecíveis para garantir que os mesmos não foram esmagados, moídos ou pulverizados. Espera-se, outrossim, que ossos ou constituintes de ossos, presentes nos produtos derivados destes sistemas de recuperação, não ultrapassem as quantidades encontradas no produto obtido por desossa manual. As carnes obtidas com o emprego da mencionada tecnologia são consideradas como equivalentes às carnes obtidas por processo manual de desossa. Serão utilizados unicamente cortes, carcaças e partes de carcaças de aves que tenham sido aprovados para consumo humano pelo SIF. Não poderão ser utilizados cabeças, pés, vísceras, pele e matéria prima com coágulo sanguíneo. O processo de quebra e recuperação mecânica efetuar-se-á de maneira que as carcaças e partes de carcaças sigam um fluxo na produção. A carne mecanicamente recuperada não poderá apresentar, ao final do processo, temperatura superior a 10°C e deverá seguir, imediatamente, para refrigeração ou congelamento. Proteína mínima de 14%, gordura máxima de 15%, umidade máxima de 73%, ferro máximo de 2,50mg/100g, colágeno máximo de 0,13g/100g, pH de 6,4 a 6,8, teor de cálcio máximo 1,0% (base seca) e índice de peróxido máximo de 0,5mEq KOH, por kg de lipídeo”.

3.2.2 Composição da CMS

O pescado é um alimento que possui em sua constituição, proteína, vitamina, mineral e lipídeo; é fonte de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3, que são ácidos graxos essenciais, pois não podem ser produzidos no organismo humano, devendo ser obtida através da alimentação (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

O tecido muscular do pescado apresenta valor nutricional elevado, sendo um alimento recomendado na dieta. A proteína do pescado é caracterizada por uma composição desejável em aminoácidos. O pescado é fonte de vitaminas A, e D, bem como de micro e macro nutrientes como cálcio, fósforo, selênio e manganês. O músculo e o resíduo do pescado são fontes de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, que exercem efeitos benéficos e terapêuticos na saúde humana. Os ácidos graxos eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-6) e docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) têm sido objeto de estudos, em função dos seus vários benefícios para a saúde

humana, incluindo a redução de risco a doença cardiovascular, efeitos anti-inflamatórios e anti-trombóticos, redução dos níveis de colesterol sanguíneo e prevenção de câncer (STEVANATO et al., 2007).

Na CMS de pescado, a composição e as propriedades funcionais e sensoriais estão condicionadas à matéria prima e ao processo de extração e armazenamento.

A composição centesimal de CMS pode variar em função de alguns fatores. Field, 1981, estudou a composição de CMS de pescado e encontrou baixos teores de lipídeo de 1,9 a 8,2%, teores de proteína de 11,8 a 14,9%, umidade de 76,9 a 83,4% e cinza de 1,3 a 2,1%. Este autor observou que o Coeficiente de Qualidade Proteica (PER) era de 3,2 para várias espécies de pescado, quando comparada com o valor de PER da caseína, de 2,9. Dessa forma, devido a sua qualidade proteica, a CMS de pescado deve ser utilizada na elaboração de coprodutos.

O conteúdo de ossos na CMS tem sido estimado pela determinação de teor de cálcio e pela determinação do teor e tamanho de ossos presentes na “polpa” (FIELD, 1981, FRONING, 1981). Patashnik et al. (1974) avaliaram o teor de partículas ósseas de CMS de pescado comercial de várias espécies e concluíram que há dependência dos métodos de extração e da matéria prima na qualidade do produto.

O tamanho de partículas ósseas em CMS de pescado é determinado, principalmente pelo tamanho dos orifícios do tambor, sendo que partículas de ossos maiores que 3000 μ m são comuns em CMS de pescado (KEAY, 2001). Quando equipamentos com até 46 mm de abertura são usados, poucas partículas maiores que 850 μ m estão presentes. A quantidade de carne aderida aos ossos afeta o teor de cinza e de cálcio na CMS. O cálcio participa em torno de 37% na composição dos ossos.

Na medula óssea se formam as células sanguíneas e, portanto, tem elevada concentração de hemoglobina contribuindo para a cor vermelha da CMS. Teores elevados de oximioglobina e oxihemoglobina fornecem a cor vermelha desejada para processadores de carne, já para produtos reestruturados a cor pode ser um fator complexo para ajuste (FIELD, 1981).

A cor da CMS de pescado é dependente dos teores elevados de oximioglobina em CMS recém-processada, uma vez que pode ocorrer, durante a estocagem, a oxidação da oxihemoglobina e da oximioglobina, com produção de cor verde e cinza. Elevadas concentrações de metais em pescado, juntamente com

compostos aminas, sulfidrilas e fenólicos podem catalisar cor indesejável (FURIA, 1973).

A lavagem de CMS de pescado com água refrigerada levou à redução da quantidade de pigmentos, e propiciou a estabilidade da cor e melhoria na aparência. A adição de ácido cítrico, fosfato ou ácido ascórbico também estabilizou a cor pela redução da oxidação de pigmentos heme (MIYAUCHI et al., 1975).

A adição de proteína de soja a qualquer produto cárneo elaborado com CMS de pescado irá propiciar clareamento na cor e, em alguns casos, melhorar a textura. A cor da CMS de pescado varia, consideravelmente, devido à quantidade de tecido medular e gordura no produto, além da qualidade da matéria prima inicial a ser desossada mecanicamente.

A CMS de pescado com pele apresenta cor inaceitável. Para diminuir o problema da oxidação dos pigmentos heme, o congelamento rápido, imediatamente à extração é uma prática adequada.

A CMS de pescado é a matéria prima para a elaboração do *surimi*, utilizado na formulação de produtos de pesca devido às suas propriedades de textura (LEE, 1984). A crescente demanda para produtos reestruturados evidencia a CMS de pescado devido à sua funcionalidade.

3.2.3 Aspectos microbiológicos

Medidas sanitárias devem ser controladas em todas as fases de produção da CMS, estocagem e subsequente uso como matéria prima, a fim de garantir uma contagem inicial reduzida sem acesso às bactérias patogênicas. Essas medidas incluem o uso das carcaças imediatamente após a operação de filetagem ou o congelamento destas, antes da extração; também os procedimentos de limpeza dos equipamentos, especialmente as desossadoras, não somente antes e depois da operação, mas durante os intervalos, considerando um longo turno de extração. Para inibir o crescimento de bactérias, a biomassa, extraída deve seguir em pequenos volumes para congelamento imediato (RUIVO, 1994).

A carne de pescado é facilmente deteriorável e o processamento precisa ser bem controlado. Desta forma, o descabeçamento, a evisceração e a filetagem devem ser feitos de forma rápida e correta, seguidos então por uma lavagem para evitar o acesso ao músculo de enzimas e micro-organismos do trato digestivo. A desossa mecânica pode promover incorporação de micro-organismos à CMS, caso

estes estejam presentes na matéria prima (carcaça ou peixe inteiro). A dilaceração dos tecidos expõe componentes celulares como aminoácidos e vitaminas, tornando a CMS um meio de cultura para o desenvolvimento de micro-organismos e, portanto, um produto altamente deteriorável, dependendo das condições, não só da matéria prima, como também do tempo e temperatura do processamento (CONTRERAS, 1994).

A CMS constitui-se em uma estrutura vulnerável à deterioração; a carne cominuída fica exposta à ação microbiana e a higiene dos equipamentos, bem como, a velocidade do processamento pode acelerar a degradação. A separação mecânica da carne também aumenta a superfície de incorporação de oxigênio, propiciando o aparecimento do odor de ranço e alterações na cor e sabor. A rancidez não é inibida somente com a diminuição da temperatura, pois há a presença dos ácidos graxos livres reativos formados na hidrólise enzimática. O produto pode apresentar variação na cor, textura e na estabilidade, mesmo quando mantido congelado (ANGELINI et al., 2012).

As etapas de obtenção da carcaça, sua pré- conservação e a extração da CMS requerem cuidados especiais para reduzir as chances de problemas com qualidade, ou seja, propõe-se utilizar a água da indústria clorada em níveis mínimos de 5ppm; utilizar água resfriada no processamento; manter as carcaças livres de vestígios de vísceras e de sangue; conservar as carcaças e aparas sob gelo, em câmara de espera a 0°C aguardando o processamento ou congelamento das carcaças e aparas até o momento de extração mecânica; descongelamento monitorado de carcaças e aparas, para minimizar os riscos de contaminação e proliferação de micro-organismos; monitoramento da temperatura e período de congelamento garantindo um mínimo de -18°C no centro de massa da CMS; avaliação sensorial do frescor do coproduto, desde a etapa de filetagem até o momento que antecede o congelamento; cuidados na triagem e separação das carcaças e aparas de maneira a se poder designar CMS de corvina de determinadas espécies, entre outras; facas, utensílios, placas de altileno ou propileno bem conservadas e lavadas a cada meia hora de trabalho; calhas d'água transportadora, esteira de borracha sanitária ou de tela milimétrica conservadas e lavadas sempre que necessário ou, no máximo, a cada hora; monoblocos plásticos e bandejas de coletas lavadas e sanitizadas; gelo produzido a partir de água tratada e clorada, jamais reutilizado e manipulado sempre com pás inoxidáveis; operários treinados

para manipular as aparas e carcaças; equipamento para separação mecânica da carne limpo e sanitizado a cada hora de trabalho contínuo. Processadora instalada em local climatizado; bem estar e saúde do funcionário, bem como, limpeza das vestimentas; cuidados com os processos e equipamentos envolvidos na extração; aferição e calibração da balança e utilização de termômetros de controle de processamento (RUIVO, 2004).

3.2.4 Estabilidade oxidativa

A presença de gorduras insaturadas provenientes da medula espinhal, a incorporação de ar durante a moagem, os pigmentos heme, o contato com metal e, em alguns casos, a temperatura elevada durante a separação da carne dos ossos, contribuem para a oxidação da gordura e do pigmento heme, fato que propicia o sabor de oxidado e a cor inadequada em CMS de pescado (NEWMAN, 1981). Existem diferenças na taxa de oxidação de lipídeo entre as CMS de pescado devido aos diferentes teores de gordura nas diferentes espécies de peixes.

A oxidação lipídica é um fator que contribui para a qualidade do pescado, pois pode conferir sabor desagradável e diminuir a vida útil do produto, sendo uma das causas primárias da deterioração em carnes e produtos cárneos. Esse problema ocorre devido à maior quantidade de ácidos graxos insaturados mais sensíveis à oxidação. A separação mecânica altera a composição da matéria prima original, há incorporação de lipídeos existentes na medula óssea e também na cavidade abdominal do pescado (OGAWA, 1999).

A oxidação lipídica é uma alteração complexa, na qual o oxigênio reage inicialmente como os ácidos graxos insaturados formando hidroperóxidos, os quais catalisam a degradação de certas substâncias, gerando outras que conferem ao produto o típico sabor de ranço (MIN; AHN, 2005).

A reação ou teste de TBA - ácido tiobarbiturico é um dos métodos mais usados para medir a oxidação lipídica dos produtos de pescado, em paralelo com o índice de peróxido e o valor de carbonila. Todos os métodos são sensíveis à natureza transitória desses produtos e, em consequência, os resultados podem sofrer oscilações (TAVARES, 1994).

O valor de TBA deve ser expresso como miligramas de malonaldeído por 100g de amostra, lembrando que esse valor depende da espécie de pescado, da

presença de oxigênio na embalagem e da temperatura de estocagem (TAVARES, 1994).

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Processamento e armazenamento da CMS

As carcaças residuais de filetagem da tilápia foram coletadas na Indústria Brasileira do Peixe, localizada em Sumaré-SP. Os exemplares foram transportados resfriados em caixa de poliestireno expandido até a planta piloto de processamento do CTC-ITAL, em Campinas-SP, a uma distância de 20km. Duas caixas de aproximadamente 20 kg para cada variedade de tilápia, a híbrida vermelha (*Oreochromis niloticus* variedade *Red Starling*) e a preta (*Oreochromis niloticus*) foram evisceradas, descabeçadas e mantidas em gelo na proporção de 1:2 (“espinhaço”: gelo) por 24 horas e extraídas em desossadora tipo “rosca sem fim” ou de anéis, marca Usitecnica, modelo USI 100. A desossadora possui motor elétrico de 5CV, com capacidade de 100kg/hora, composto de uma rosca sem fim no primeiro estágio e de 38 anéis no segundo estágio.

Quarenta unidades de 200 gramas de CMS sem lavagem foram colocadas em embalagem com dimensões de 25cm x12,5cm, composta de monocamada de PEBD (polietileno de baixa densidade) e PELBD (polietileno linear de baixa densidade), sendo de 9,62mL (CNTP).m⁻².dia⁻¹ a permeabilidade ao oxigênio, a 23°C, 0% UR e de 9,05 g água. m⁻².dia⁻¹ a permeabilidade ao vapor de água a 38°C, 90%UR.

As embalagens foram submetidas ao congelador de placas marca Amerio, à temperatura de -30°C por 5 h (Figura 8). A seguir, as amostras foram mantidas sob congelamento, a -20°C e submetidas às análises nos dias 0, 15, 30,45, 60, 75 e 90 (Figura 9).

O delineamento experimental consistiu de 14 tratamentos (2 espécies e 7 períodos) e 2 repetições.



Figura 8 - Embalagens de CMS no túnel de congelamento

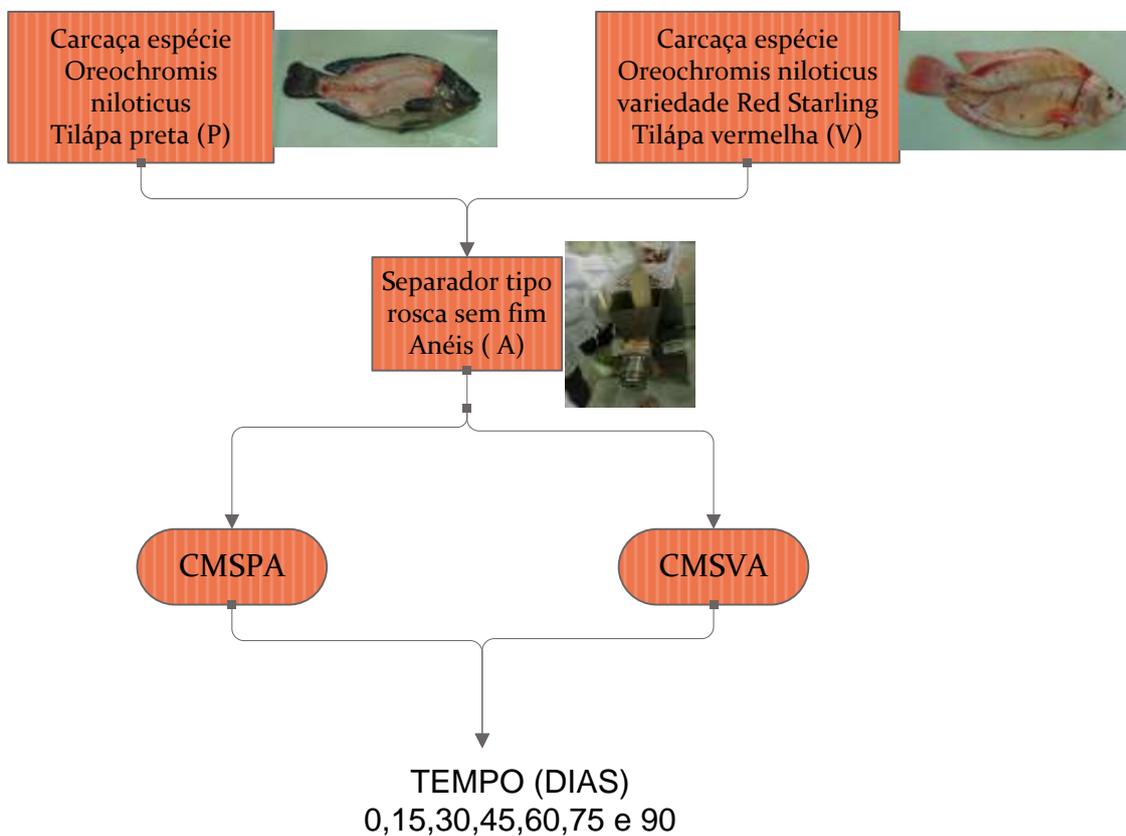


Figura 9 - Planejamento experimental da extração da CMS, de tilápia utilizando duas espécies e analisadas nos dias 0,15,30,45,60,75 e 90 de estocagem congelada

Sendo: CMS= carne mecanicamente separada; P= preta; A= anéis; V= vermelha

3.3.2 Procedimentos analíticos

3.3.2.1 Análise da composição centesimal

Foram determinados os teores de umidade, proteína, lipídeo e cinza, conforme os procedimentos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012).

3.3.2.2 Teor e tamanho de ossos

Foram avaliados nas amostras de CMS de acordo com (BERAQUET et al. 1989). Seguido do cálculo do teor de ossos, sendo:

$$\% \text{ osso desidratado} = \frac{\text{massa osso seco}}{\text{massa da amostra}} \times 100$$

Em que: massa osso seco = massa (placa + ossos) – massa placa.

Determinou-se o tamanho médio das partículas ósseas através de peneiras padrões marca Granutest, com aberturas de 0,5mm, 0,85mm e 2mm, seguido do cálculo do teor de ossos por tamanho.

$$\% \text{ osso} = \frac{\text{massa osso de cada peneira}}{\text{massa total de ossos}} \times 100$$

3.3.2.3 Avaliação microbiológica

As análises realizadas foram: *Salmonella* spp. (ISO 6597, 2007), coliformes a 45°C (ISO 7251, 2002), estafilococos coagulase positiva (DOWNES; ITO, 2001b) e determinação de micro-organismos psicotróficos (DOWNES; ITO, 2001a). A retirada da unidade analítica das amostras foi realizada por meio da técnica de pesagem (25g). As amostras foram analisadas em triplicada em cada tratamento. Os resultados foram expressos como ausência ou presença para *Salmonella* spp, número mais provável por grama de amostra (NMP/g) para coliformes a 45°C e log UFC/g (unidades formadoras de colônia por grama de amostra) para micro-organismos psicotróficos.

3.3.2.4 Análise de TBARS

A oxidação lipídica foi medida como valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) Tarladigs et al. (1960) e modificada por Squires et al. (1991).

Foram transferidos para o copo de homogeneizador 20 gramas da amostra triturada e 60 ml de solução de tricloroacético (TCA) 7,5%. A mistura foi homogeneizada durante 2 minutos em homogeneizador (ONMI-MIXER, Sorwall®). O homogeneizado foi filtrado em papel Whatman n°1, pipetado 5 ml do destilado em tubo de ensaio com tampa rosqueável e adicionado 5 ml do reagente ácido tiobarbitúrico (TBA). Os tubos foram agitados e imersos em banho-maria fervente por 45 minutos. Após o resfriamento em água corrente durante 10 minutos a absorbância foi lida em espectrofotômetro contra branco a 538 nm. Os resultados foram expressos em mg malonaldeído/ Kg⁻¹ de amostra.

3.3.2.5 Cor objetiva

A reflectância foi determinada na faixa de 400 a 700nm utilizando-se espectrofotômetro MINOLTA Chroma Meter CM 508-d com iluminante D65 e ângulo de iluminação 10° no sistema CIELAB. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo), h° (tonalidade) e C* (cromaticidade). Foram realizadas 6 medidas em cada amostra em triplicata de amostra.

3.3.2.6 Determinação de pH

Foi utilizado pHmetro marca Digimed, modelo DM2, com eletrodo de penetração. As leituras de 3 medidas foram efetuadas introduzindo o eletrodo diretamente nas amostras em triplicata de amostra.

3.3.3 Avaliação estatística

A análise estatística foi realizada com o software SAS (V 9.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC), para análise de variância (ANOVA), as variáveis fixas foram os dois tratamentos (CSMV e CMSP) e os sete pontos da vida útil (0,15,30,45,60,75 e 90) e a variável aleatória foram as duas repetições de processamento (dois blocos).

3.4 Resultados e Discussão

3.4.1 Caracterização da CMS de tilápia vermelha e preta.

A Tabela 8 apresenta a composição centesimal da CMS de tilápia híbrida vermelha e preta. O teor de umidade e de lipídeo apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$), sendo maiores os teores de umidade para a CMSV e de lipídeo para a CMSP. O teor de proteína e cinza não apresentou diferença entre as variedades ($P > 0,05$).

Tabela 8 - Umidade, proteína, lipídeo e cinza de CMS de tilápia híbrida vermelha e preta

	CMSV	CMSP	Valor de P
Umidade g/100g	68,37 (1,82) ^a	66,16 (0,92) ^b	0,0248
Proteína (Nx6,25) g/100g	12,90 (0,87) ^a	12,29 (0,42) ^a	0,1545
Lipídeo g/100g	15,91 (0,63) ^b	19,57 (0,71) ^a	0,0003
Cinza g/100g	1,07 (0,17) ^a	1,00 (0,03) ^a	0,3625

Média (desvio-padrão).n=3

Médias com letras minúscula diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades ($P \leq 0,05$).

Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta

O teor de umidade encontrado na CMS de tilápia vermelha foi maior do que na CMS de tilápia preta. Os valores são menores que os relatados por Gryscek et al, 2003, de 76,83 g/100g para CMS de tilápia vermelha e 78,50 g/100g para CMS de tilápia do Nilo, sendo o valor de 80,33g/100g o encontrado, para CMS de tilápia *Oreochromis mossambicus*, por Ninan et al. (2008). Ressalta-se que para efeitos de padronização do processamento de elaboração de CMS de tilápias é preciso levar em conta a espécie, uma vez que houve diferença significativa para umidade em um mesmo equipamento e o teor de umidade inicial da carcaça, determina a umidade no produto.

Dependendo da espécie, o pescado pode apresentar de 5 a 20% de lipídeos na classe dos gordurosos como a sardinha, e abaixo de 2% para os magros, como a merluza. O conhecimento do teor lipídico no pescado é relevante não só do ponto de vista nutricional como pela influencia que este componente pode exercer sobre o aroma e o sabor do produto final (TAVARES, 1994).

Em CMS de tilápia vermelha e nilótica, foram encontrados por Gryscek et al. (2003), valores de proteína elevados, 16,03 e 14,93%, respectivamente, e baixos de

lipídeo, 5,46 e 4,23%, respectivamente. Ninan et al. (2008) elaboraram CMS de tilápia, *Oreochromis mossambicus* cujos teores de proteína e de lipídeo foram de 17,37% e 1,57%, respectivamente. Kirschnik e Macedo Viegas (2009) encontraram valores lipídicos de 2,91% para tilápia nilótica.

Espécies que apresentam valor proteico elevado de 15 a 20% contêm baixo teor lipídico, menor que 5% (STANSBY, 1962). Neste trabalho, encontraram-se valores menores para o teor de proteína e mais elevados para lipídeo do que os reportados na literatura. Porém, o teor proteico estava acima de 12% e o teor lipídico abaixo de 30% conforme a legislação para CMS de outras carnes (RDC nº 4 do MAPA, 2000). Esta variação pode ocorrer em decorrência do tipo de manejo e alimentação das tilápias, neste trabalho de cultivo.

Os teores de cinza estão próximos de 1,07 e 1,06% reportados por Gryscek et al. (2003), avaliando a CMS de tilápia vermelha e a nilótica, respectivamente, e menor que 1,5% relatados por Kirschnik e Macedo Viegas (2009) em CMS de tilápia nilótica.

A análise de teor de ossos não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($P = 0,374$), os valores tamanho de ossos (Tabela 9), também não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$).

Tabela 9 - Quantidade e tamanho de ossos na CMS de tilápia híbrida vermelha e tilápia preta

	CMSV	CMSP	Valor de P
Ossos g/100g	0,45 (0,07)a	0,49 (0,03)a	0,3740
Tamanho de ossos			
> 2 %mm	0,00 (0,00)a	0,00 (0,00)a	0,00
> 0,84mm	1,19 (0,71)a	4,48 (4,06)a	0,1620
> 0,5mm	14,29 (6,22)a	18,59 (1,46)a	0,2273
< 0,5mm	84,51 (6,91)a	76,92 (4,99)a	0,1255

Média (desvio-padrão). n=3 Médias com letras minúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades ($P \leq 0,05$).

Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

Os ossos, se presentes em produtos de pescado, podem afetar o consumo por constituírem perigo ao provocar lesões. O controle de qualidade para ossos imprevistos em produtos de pescado é crítico (RASEKN, 1979). Ninan (2008)

encontrou teor de ossos de 0,15g/100g em CMS de tilápia da espécie *Oreochromis mossambicus*.

3.4.2 TBARS

Os valores de TBARS são indicadores do grau de oxidação lipídica; quantifica-se o malonaldeído, que é um dos principais produtos resultantes do processo oxidativo. A Tabela 10 apresenta os valores médios para TBARS para CMS de tilápia híbrida vermelha e tilápia preta durante o período de estocagem. Os tratamentos de CMS diferiram nos dias 1 e 60, sendo que a CMSV apresentou maior teor de malonaldeído e durante o período de estocagem houve um aumento progressivo dos valores de TBARS ao longo do tempo nos dois tratamentos de CMS.

Tabela 10 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg de CMS) em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado

Dia	CMSV	CMSP	Valor de P
0	0,19 (0,01) ^{Ac}	0,06 (0,04) ^{Bc}	0,0001
15	0,26 (0,06) ^{Abc}	0,21 (0,01) ^{Ab}	0,0905
30	0,25 (0,08) ^{Abc}	0,22 (0,01) ^{Ab}	0,3931
45	0,29 (0,00) ^{Aabc}	0,29 (0,04) ^{Aab}	0,8531
60	0,28 (0,02) ^{Aabc}	0,18 (0,01) ^{Bbc}	<0,0001
75	0,32 (0,09) ^{Aab}	0,28 (0,14) ^{Aab}	0,6295
90	0,37 (0,03) ^{Aa}	0,40 (0,12) ^{Aa}	0,6072
Valor de P	0,0003	<0,0001	

Média (desvio-padrão). n=3 Médias com letras maiúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades (P≤0,05).

Média (desvio-padrão). Médias com letras minúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os períodos de estocagem (P≤0,05).

Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

O problema na estabilidade da CMS é a oxidação lipídica, devido, principalmente, ao processo de extração mecânica e à composição natural do pescado (partículas ósseas, pigmentos, sangue e lipídeos insaturados). Os ácidos graxos poli-insaturados são os responsáveis pela instabilidade, ocorrendo rápida oxidação das duplas ligações das moléculas dos triglicerídeos. Há perda da qualidade organoléptica, pela produção de cores, aromas e sabores objetáveis e

diminuição do valor nutricional, pela reação dos radicais livres com proteínas, vitaminas e outros componentes, limitando o uso do produto para consumo humano (TAVARES, 1994).

Kirschnik e Macedo Viegas (2009), encontraram valores de TBARS, de 0,49mg de malonaldeído/kg na CMS de tilápia nilotica não lavada, após 180 dias de estocagem sob congelamento. Neste estudo o valor máximo, ou seja, de 0,40mg de malonaldeído/kg foi encontrado após 90 dias de armazenamento da CMS.

3.4.3 pH

Os valores de pH (Tabela 11) entre os tratamentos de CMS apresentaram diferença significativa apenas no dia 1. Ao longo do estudo de vida útil, os valores de pH apresentaram-se crescentes até os 30 dias de armazenamento, após este período houve uma significativa ($P \leq 0,05$) diminuição.

Tabela 11 - Valores de pH em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado

Dia	CMSV	CMSP	Valor de P
0	6,69 (0,02) ^{Abc}	6,63 (0,03) ^{Bab}	0,0009
15	6,70 (0,02) ^{Abc}	6,63 (0,08) ^{Bb}	0,0397
30	6,75 (0,03) ^{Aa}	6,72 (0,12) ^{Aa}	0,5916
45	6,72 (0,04) ^{Aab}	6,69 (0,01) ^{Aab}	0,1298
60	6,66 (0,01) ^{Ac}	6,63 (0,02) ^{Bab}	0,0161
75	6,69 (0,01) ^{Abc}	6,66 (0,04) ^{Bab}	0,0229
90	6,58 (0,02) ^{Ad}	6,60 (0,02) ^{Ab}	0,0934
Valor de P	<0,0001	0,0043	

Média (desvio-padrão). n=3. Médias com letras maiúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades ($P \leq 0,05$).

Média (desvio-padrão). Médias com letras minúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os períodos de estocagem ($P \leq 0,05$).

CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

Como o processo de decomposição altera a concentração dos íons hidrogênio, pode ter ocorrido degradação proteica neste período. A literatura relata aumento nos valores de pH de 6,50 a 7,07 em CMS de peixes amazônicos estocados por 150 dias sob congelamento (JESUS, 2001).

3.4.4 Cor

A Tabela 12 apresenta os valores médios para Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*); e a Tabela 13 os valores de Chroma e Hue para CMS de tilápia vermelha e tilápia preta no período de estocagem.

Tabela 12 - Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) em amostras de CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado

Dia	L*			a*			b*		
	CMSV	CMSP	P	CMSV	CMSP	P	CMSV	CMSP	P
0	58,05(4,03) ^{Ba}	60,32(2,90) ^{Aa}	0,0475	10,9(1,83) ^{Aa}	5,60(1,59) ^{Bab}	<,0001	11,87(1,47) ^{Aa}	8,14(1,82) ^{Bab}	<,0001
15	54,54(3,38) ^{Aab}	55,40(4,14) ^{Abc}	0,4761	9,26(1,37) ^{Ab}	6,70(2,06) ^{Ba}	<,0001	10,09(1,45) ^{Aab}	8,67(1,52) ^{Bab}	0,0045
30	54,14(5,91) ^{Abc}	56,92(3,23) ^{Aab}	0,0729	8,35(1,48) ^{Abc}	6,93(1,33) ^{Ba}	0,0028	9,57(3,44) ^{Ab}	9,29 (1,44) ^{Aa}	0,7325
45	54,26(3,88) ^{Abc}	53,99(4,00) ^{Abcd}	0,8258	8,13(1,43) ^{Abc}	6,46(1,93) ^{Bab}	0,0036	10,35(1,94) ^{Aab}	8,61(1,41) ^{Bab}	0,0026
60	50,71(3,53) ^{Ac}	51,95(3,66) ^{Ad}	0,2861	7,67(1,42) ^{Ac}	6,42(1,43) ^{Bab}	0,0086	9,83(1,94) ^{Aab}	7,61(1,64) ^{Bbc}	0,0004
75	56,02(3,67) ^{Aab}	52,31(3,60) ^{Bcd}	0,0026	7,22(1,30) ^{AcD}	5,00(1,59) ^{Bb}	<,0001	8,98 (1,76) ^{Ab}	6,21(1,96) ^{Bc}	<,0001
90	57,56(2,81) ^{Aab}	51,50(3,74) ^{Bd}	<,0001	6,27(1,19) ^{Ad}	5,06(1,74) ^{Bb}	0,0142	10,29(2,43) ^{Aab}	7,97(1,83) ^{Bab}	0,0016
P	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,0004		0,0035	<0,0001	

Média (desvio-padrão) n=3 .Médias com letras maiúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades (P≤0,05).

Média (desvio-padrão).Médias com letras minúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os períodos de estocagem (P≤0,05).

Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

Tabela 13 - Chroma C e Hue H em CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado

Dia	C*			h*		
	CMSV	CMSP	P	CMSV	CMSP	P
0	16,15 (2,10) ^{Aa}	9,97 (2,01) ^{Babc}	<,0001	47,59 (3,60) ^{Bb}	55,46 (7,89) ^{Aab}	0,0002
15	13,71 (1,87) ^{Ab}	11,06 (2,06) ^{Bab}	0,0001	47,46 (2,90) ^{Bb}	52,96 (8,16) ^{Aab}	0,0072
30	12,89 (3,02) ^{Ab}	11,61 (1,81) ^{Aa}	0,1138	46,70 (12,54) ^{Bb}	53,39 (4,02) ^{Aab}	0,0289
45	13,23 (2,01) ^{Ab}	10,86 (1,86) ^{Bab}	0,0004	51,59 (6,09) ^{Ab}	53,58 (7,97) ^{Aab}	0,3809
60	12,52 (2,11) ^{Ab}	10,01 (1,93) ^{Bab}	0,0003	51,75 (5,20) ^{Ab}	49,75 (6,58) ^{Ab}	0,2929
75	11,56 (1,94) ^{Ab}	8,07 (2,22) ^{Bc}	<,0001	50,98 (5,45) ^{Ab}	50,74 (9,22) ^{Ab}	0,9207
90	12,07 (2,60) ^{Ab}	9,51 (2,23) ^{Bc}	0,0019	58,19 (3,65) ^{Aa}	58,03 (7,50) ^{Aa}	0,9320
P	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,0152	

Média (desvio-padrão).n=3 Médias com letras maiúsculas diferentes nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre as variedades (P≤0,05).

Média (desvio-padrão).Médias com letras minúsculas diferentes nas colunas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os períodos de estocagem (P≤0,05).

Sendo:CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

Entre os tratamentos de CMS, a luminosidade (L^*) apresentou diferença estatística no dia 1, sendo a CMSP mais clara, e os dias 75 e 90 também apresentaram diferença significativa, sendo a CMSV mais clara. Ao longo do período estudado a houve aumento dos valores de luminosidade para a CMSV e diminuição dos valores para a CMSP. Na avaliação da intensidade do vermelho (a^*) houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que a CMSV apresentou maiores valores, provavelmente pela predominância da pigmentação da cor vermelha na espécie híbrida em estudo. A CMS apresenta coloração avermelhada por pigmentação própria (hemopigmentos), descolorindo-se facilmente e sendo instável, quando congelado (FRONING, 1981). Ao longo do estudo de vida útil observa-se uma diminuição progressiva da intensidade de vermelho nos dois tratamentos. Para a intensidade de amarelo (b^*) houve diferença significativa entre os dias, exceto no dia 30, de forma geral a CMSV apresentou maiores valores. Ao longo do período de armazenagem não houve um aumento ou diminuição relevante nos valores de b^* nos dois tratamentos.

O Chroma (C^*) representa a saturação da cor e relaciona-se com a quantidade de cor branco apresentado na amostra, observou-se que a CMSV apresenta uma cor mais saturada que a CMSP. Ao longo do período de estocagem a CMSV apresentou maior valor no dia 1 e se manteve constante após este período e a CMSP apresenta variação ao longo do tempo de estocagem. A tonalidade (h°) é o atributo mais relacionado ao estímulo do comprimento de onda, a CMSV apresentou valores menores ($P > 0,05$) nos dias 1, 15 e 30, e ao longo do período de estocagem observou-se que aos 90 dias a CMSV e a CMSP apresentaram os maiores valores de tonalidade hue. De modo geral, a coloração dos peixes é constituída por uma interação de cromatóforos que estão localizados no *stratum spongiosum* da derme. Essas células são classificadas conforme o seu pigmento melanóforos (marrom ou preto), eritróforos (vermelho) e xantóforos (amarelo), que se distribuem em todo o corpo do peixe (ZAGOLIN et al., 2009).

A medida da cor da CMS indica a intensidade de descoloração dos pigmentos melaninas, causadas por reações de oxidação que podem ocorrer imediatamente após a desossa e na estocagem sob congelamento.

Ao avaliar a mudança de cor no período até 90 dias, percebe-se visualmente que a cor da CMSV no dia zero apresenta, de início, a cor vermelho vivo passando para marrom ao longo da estocagem. Já a cor da CMSP apresenta cor vermelho escuro e chega aos 90 dias com uma cor marrom. É possível perceber esta diferença de cor ao avaliar o parâmetro L^* que diminui o valor ao longo da estocagem. O valor de a^* também diminui para a CMSV, mas para CMSP esta diminuição não é percebida, provavelmente pelo maior teor de gordura encontrado na variedade preta.

As Figuras 10 e 11 apresentam a avaliação visual para cor da CMS vermelha e preta aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de estocagem em relação ao dia zero.

Percebe-se aos 30 dias de estocagem, a descoloração da CMS preta armazenada congelada em relação à CMS recém-processada, no tempo zero, porém com menor intensidade do que o escurecimento da CMS vermelha. Esta avaliação constitui-se em ferramenta simples para aferimento da vida útil do produto.

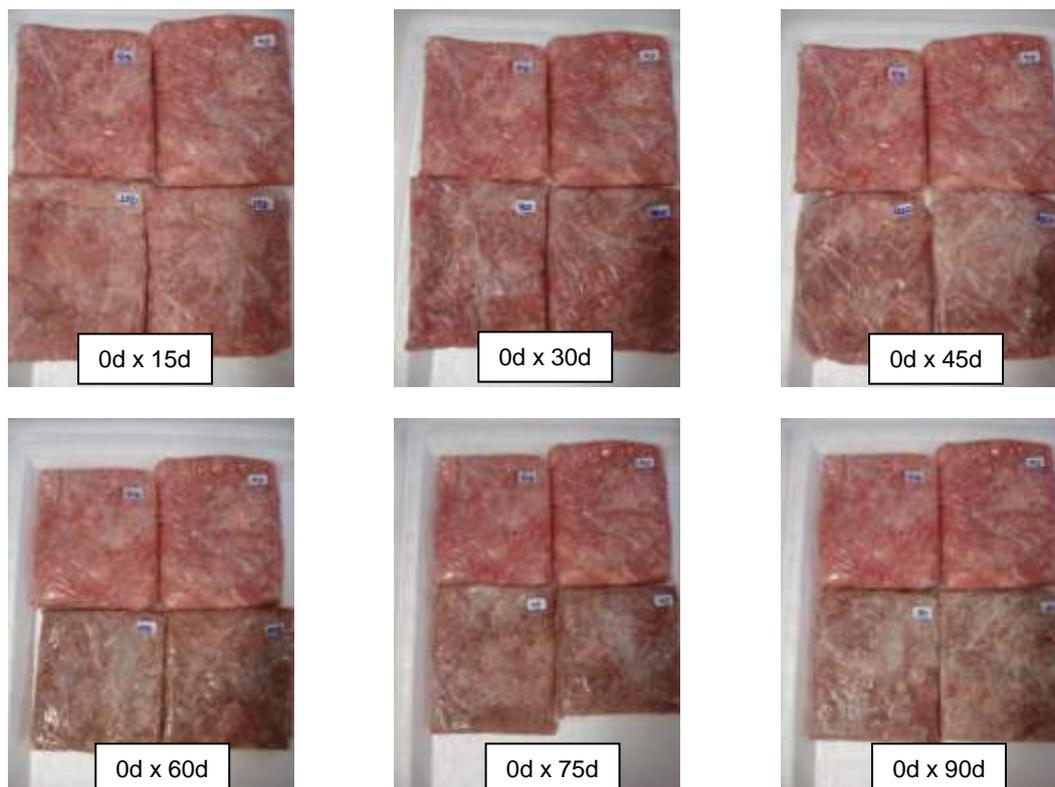


Figura 10 - Mostruário para avaliação visual para cor da CMS de tilápia híbrida vermelha aos 15,30,45,60,75 e 90 dias de estocagem

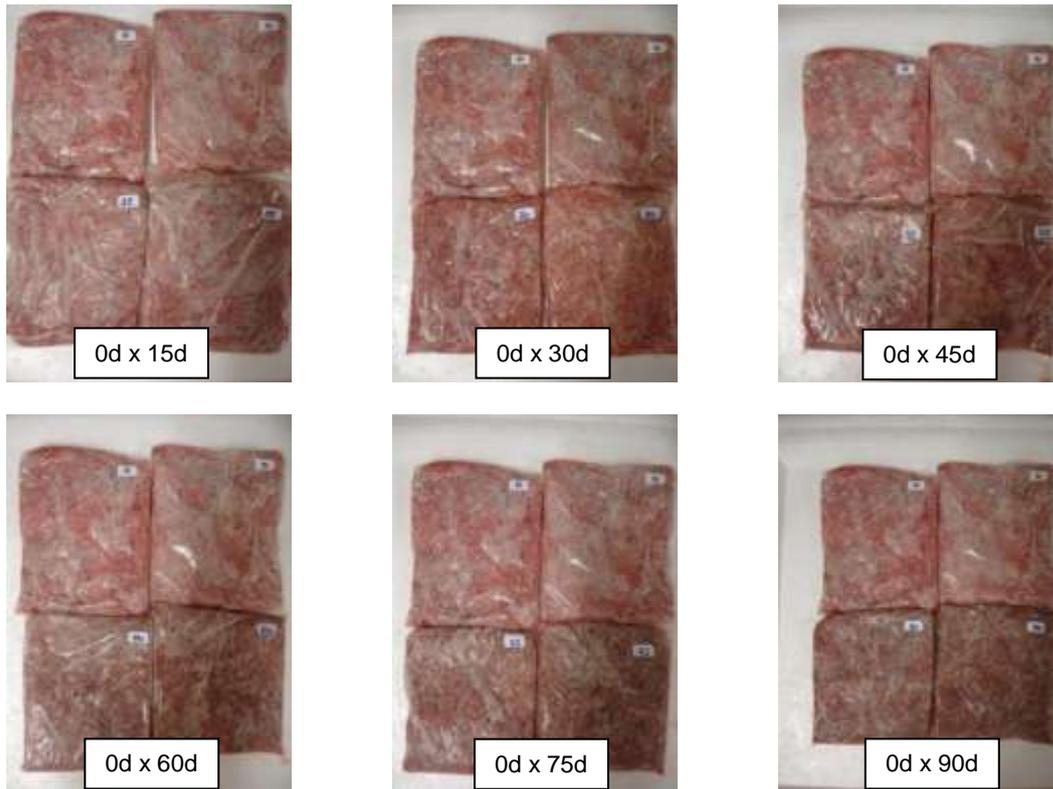


Figura 11 - Mostuário para avaliação visual para cor da CMS de tilápia preta aos 15,30,45,60,75 e 90 dias de estocagem

3.4.5 Avaliação da qualidade da CMS de tilápia híbrida vermelha e preta através dos parâmetros microbiológicos

A caracterização microbiológica da CMS está apresentada na Tabela 14 para os tempos 0 e 90 dias.

Tabela 14 - Contagem de micro-organismos da CMS nos dias 0 e 90 de armazenamento a temperatura de -18°C

	CMSV		CMSP	
	0 dia	90 dias	0 dia	90 dias
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes a 45°C (NMP/g)	$1,2 \times 10$	3,2	3,2	3,0
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^2$

NMP/g: Número mais provável por grama UFC/g: Unidades formadoras de Colônia por grama. Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta.

Os resultados para a caracterização microbiológica de *Salmonella* spp., coliformes a 45°C e estafilococos coagulase positiva estão de acordo com a RDC nº12 (BRASIL, 2000), para produtos derivado de pescado (*surimi* e derivados), pois ainda não há um padrão microbiológico para a CMS de pescado. O principal fator que determina a qualidade microbiológica é a qualidade da matéria prima. A demora no processamento dos resíduos da filetagem, ou o armazenamento deficiente do peixe inteiro subutilizado, promovem um incremento na contagem de micro-organismos na CMS obtida, aumentando o risco de deterioração. Se a temperatura e a contaminação cruzada são controladas, o processo de extração da CMS acrescenta somente um ciclo de log à contagem de micro-organismos viáveis originais (CANN; TAYLOR, 1976).

Para a elaboração de CMS com contagem inicial aceitável de micro-organismos, o peixe “fresco” mantido no gelo, não deve permanecer mais do que quatro dias (CANN; TAYLOR, 1976).

A qualidade da CMS obtida através de carcaças depende diretamente da refrigeração e do manuseio higiênico adequado. As contagens elevadas de micro-organismos que eventualmente possam ser encontrados neste tipo de produto são reflexos da dificuldade da manutenção das Boas Práticas de Fabricação (FRONING, 1981).

A contagem total de psicrotróficos (Figura 12) manteve-se abaixo do limite permitido (log 7,0 UFC/g) pela *International Commission on Microbiological Specification for Foods* (1986), para contagem padrão em placas de micro-organismos aeróbios.

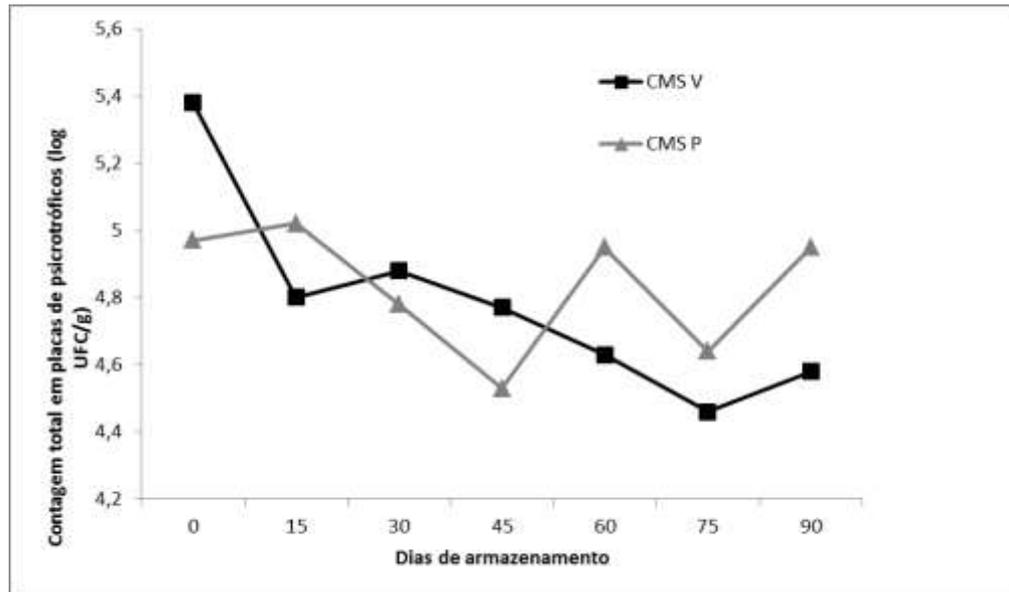


Figura 12 - Contagem total para psicotróficos (log UFC/g) avaliados na CMS de tilápia vermelha e preta ao longo do armazenamento congelado
Sendo: CMSV= CMS de tilápia vermelha; CMSP= CMS de tilápia preta

Na estocagem a -10 e -30°C de CMS de fauna acompanhante da pesca de camarão ocorreu diminuição na contagem de psicotróficos, ao longo da estocagem de 180 dias, em ambas as temperaturas (RODRIGUES; BELLO, 1987).

Contagens de psicotróficos mais elevadas foram reportadas por Hassan e Mathew (1999) e Marchi (1997), que encontraram em CMS lavada de tilápia do Nilo, contagem total de psicotróficos de 5,53 e 3,3 log UFC/g, respectivamente.

Estas análises são empregadas na indústria para avaliação da eficiência do processamento, ou seja, de quanto foi acrescido ou diminuído o número de bactérias durante as fases de industrialização (VIEIRA, 2004). Melo (2009) encontrou contagens de micro-organismos psicotróficos e heterotróficos entre 5,74 a 11,57 log UFC/g em CMS de tilápia nilótica.

O *surimi* elaborado com diversas espécies de peixes da região amazônica apresentou contagem de micro-organismos psicotróficos da ordem de 5,89 a 6,81 log UFC/g (JESUS, 2001).

A vida útil da CMS estocada congelada proveniente de matéria prima da espécie bacalhau (*Gadus macrocephalus*) foi estabelecida para 6 meses, quando

mantida a -30°C , ou 3 meses, se mantida a -20°C , não havendo sinais de perda da qualidade; porém, para as espécies *hadock* (*Melanogrammus aeglefinus*) e polaca do Alaska (*Theragra chalcogramma*), a vida útil nestas condições de armazenamento foi menor, segundo pesquisas de Keay (2001).

3.5 Conclusões

A avaliação da vida útil indicou que coprodutos da tilápia híbrida vermelha (CMSV) e tilápia preta (CMSP) apresentaram padrões microbiológicos, valores de pH e oxidação lipídica aceitáveis ao longo do estudo, mesmo apresentado perda de cor ao longo do armazenamento. Comparando-se os tratamentos, o teor de lipídeo na CMSP é maior que na CMSV, a intensidade da cor vermelha (a^*) na CMSV é maior e apresenta uma cor mais saturada (C^*) que a CMSP.

Desta forma, o trabalho demonstrou que a CMS das variedades de tilápia estudadas representam um coproduto de qualidade a ser aproveitado pela indústria. Diante deste cenário, o estudo contribui para fornecer dados, junto a outros trabalhos, para se criar um padrão de identidade e qualidade da CMS de pescado, o que é de suma importância para o controle de qualidade da indústria processadora do coproduto.

A adoção das Boas Práticas de Fabricação para a CMS de tilápia vermelha e de tilápia preta permitiu alcançar a qualidade destes coprodutos, uma vez que, sob o ponto de vista de identidade encontram-se conforme a legislação para CMS de outras carnes (RDC n° 4 do MAPA), com mínimo de 12% de proteína e máximo de 20% de lipídeo; e apresentado os valores: máximo de 1,1% de cinza; pH entre 6,5 a 6,75; teor de ossos entre 0,45 a 0,49%; 85% do tamanho de ossos com, no máximo, 0,5mm; largura máxima do tamanho de ossos de 0,85mm e 0,40mg de malonaldeído/kg de CMS ao longo da estocagem.

Referências

ANGELINI, M.F.C.; SAVAY-DA-SILVA L.K. ; OETTERER M. *Minced e surimi* de tilápia congelados atraem consumidor. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 118, jul./dez. 2012.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES AOAC por extensor. **Official methods of Analysis of Official Analytical Chemists**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 1018p

BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.E.L.; ARIMA, H.K.; SILVA, R.Z.M. da. Efeito das condições de processamento e tipo de matéria-prima no rendimento e na composição de carne de frango mecanicamente separada. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 196-203, jul./dez. 1989.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção 1, p.45-53.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n°4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de Identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de lingüiça e de salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abril 2000. Seção 1, p. 6-10.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Report of the session of the codex committee on fish and fishery products**. Appendix VIII – Proposed draft code for minced fish. Fourteenth Session, 1981. Bergen- Norway. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/satandards/10273/CXP_052e.pdf>. Acesso em: 21 de agosto de 2014.

CANN, D.C.; TAYLOR Y. The bacteriology of minced fish prepared and storage under experimental condition. In: CONFERENCE ON THE PRODUCTION AND UTILIZATION OF MECHANICALLY RECOVERED FISH FLESH (MINCED FISH), nº1, 1976, Aberdeen. **Proceedings...** Aberdeen: Torry Research Station, 1976. P. 39-45.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e invertebrados**. Santiago: CECTA; USACH, 2002. 309 p.

DOWNES, F.P.; ITO, K. Micro-organismo aeróbios psicrotróficos. In: _____. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001a. chap. 7, p. 63-67

_____. *Staphylococcus* coagulase positive. In: _____. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001b. chap. 39, p. 387-400.

FIELD, R.A. Mechanically deboned red meat. **Advances in Food Research**, Singapore, v. 27, p. 23, 1981.

FRONING, G.W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in Food Research**, Essex, v. 27, p. 110-143, 1981.

FRONING, G.W.; McKEE, S.R. Mechanical separation of poultry meat and its use in products. In: SAMS, A.R. (Ed.). **Poultry meat processing**. Boca Raton: Lewis, 2001. chap.14, p. 243-256.

FURIA, T.E. Sequestrants in foods. In: _____. **Handbook of additives**. Cleveland: Chem. Rubber Publ., 1973. p. 289-312.

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**, Lingby, v. 12, n. 3, p. 5769, 2003.

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

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS. **Microorganism in foods**. 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. Toronto: University of Toronto Press, 1986. 193p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6597**: microbiology of food animal feeding stuffs; horizontal method for the detection of *Salmonella sp.* Vernier, 2007. 27p.

_____. **ISO 7251: Microbiology of food and animal feeding stuffs**: horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli*; most probable number technique, Vernier, 2005. 13p.

JESUS, R.S. Estabilidade química e microbiológica de minced fish de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 144-148, 2001.

KEAY J.N. **Minced fish**. Aberdeen: Torry Research Station, 2001. 6 p. (Torry Advisory Note, 79).

KIRSCHNIK, P.G.; MACEDO-VIEGAS, E.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada durante a estocagem a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.

LEE, C.M. Surimi process technology. **Food Technology**, Chicago, v. 38, n. 11, p. 69, 1984.

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

MELLO, S.C.R.P. **Caracterização físico-química, bacteriológica e sensorial de fishburguer e kamaboko obtidos da polpa e surimi de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 118 p. Tese (Doutorado em Higiene e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009. 2009.

MIN, B.; AHN, D.U. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products: a review. **Food Science and Biotechnology**, Seul, v. 14, p. 152–163, 2005.

MIYAUCHI, D.; PATASHNIK, M.; KUDO G. Frozen storage keeping quality of minced black rockfish improved by cold water washing and use of fish binder. **Journal of Food Science**, Malden, v. 40, p. 592, 1975.

NEIVA, C.R.P.; TOMITA, R.Y.; FURLAN E.F.; LEMOS NETO, M.J. Atendimento a normas e padrões deve considerar mercado alvo. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 111, jul./dez. 2012.

NEWMAN, P.B. The separation of meat from bone: a review of the mechanics and the problems. **Meat Science**, Essex, v. 5, p. 171, 1981.

NINAN, G.J.; BINDU, J.J. Frozen storage studies of mince based products developed from Tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peters 1852) **Fishery Technology**, Kerala, v. 45, n. 1, p. 35-42, 2008.

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

PAN, B.S. Tecnología del pescado desmenuzado. In: SIKORSKI, Z.E. **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1990. p. 273-285.

PASCUET, N. Embalagens para o acondicionamento de carne de pescado separada mecanicamente e produtos derivados do ponto de vista de saúde pública. In: MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas: ITAL, 1994. 87p.

PATASHNIK, M.; KUDO, G.; MIYAUCHI, D. Bone particle content of some minced fish muscle products. **Journal of Food Science**, Malden, v. 39, p. 588, 1974.

RASEKH, J. A study of fish bones as a quality factor in seafood products. In: ANNUAL TROPICAL AND SUBTROPICAL FISHERIES TECHNOLOGICAL CONFERENCE OF THE AMERICAS, 4., 1979, Yucatan. **Proceedings...** Yucatan: Florida Sea Grant Publications Cidade: Editora, 1979. p.86-88.

RODRIGUES, L.G.; BELLO, R.A. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y se evaluation durante el almacenamiento. **Archivos Latinamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 37, n. 2, p. 351-363,1987.

RUIVO U.E. Controle de pontos críticos no processamento e na conservação de carcaças e aparas para obtenção da carne de pescado separada mecanicamente. In: MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas: ITAL,1994. p.76.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SQUIRES, E.J.; VALDES, E.V.; WU, J.; LESSON S. Utility of the thiobarbituric acid test in the determination of the quality of feeds and oils feeds. **Poultry Science**, Maryland, v. 70, p. 1180-1183, 1991.

STEVANATO, F.B.; PETENUCCI, M.E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M.C.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.E.L.; ALMEIDA, V.V.; VISENTAINER, J.V. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 567-571, 2007.

STANSBY, M.E. Proximate composition of fish. **Fishing News**, London, v. 8, n. 2559, p. 55-60, 1962.

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H. Importância de ácidos graxos poli-insaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p.101-110, 2002.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 37, n. 1, p. 44-48, 1960.

TAVARES, M. Métodos físicos e químicos na avaliação de qualidade da carne separada mecanicamente e produtos derivados. In: MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente**: obtenção e utilização. Campinas: ITAL, 1994. p. 20-26.

VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**: teoria e prática. São Paulo: Varela, 2004. 380p.

ZAGOLIN, G.B.; XAVIER NETO, J.; HILSDORF, A.W.S. Estudo da migração das células da pigmentação da crista neural de duas variedades de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. red-stirling e var. chitralada) e seu híbrido utilizando técnicas de imunohistoquímica. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2009, Mogi das Cruzes. **Anais...** Mogi das Cruzes: UMC, 2009. p. 1-6.

4 AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CMS DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA E TILÁPIA PRETA ARMAZENADA CONGELADA E ACEITAÇÃO DA CMS DA TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA COMO INGREDIENTE AO MOLHO DE TOMATE

Resumo

A análise sensorial é imprescindível para a avaliação da qualidade e da aceitabilidade mercadológica de um produto. Esta pesquisa objetivou avaliar as características sensoriais, ao longo do armazenamento sob congelamento, da CMS de tilápia híbrida vermelha, *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling e de tilápia preta, *Oreochromis niloticus*, bem como a aceitação da CMS de tilápia híbrida vermelha, como ingrediente no produto “molho de tomate com tilápia”. Foi aplicado o teste sensorial “Diferença do Controle”, para avaliar a aparência, cor e odor, por meio de equipe treinada, da CMS das variedades híbrida vermelha e preta, congelada a -30°C e estocada a -20°C nos dias 15, 30, 45, 60, 75 e 90, em relação a uma amostra padrão (dia 0). Esta análise evidenciou diferença significativa aos 15 dias de armazenamento para os atributos avaliados. Os avaliadores treinados definiram o valor 4 (aparência, cor e odor moderadamente diferente do padrão) como a limitação para a vida útil da CMS, estabelecendo 60 dias para CMS de tilápia preta e 90 dias para CMS de tilápia vermelha. Um produto elaborado com CMS de tilápia vermelha - “molho de tomate com tilápia” foi adicionado a CMS estocada a 15 dias e 90 dias e avaliado quanto à aceitabilidade de modo global e especialmente quanto ao sabor, aparência, cor, avaliação do ponto de corte e intenção de compra. Os produtos foram bem aceitos pelos consumidores, porém a intenção de compra apresentou queda de 19% para o produto CMS com 90 dias. O ponto de corte da vida útil estabelecido para a CMS, 6,6 para aceitabilidade global, representou um período de vida útil inferior ao estabelecido pelo teste com equipe treinada, evidenciando que o sabor foi um atributo limitante para a vida útil aos 90 dias de estocagem.

Palavras-chave: Tilápia; CMS congelada; Análise sensorial; Vida útil; Molho de tomate; Ingrediente

Abstract

Sensory analysis is of great importance in assessing quality and market acceptability of a product. The objective of this study was to evaluate the sensory characteristics during the storage period under freezing of mechanically removed meat (MRM) of red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* var. Red Stirling and wild black tilapia, *Oreochromis niloticus*, as well as the acceptance of minced fish from red hybrid tilapia as an ingredient for "tomato sauce with tilapia". The sensory test applied was "difference of control", which aims to assess appearance, color and odor by trained staff in MRM from red hybrid tilapia and black Nile tilapia, frozen at -30°C and stored at -20°C on days 15, 30, 45, 60, 75 and 90, in relation to a standard sample (day 0). Red hybrid tilapia MRM stored frozen for 15 and 90 days was used

as an ingredient in a new product, the tomato sauce with tilapia, which was rated overall acceptability and in special of appearance, color, taste, assessment of penalties regarding intense fish flavor, salt and seasoning intensity and purchase intent. The sensory analysis “difference of control” for up to 90 days showed a significant difference at 15 days of storage for the attributes evaluated: appearance, color and odor of MRM. The trained judges defined value 4 (appearance, color and odor moderately different from the standard) as limiting factors of MRM shelf life and established 60 days for Nile tilapia MRM and 90 days for red tilapia MRM. To test the information above, a product formulated with red tilapia MRM - tomato sauce with tilapia - was formulated and evaluated for acceptability. The products formulated with red tilapia MRM stored for 15 and 90 days were well accepted by consumers, but purchase intent dropped by 19 % for the product obtained by MRM with 90 days of storage. The shelf life cutoff point established for MRM, 6.6 for overall acceptability, when used for the production of tomato sauce with tilapia, refers to a shelf life lower than that established by judges for MRM of red tilapia, evaluated for odor and appearance for 90 days.

Keywords: Tilapia; Frozen MRM; Sensory analysis; Shelf life; Tomato sauce

4.1 Introdução

A avaliação sensorial é um dos métodos mais antigos utilizados pela indústria para julgar a aceitabilidade do pescado e seus derivados. Para o uso desta ferramenta nenhum equipamento de laboratório é necessário e os testes podem ser executados rapidamente, em muitas amostras e em tempo relativamente curto. Existem formas de avaliação sensorial para se obter resultados objetivos, e que consistem na formação de equipe de avaliadores treinados e elaboração de sistemas numéricos de avaliação (STONE; SIDEL, 2007).

A legislação brasileira permite a condenação de um alimento tão somente pelo exame das características sensoriais, dispensando-se, por conseguinte, as demais avaliações, como a físico-química, microbiológica e microscópica. Os caracteres sensoriais como aparência, cor, odor e sabor, são avaliados por meio dos órgãos dos sentidos do analista e, assim, assumem um caráter objetivo. A cor é definida como a característica proveniente da energia radiante à qual o olho humano é sensível por meio do estímulo da retina. Para a inspeção visual da cor, é necessário haver iluminação adequada no ambiente de análise e o auxílio de tabelas de cores, com padrões e expressões próprias para cada tonalidade, para maior uniformidade e coerência na determinação da cor. O odor e o sabor influenciam na avaliação feita pelo paladar e pelo olfato, tornando-a subjetiva (MINIM, 2006).

A melhor determinação do ponto de corte é a realizada com um grupo de consumidores, sem treinamento, mas com experiência sensorial no consumo do tipo de produto a ser avaliado. Vários autores, estudando a vida útil de diferentes produtos (GIMÉNEZ et al., 2012, MONTES VILLANUEVA; TRINDADE, 2010; HOUGH, 2010), utilizam a resposta do consumidor para estabelecer o ponto de corte, verificando se este se preocupa ou não com a diferença ocorrida ao longo da vida útil.

Aplicou-se o teste sensorial Diferença do Controle, no qual se buscou avaliar a aparência, cor e odor percebidos pela equipe treinada, em CMS de tilápia híbrida vermelha e preta congelada a -30°C e armazenada a -20°C durante 90 dias em relação a uma amostra padrão, a CMS no dia zero. A avaliação do teor de lipídeo e do pH caracterizou as amostras. A utilização da CMS de tilápia híbrida vermelha, mantida congelada por 15 e 90 dias foi avaliada como ingrediente. Para tal, adicionou-se a CMS híbrida vermelha ao molho de tomate e avaliou-se a aceitabilidade de modo global, quanto ao sabor, cor e aparência, além da intenção de compra.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Avaliação da CMS armazenada congelada

4.2.1.1 Desenvolvimento experimental

As carcaças residuais de filetagem de tilápia foram coletadas para extração de CMS na empresa Indústria Brasileira do Peixe, localizada em Sumaré, SP em sete visitas, a um intervalo de 15 dias caracterizando os tempos 0, (recém preparado) 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento congelado. As amostras de aproximadamente 20kg foram transportadas resfriadas em caixa de poliestireno expandido até a Planta Piloto de Processamento do ITAL-CTC em Campinas-SP, a uma distância de 20km. As carcaças das tilápias provenientes de duas variedades, a híbrida vermelha (*Oreochromis niloticus* variedade *Red Starling*) e a preta (*Oreochromis niloticus*) foram descabeçadas, evisceradas e os “espinhaços”

mantidos em gelo na proporção de 1:2 (“espinhaço”: gelo) por 24 horas e extraídas em equipamento tipo rosca-sem-fim (anéis), marca Usitécnica, modelo USI 100, com controle de temperatura no processo.

Cinquenta unidades de 150g de CMS sem lavagem foram acondicionadas em embalagem com dimensões de 25cm x12,5cm, composta de monocamada de PEBD (polietileno de baixa densidade) e PELBD (polietileno linear de baixa densidade), sendo de 9,62mL (CNTP).m⁻².dia⁻¹ a permeabilidade ao oxigênio, a 23°C, 0% UR e de 9,05 g água. m⁻².dia⁻¹ a permeabilidade ao vapor de água a 38°C, 90%UR.

As amostras foram submetidas ao congelador de placas marca Amerio, à temperatura de -30°C por 5 h. As amostras foram mantidas sob congelamento à temperatura de -20°C até o período imediatamente anterior às análises sensoriais, quando foram descongeladas por 18h, em câmara a 2±2°C.

4.2.1.2 Caracterização das amostras

4.2.1.2.1 Teor de lipídeo

Foi realizada a determinação de lipídeo, conforme procedimento da Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 2012) em triplicata de amostras de CMS vermelha e preta correspondentes a cada dia armazenamento.

4.2.1.2.2 Determinação de pH

Foi utilizado pHmetro marca Digimed, modelo DM2, com eletrodo de penetração. As leituras foram efetuadas introduzindo o eletrodo diretamente nas amostras. O pH foi determinado em triplicata.

4.2.2 Teste de Diferença do Controle para a determinação de vida útil da CSM

O projeto obteve aprovação pelo comitê de ética de experimentos com seres humanos da ESALQ/USP para realizar a análise sensorial com os avaliadores. (Protocolo n° 129, de 19 de novembro de 2013)

As avaliações foram delineadas e realizadas na Unidade Laboratorial de Referência em Análises Físicas, Sensoriais e Estatísticas (LAFISE) do Centro de Ciência e Qualidade de Alimento (CCQA), no Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (ITAL).

4.2.2.1 Treinamento da equipe

Quarenta pessoas foram recrutadas a partir de uma lista de avaliadores selecionados, em função das seguintes características: a) acuidade sensorial demonstrada; b) treinamento quanto ao uso da metodologia de comparação múltipla (Diferença do Controle), conforme ABNT, 2012; Meilgaard et al. (2007); c) ser apreciador de produtos de pescado; d) ter disponibilidade de tempo para participar da avaliação de aparência, cor e odor da CMS híbrida vermelha (CMS vermelha) e CMS da tilápia preta (CMS preta).

Como a CMS é uma matéria prima para elaboração de produtos, foram oferecidos amostras de CMS vermelha e preta recém-processadas e amostras armazenadas por diferentes períodos para o treinamento dos avaliadores.

4.2.2.2 Preparo das amostras e metodologia de avaliação

As amostras armazenadas foram descongeladas por 18h em câmara a $2\pm 2^{\circ}\text{C}$, antes da análise. Foram avaliadas as seis amostras de CMS embaladas em polietileno contendo 150 g cada e estocadas durante 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias e a amostra referência ou padrão (P), CMS no dia zero (Figuras 13 e 14).

Um total de 32 avaliadores para a CMS preta e 34 avaliadores para a CMS vermelha avaliaram as amostras em relação a cor, aparência e odor.



Figura 13 - Amostras de CMS descongeladas



Figura 14 - Amostras R (referencia) e amostra codificada

Os avaliadores selecionados quanto à acuidade sensorial, utilizaram a seguinte Escala de Comparação Múltipla de 1 a 6 pontos, sendo:

1 = nenhuma diferença em relação à aparência/cor/odor do padrão

- 2 = Aparência/cor/odor muito pouco diferente do padrão
- 3 = Aparência/cor/odor pouco diferente do padrão,
- 4 = Aparência/cor/odor moderadamente diferente do padrão
- 5 = Aparência/cor/odor muito diferente do padrão
- 6 = Aparência/cor/odor extremamente diferente do padrão

Cada julgador recebeu, além do padrão identificado, as amostras codificadas com números aleatórios de três dígitos, sendo o padrão também apresentado codificado. Para a apresentação das amostras aos avaliadores empregou-se o delineamento de blocos completos casualizados. As embalagens com as amostras armazenadas e o padrão foram mantidas sobre camada de gelo reutilizável, visando manter a temperatura entre 3 e 5 °C.

As análises foram conduzidas em cabines individuais iluminadas com lâmpadas fluorescentes.

As análises foram realizadas em 4 sessões, duas para a CMS Vermelha e duas para a CMS preta. A coleta dos dados foi realizada por meio do sistema computadorizado *Compusense Five* versão 5.6 para avaliação sensorial e a análise foi realizada por meio do teste de Dunnett com um intervalo de confiança de 95% (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2012), utilizando o programa Excel 2013.

4.2.3 Avaliação da CMS como ingrediente para molho de tomate

4.2.3.1 Desenvolvimento experimental

Ao analisar os resultados do Teste de Diferença do Controle, percebeu-se que aos 15 dias de armazenamento os avaliadores já detectaram diferença em relação a amostra padrão (CMS recém-preparada, dia zero). Decidiu-se então conduzir um teste sensorial de aceitabilidade com a CMS utilizada como matéria prima na elaboração de um produto.

Foi elaborado o produto “molho de tomate com adição de CMS de tilápia” e dessa forma avaliou - se a aceitabilidade dos produtos com CMS de 15 dias e 90 dias de armazenamento, em que os consumidores poderiam ou não detectar diferenças no sabor, cor e aparência do produto. Após estudos preliminares de tipo de molho, condimentação e forma de apresentação, a formulação final otimizada está apresentada no item 4.2.3.2.

4.2.3.2 Formulação e processamento do molho de tomate com adição de CMS

O molho de tomate com tilápia foi formulado na proporção de 1 parte de CMS de tilápia híbrida vermelha para 1,7 partes de molho de tomate comercial marca Fugini®-Tradicional. Os demais ingredientes adicionados, em porcentagem, e calculados sob 100% do total de CMS são os descritos a seguir: 10% de vinho de uva branca, 2% de condimento para peixe (Aroma das Ervas®), 1% de maltodextrina (1920–Ingredion ®) e 0,35% de tripolifosfato de sódio (Kraki®).

A CMS descongelada e o vinho foram submetidos à cocção em “banho maria”, por cerca de 10 min., quando a cor rósea da CMS se altera para a cor cinza. Adicionou-se o fosfato, a maltodextrina e o condimento. Após 40 min de cocção adicionou-se o molho de tomate e o sistema permaneceu em aquecimento por mais 60 min. O molho foi acondicionado à temperatura mínima de 65°C em embalagem de polietileno com dimensões de 12cmx17cm. As 65 embalagens de 45g foram imersas em água gelada (0-3°C); o monitoramento da temperatura de resfriamento foi feito por termômetro de infravermelho localizado fora da embalagem. A seguir, as embalagens foram armazenadas em câmara fria a 2°C.

4.2.3.3 Avaliação microbiológica

Para a caracterização da segurança do processo, os ensaios microbiológicos foram realizados conforme Resolução n.12 da Anvisa de *Salmonella* spp. (ISO 6597, 2007), coliformes a 45°C (ISO 7251, 2002), estafilococos coagulase positiva e clostrídios sulfito redutores (DOWNES; ITO, 2001). As amostras foram analisadas em triplicada para o molho de tomate com CMS de tilápia híbrida armazenado por 15 dias e molho de tomate com CMS de tilápia híbrida armazenado por 90 dias. Os resultados foram expressos em ausência e presença para *Salmonella* spp., número mais provável por grama de amostra (NMP/g) para coliformes a 45°C e log UFC/g (unidades formadoras de colônia por grama de amostra) para estafilococos coagulase positiva.

4.2.3.4 Aceitabilidade do molho de tomate adicionado de CMS de tilápia híbrida vermelha

As avaliações foram delineadas e realizadas na Unidade Laboratorial de Referência em Análises Físicas, Sensoriais e Estatísticas (LAFISE) do Centro de Ciência e Qualidade de Alimento (CCQA), no Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (ITAL).

4.2.3.5 Metodologia de avaliação

O grupo foi constituído de 61 consumidores, sendo 7 homens e 54 mulheres. As características quanto à faixa etária, classe social e frequência de consumo de pescado está apresentado na Figura 15.

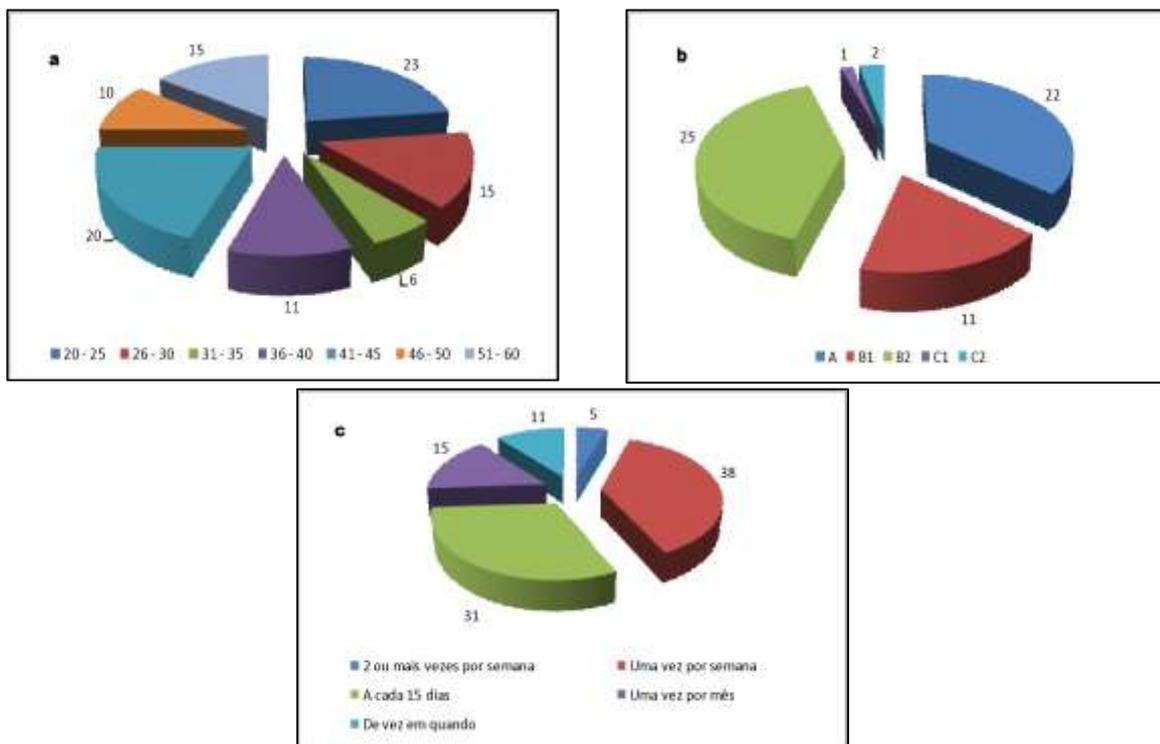


Figura 15 - Características do grupo de consumidores que avaliou as amostras de molho de CMS, quanto à faixa etária (a), classe social (b) e frequência (c) de consumo de produtos de peixe

Cada uma das amostras foi avaliada quanto à aceitabilidade do produto de modo global, e em especial quanto à aparência, cor, odor, sabor, consistência, por meio de escala hedônica de nove pontos (9=gostei muitíssimo, 5= não gostei nem desgostei e 1= desgostei muitíssimo) e quanto à atitude de intenção de compra

(5=certamente compraria, 3=talvez comprasse, talvez não comprasse e 1=certamente não compraria).

O molho foi servido como guarnição para macarronada. O macarrão tipo parafuso marca Petybom, foi submetido à cocção, conforme instrução do rótulo da embalagem. Para cada porção de macarrão foi utilizada uma unidade de 45g de molho de tomate com tilápia, previamente aquecido em água em ebulição por 10 min. A porção de macarrão recoberta com o molho, foi servida em prato fundo, descartável, de cor branca, com capacidade para 325 ml e com diâmetro de fundo de 150 mm. As amostras foram servidas à temperatura de 37-40°C, codificadas com números de três dígitos aleatórios. Foi oferecida aos degustadores, água mineral natural. A apresentação foi monádica para avaliação da aceitação do molho (Figura 16).

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five*, versão 5.6, para coleta e avaliação da aceitabilidade. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias.



Figura 16 - Amostras dos molhos de tomate com adição de CMS de tilápia (esquerda) e avaliação de uma das amostras (direita), realizada por consumidor

4.2.3.6 Determinação do ponto de corte da CMS de tilápia híbrida vermelha

A determinação do ponto de corte foi feita com a finalidade de comprovar, na prática, a vida útil da CMS e consistiu na avaliação da aceitação pelos consumidores

de um produto obtido dessa matéria prima. Considerou-se como a 2ª etapa do trabalho de avaliação sensorial.

A determinação do ponto de corte foi estabelecida por análise de sobrevivência (GIMÉNEZ et al., 2012) através da equação utilizada previamente por Hough (2002), que avalia quando os consumidores detectam a primeira mudança significativa nas características sensoriais do produto, sendo considerado como o limite de aceitação (S), calculado como a aceitabilidade de modo global inicial e de acordo com a seguinte equação:

$$S = \frac{F - Z_a \sqrt{2MSE}}{n}$$

Onde S= pontuação da aceitabilidade limite;

F= pontuação da aceitabilidade global da amostra fresca;

Z_a= a metade da coordenada da curva normal para o nível de significância α;

MSE=quadrado médio do erro derivado da análise de variância da aceitação global

n= número de consumidores.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Caracterização físico-química da CMS de tilápia vermelha e preta.

Os valores lipídicos das amostras da CMS preta no período de 0 a 90 dias variaram de 15,5 a 20,7% e da CMS vermelha de 14,2 a 16,2%, respectivamente. Essa variação está relacionada ao acabamento da carcaça de tilápia e a forma de manejo, pois são tilápias de cultivo. O conhecimento do teor de gordura no pescado é importante não só do ponto de vista nutricional como pela influencia deste no aroma e sabor do produto final (TAVARES, 1994).

Os valores de pH no período de 0 a 90 dias das CMS de tilápia preta variaram de 6,61 a 6,72 e da CMS de tilápia vermelha de 6,58 a 6,75.

4.3.2 Teste Sensorial de Diferença do Controle

O teste sensorial de Diferença do Controle é uma metodologia indicada, quando o grau de diferença afeta a decisão, como na avaliação da vida útil e de produtos heterogêneos como carnes e derivados (MEILGAARD et al., 2007).

Um delineamento em que todas as amostras são avaliadas na mesma sessão apresenta vantagens como minimização de tempo, esforço e recursos necessários para a condução do experimento (LAWLESS; HEYMANN, 1999), além de evitar resultados tendenciosos, quando os avaliadores estão cientes do objetivo do estudo e, é esperado que as amostras se tornem alteradas, com o passar do tempo (HOUGH, 2010).

Os dados obtidos na avaliação sensorial da CMSV e CMSP estão apresentados nas tabelas 15 e 16, respectivamente.

Tabela 15 - Avaliação sensorial para aparência, cor e odor das amostras de CMSV armazenadas em relação ao respectivo padrão, zero dia

	Dias	Aparência	Cor	Odor
CMSV ***	Zero	1,2 (0,4) ^b	1,2 (0,4) ^b	1,2 (0,4) ^b
	15	2,3 (1,2) ^a	2,5 (1,1) ^a	1,6 (0,7) ^b
	30	1,6 (1,0) ^b	1,8 (1,0) ^a	1,5 (0,8) ^b
	45	1,7 (0,8) ^a	1,9 (0,8) ^a	1,7 (0,8) ^a
	60	2,1 (0,9) ^a	2,7 (1,1) ^a	2,3 (1,3) ^a
	75	2,8 (1,4) ^a	3,5 (1,34) ^a	2,2 (1,1) ^a
	90	3,1 (1,5) ^a	3,7 (1,33) ^a	3,0 (1,5) ^a
		D.M.S. (5%)	0,5	0,5

*Valores expressos como média (desvio-padrão). Médias seguidas de letras diferentes do Padrão codificado diferem estatisticamente do Padrão ao nível de erro de 5%. **D.M.S** (5%): diferença mínima significativa do teste de Dunnett em nível de erro de 5%.

*** Resultado médio entre 34 julgamentos corretos para a avaliação de aparência, cor e odor da CMSV. Sendo: CMSP= CMS de tilápia vermelha

Tabela 16 - Avaliação sensorial para aparência, cor e odor das amostras de CMSP armazenadas em relação ao respectivo padrão, zero dia

	Dias	Aparência	Cor	Odor
CMSP **	zero	1,1 (0,3) ^b	1,1 (0,3) ^b	1,0 (0,2) ^b
	15	2,2 (1,2) ^a	2,4 (1,2) ^a	1,6 (0,8) ^b
	30	2,6 (0,7) ^a	2,8 (0,7) ^a	2,0 (1,0) ^b
	45	3,1 (1,0) ^a	3,9 (0,7) ^a	2,8 (1,1) ^a
	60	3,5 (1,2) ^a	4,4 (0,8) ^a	3,2 (1,0) ^a
	75	2,5 (1,0) ^a	3,0 (1,1) ^a	2,2 (1,1) ^a
	90	2,8 (1,2) ^a	3,09 (0,9) ^a	2,3 (1,2) ^a
	D.M.S. (5%)	0,5	0,4	0,5

*Valores expressos como média (desvio-padrão). Médias seguidas de letras diferentes do Padrão codificado diferem estatisticamente do Padrão ao nível de erro de 5%. **D.M.S** (5%): diferença mínima significativa do teste de Dunnett em nível de erro de 5%. ** Resultado médio entre 32 julgamentos corretos para a avaliação de aparência, cor e odor da CMSP. Sendo: CMSP= CMS de tilápia preta.

Quanto às amostras de CMSV, também aos 15 dias de armazenamento verifica-se que houve diferença em nível de erro de 5% do padrão quanto à aparência e à cor, com médias próximas a “aparência/cor muito pouco diferente de padrão (P)”. Quanto ao odor, não houve diferença significativa da amostra em relação ao P. Aos 30 dias de armazenamento não foi verificada diferença estatística em relação ao padrão quanto à aparência e odor. As diferenças estatísticas são mantidas quanto à cor, sendo que, as médias obtidas variaram entre “cor muito pouco diferente de P” a “cor moderadamente diferente de P”. Entre 45 e 75 dias de armazenamento, verifica-se que as amostras diferiram estatisticamente em nível de erro de 5% do padrão com médias que variaram entre “aparência/cor/odor muito pouco diferente de P” a “aparência/cor/odor pouco diferente de P”. Aos 90 dias de armazenamento as diferenças em relação ao padrão (P) foram mantidas para aparência e odor, sendo que a cor obteve média que variou entre “cor pouco diferente do P” e “cor moderadamente diferente do P”.

Na avaliação da CMSP, a partir dos 15 dias de armazenamento, verifica-se que houve diferença em nível de erro de 5% do padrão (P), quanto aos atributos aparência e cor; e a partir de 45 dias quanto ao odor, apresentando médias próximas a “aparência/cor/odor muito pouco diferente de P”. As médias obtidas variaram de “aparência/cor/odor muito pouco diferente de P” a “aparência/cor/odor moderadamente diferente de P”.

As diferenças percebidas foram descritas pelos avaliadores conforme apresentado nas Tabelas 17 e 18.

Os resultados das avaliações sensoriais obtidos de amostras coletadas nos diferentes períodos permitem inferir que os processamentos para obtenção da CMS não apresentaram grandes alterações, pois na maioria das datas de armazenamento estudadas a diferença significativa entre as amostras foi muito pequena. Esta avaliação permite aferir que houve um controle adequado da matéria prima desde a empresa fornecedora das carcaças até a obtenção da CMS na planta piloto.

Tabela 17 - Atributo e número de citações para as amostras de CMSV

Atributos/ Amostras	Cor escura / amarronzada / - avermelhada /- viva	Pontos pretos	Odor + intenso	Gordura + aparente /- rosada
	0	-	-	-
Dias de estocage m	15	12	3	4
	30	15	4	2
	45	10	1	7
	60	14	-	9
	75	13	2	5
	90	10	-	5 ^(*)

* 2 citações são de odor de ranço.
Sendo CMSV= CMS de tilápia vermelha

Tabela 18 - Atributo e número de citações para as amostras de CMSP

Atributos/ Amostras	Cor escura /+ avermelhada*/- viva	Pontos pretos	Odor + intenso	Gordura + aparente /- rosada
	0	-	-	-
Dias de estocage m	15	10*	-	-
	30	10	-	4
	45	4	1	-
	60	8	-	8**
	75	9	1	2
	90	11	1	10***

1 citação / *2 citações são de odor de ranço.
Sendo: CMSP= CMS de tilápia preta

Verifica-se que, nas condições desse experimento a CMSV e a CMSP estocadas por 15 dias, apresentaram “muito pouca diferença em relação à P” quanto

aos atributos avaliados. Tais diferenças foram citadas como coloração mais escurecida e odor mais intenso.

Ao estipular o prazo de validade de um produto, a empresa deve levar em consideração o risco que está disposto a assumir quanto à possível percepção dos consumidores em relação às alterações sensoriais ocorridas.

Neste estudo, as características estudadas ao longo do tempo foram aquelas que poderão ter impacto no produto final, conforme ocorre rotineiramente em empresas de produtos cárneos.

A dimensão da diferença entre as amostras para determinar o ponto de corte ou o limite da vida útil, foi estabelecido a partir da nota 4 na escala utilizada que representa “aparência/cor/odor moderadamente diferente de P”. Segundo Hough (2010), esta é uma avaliação centrada no produto. Os avaliadores, embora com conhecimento em CMS de frango, bem como de alguns produtos de pescado, no momento da avaliação da CMSV e CMSP ainda estavam iniciando estudos com este produto. Levou-se em conta que a CMSV será utilizada como matéria prima, sendo estes avaliadores aqueles que irão formular um novo produto. Dessa forma, e nas condições desse trabalho, a vida útil sensorial, isto é, o ponto de corte para ambas CMS foi considerado de 90 dias.

Em estudo sobre vida útil dos alimentos, vários autores estabelecem o ponto de corte de forma arbitrária. Como exemplo, para avaliação de lagostas, foi realizado um painel de 8 avaliadores treinados utilizando escala de 5 pontos (5=muito fresco e 0=muito alterada) e foi fixado o ponto de ≤ 2 para rejeição do produto, baseado em tentativas prévias que não são descritas pelo autor (HOUGH, 2010).

A CMS em estudo será utilizada como matéria prima para elaboração de outro produto, este também terá a vida útil estabelecida e dessa forma, a matéria prima deve acompanhar a expectativa da indústria.

4.3.3 Aceitabilidade do molho de tomate com CMS de tilápia vermelha

4.3.3.1 Aspecto microbiológico

Sob o aspecto microbiológico, o molho de tomate com adição de CMS tilápia híbrida vermelha armazenada com 15 dias e 90 dias atendeu aos limites da legislação RDC nº12.

Para coliformes termotolerantes <3,0 NMP/g, *Salmonella* spp ausente em 25 g, estafilococos coagulase positiva <2UFC/g e clostridio sulfito redutor 1,00 UFC/g em ambos os molhos.

4.3.3.2 Confirmação do ponto de corte

As médias obtidas no teste de aceitabilidade quanto à amostra de modo global, aparência, cor, odor, sabor e consistência são apresentados na Tabela 19, assim como os percentuais de aceitação (6 a 9), de indiferença (5) e rejeição (1 a 4).

Na avaliação da aceitabilidade do produto formulado com CMSV armazenado por 15 e por 90 dias, as amostras obtiveram médias entre “gostei pouco” e “gostei” para todos os atributos na escala utilizada. Na avaliação do produto com 90 dias de armazenamento a aceitabilidade de modo global representou um percentual de 80% de aceitação e para a aceitabilidade do sabor 69%, evidenciando que os produtos tiveram uma boa aceitação apesar de apresentar 29% de rejeição neste último atributo.

Estes resultados da boa aceitabilidade pelo consumidor corroboram o estabelecimento da vida útil da CMS, determinado por equipe técnica para as amostras obtidas com CMS de 15 e de 90 dias de armazenamento.

Munhoz et al. (1992) consideraram como aceitação de modo global o valor de 6,5, na mesma escala utilizada neste estudo, como um valor mínimo para estabelecer o ponto de corte da vida útil ou o limite da vida útil de produtos, para especificações de controle de qualidade. Montes Villanueva e Trindade (2010) utilizaram o valor 5, para a vida útil de produto elaborado com farinha de trigo, leite e ovos. Outros autores, citados em Gimenez et al (2012), consideraram a média de 4 (desgostei pouco) como a aceitabilidade limite para vida útil de filé de truta.

Tabela 19 - Aceitabilidade do molho de tomate com tilápia de modo global, aparência, cor, odor, sabor e consistência

Aceitabilidade			
Amostras	DMS	Molho (CMS 15 dias)	Molho (CMS 90 dias)
Modo global	0,4	7,1 (1,3) ^a	6,3 (1,8) ^b
Aparência	0,9	7,5 (0,8) ^a	7,3 (0,9) ^a
Cor	0,2	7,5 (0,7) ^a	7,4 (0,8) ^a
Odor	0,4	6,8 (1,6) ^a	6,1 (1,9) ^b
Sabor	0,4	6,8 (1,6) ^a	5,7 (2,0) ^a
Consistência	0,2	7,4 (0,9) ^a	7,0 (1,2) ^b

Valor expresso como média (desvio-padrão) entre 61 avaliações por amostra. D.M.S.: Diferença mínima significativa em nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (linha), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%

Tabela 20 - Percentual de aceitação (6 a 9), indiferença (5) e rejeição (1 a 4) do molho de tomate com tilápia de modo global, aparência, cor, odor, sabor, consistência e intenção de compra

Atributos	Respostas	Molho (CMS 15 dias)	Molho (CMS 90 dias)
Modo Global	Aceitação (%)	93,4	80,4
	Indiferença (%)	0,0	3,3
	Rejeição (%)	6,5	16,4
Aparência	Aceitação (%)	98,3	98,3
	Indiferença (%)	0,0	1,6
	Rejeição (%)	1,6	0,0
Cor	Aceitação (%)	100,0	98,3
	Indiferença (%)	0,0	1,6
	Rejeição (%)	0,0	0,0
Odor	Aceitação (%)	88,6	70,5
	Indiferença (%)	4,9	6,6
	Rejeição (%)	6,5	22,9
Sabor	Aceitação (%)	87,0	68,9
	Indiferença (%)	6,6	1,6
	Rejeição (%)	6,5	29,4
Consistência	Aceitação (%)	96,8	91,8
	Indiferença (%)	1,6	3,3
	Rejeição (%)	1,6	4,9
Intenção de Compra	Positiva (%)	61	42
	Dúvida (%)	18	20
	Negativa (%)	21	37

Observa-se aumento na dúvida quanto à intenção de compra de 18% para 20% e uma redução na intenção positiva de compra de 61% para 42%, respectivamente, para os molhos de tomate com tilápia obtidos de CMS com 15 e 90 dias de vida útil.

Na análise de sobrevivência, para determinar qual das formulações estava em conformidade com a aceitação do consumidor, obteve-se a aceitabilidade limite de 6,6 que reflete uma vida útil da CMSV inferior a 90 dias, pois a aceitabilidade alcançada foi de 6,3 no produto molho de tomate com adição de CMS de tilápia, nas condições desse estudo. Na realização de linha de tendência supostamente linear para a aceitação global dos produtos obtidos com 15 e 90 dias de armazenamento encontrou-se que, a aceitação de 6,6 se daria com produto obtido com 62 dias de armazenamento, refletindo o período de vida útil (Figura 17).

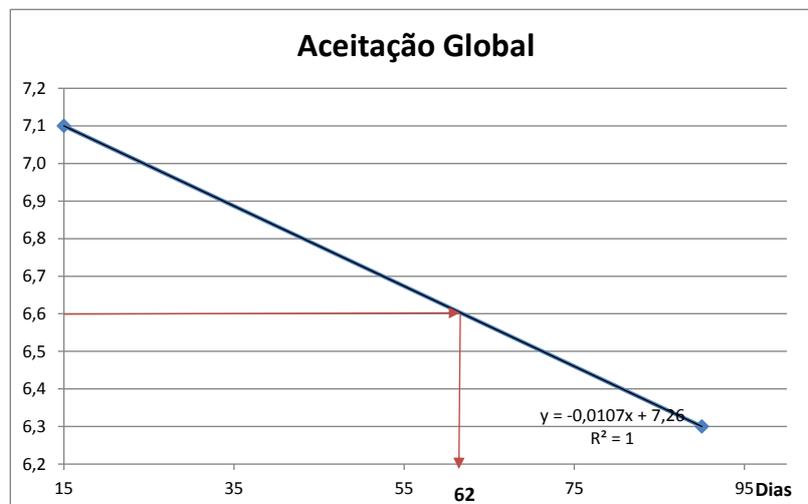


Figura 17 - Ponto de corte quando sugerida uma linha de tendência linear

Esta metodologia de análise de sobrevivência é útil quando atributos de odor e sabor são decisivos, pois são difíceis de serem monitorados por equipamentos durante o armazenamento (GIMÉNEZ et al., 2012). A mesma autora e colaboradores (2007) avaliando a vida útil de pão integral consideraram que algumas vezes a vida útil estimada é muito curta, sendo este, um critério conservador a ser usado por parte dos produtores.

Neste estudo manteve-se este critério, porque a) amostras de apenas dois períodos foram comparadas quanto à aceitabilidade, b) não se utilizou a produção inicial, que realmente não é de interesse para este estudo; c) foi considerado o número de consumidores que avaliaram o produto, a literatura registra 50 a 300 consumidores (MEILGAARD et al., 2007; STONE; SIDEL, 2007), de acordo com conceitos básicos necessários para estudos de aceitabilidade; d) a redução de intenção positiva de compra em 19% também evidenciou esta limitação de vida útil e) Hough et al (2006) sugere que estudos com consumidores sejam realizados com 112 pessoas no mínimo.

Este estudo com produto avaliado por consumidores é estatisticamente mais exigente que o estudo com avaliador treinado, em que se estabelece o ponto de corte para a vida útil na prática de utilização dos produtos.

4.4 Conclusões

A CMS de tilápia vermelha apresenta diferenças sensoriais quando armazenada entre 15 e 90 dias, segundo a análise sensorial de diferença do controle.

A limitação da vida útil da CMS de tilápia preta ficou estabelecida para 60 dias e para CMS de tilápia vermelha, 90 dias, conforme a equipe de avaliadores que definiu o valor 4 como limite sendo descrito como tendo aparência/cor/odor moderadamente diferente do padrão.

O molho de tomate, com adição de CMS de tilápia vermelha armazenada por 15 e por 90 dias, foi bem aceito pelos consumidores, porém a intenção de compra apresentou queda de 19% para o produto elaborado com CMS aos 90 dias de armazenamento.

O ponto de corte para vida útil do molho de tomate com tilápia ficou estabelecido no valor 6,6 para aceitabilidade global, representando período de vida útil inferior ao estabelecido pelo teste de diferença do controle com equipe treinada. Ficou evidenciando que o sabor foi um atributo limitante para a vida útil aos 90 dias de estocagem.

Referências

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. **Official methods of Analysis of Official Analytical Chemists**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 1018p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13526**: teste de comparação múltipla em análise sensorial dos alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 2012. 9 p.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001.

FARIA, E, V; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. 2. ed. Campinas: ITAL, 2008. 120 p.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: a review of current methodological approaches. **Food Research International**, Campinas, v. 49, p. 311–325, 2012.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S.; GARITTA, L. Shelf life estimation of brown pan bread: a consumer approach. **Food Quality and Preference**, Massachusetts, v. 18, p. 196–204, 2007.

HOUGH, G. **Sensory shelf life estimation of food products**. Boca Raton: CRC Press, 2010. 246 p.

HOUGH, G.; GARITTA, L.; GÓMEZ, G. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. **Food Quality and Preference**, Massachusetts, v. 17, p. 468–473, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7251: microbiology of food and animal feeding stuffs; horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli* – most probable number technique. Vernier 2002.13p

_____. **ISO 6597**: microbiology of food animal feeding stuffs; horizontal method for the detection of *Salmonella* sp. Vernier, 2002. 27p.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. Gaithersburg: Aspen Publ., 1999. 827 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 448 p.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 225 p.

MONTES VILLANUEVA, N.D.; TRINDADE, M.A. Estimating sensory shelf life of chocolate and carrot cupcakes using acceptance tests. **Journal of Sensory Studies**, Manhattan, v. 25, p. 260–279, 2010.

MORI, E.E.M. Análise sensorial de carne de pescado separada mecanicamente. In: MORAIS C. **Carne de pescado separada mecanicamente**: obtenção e utilização. Campinas: ITAL, 1994. p. 29-30.

MUNHOZ, A.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 239p.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos**: propriedades, degradações, modificações. Varela: São Paulo, 1996. 517 p.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory research and consumer-led food product development. In: MacFIE, H. (Ed.). **Consumer-led food product development**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 307-320.

TAVARES, M. Métodos físicos e químicos na avaliação de qualidade da carne separada mecanicamente e produtos derivados. In: CLESO M. **Carne de pescado separada mecanicamente**: obtenção e utilização. Campinas: ITAL, Centro de Tecnologia de Carnes, 1994. p. 20-26.

5 COMPORTAMENTO FUNCIONAL DA CMS REESTRUTURADA DE TILÁPIA HÍBRIDA VERMELHA

Resumo

O desenvolvimento de produtos reestruturados de tilápia, com incorporação de aditivos extensores, se constitui em uma forma de aproveitamento da CMS de tilápia híbrida vermelha ainda não explorada comercialmente no Brasil. A partir da CMS em condições de vida útil de até sessenta dias de armazenamento congelado, testou-se vários aditivos como proteína vegetal e animal, amido, fécula, carragena e fibra vegetal em diferentes concentrações de uso para elaborar um produto reestruturado com esta matéria-prima. Foram avaliados o pH, a capacidade de retenção de água, a perda de peso no cozimento e a força de penetração dos reestruturados. Aferiu-se que a CMS de tilápia híbrida vermelha é uma matéria-prima com elevado teor proteico, média de 12%, e elevado teor de lipídeo, média de 15% e pode ser utilizada para elaboração de diferentes coprodutos de tilápia. Foi possível obter produtos reestruturados com adição de 100% de CMS de tilápia híbrida vermelha com boas características de processamento, o que demonstra a viabilidade de sua produção. O sal (0,7%) e o tripolifosfato (0,35%) são ingredientes que permitiram estabelecer coesão na CMS. A interação entre a proteína concentrada de soja (2,8%), fécula de mandioca (2%), fibra vegetal (4%) e carragena ativada a quente (0,5%) apresentou respostas satisfatórias de rendimento, capacidade de retenção de água e força de penetração (textura) do produto reestruturado.

Palavras-chave: CMS de tilápia vermelha; Reestruturado de pescado; Funcionalidade tecnológica; Força de penetração; Capacidade de retenção de água; Aditivos extensores

Abstract

The development of restructured products of tilapia with incorporation of food additives has not yet been explored commercially in Brazil. Red hybrid tilapia mechanically removed meat (MRM) under shelf life conditions up to 60 days stored frozen was raw material to test different additives such as plant and animal protein, starch, carrageenan and vegetable fiber at different concentrations of use to reach a restructured fish product. The pH, water holding capacity, cooking loss and texture of the restructured fish meat were evaluated. Red hybrid tilapia MRM is a raw material with a high protein content, average 12%, and high lipid content, average 15% and it can be used for preparation of different co-products of tilapia. It was possible to obtain restructured products with addition of 100% of red hybrid tilapia MRM with good processing characteristics, which shows the viability of its production. Salt (0.7%) and tripolyphosphate (0.35%) are ingredients that allow cohesion in MRM. The interaction between concentrated soy protein (2.8%), cassava starch (2%), vegetable fiber (4%) and carrageenan enabled (0.5%) presented satisfactory

answers, water hold capacity and texture (penetration power) of the restructured product.

Keywords: Fish deboned meat; Mechanically removed meat restructured; Fish; Water hold capacity; Penetration power (texture); Food functional properties; Food additives

5.1 Introdução

A aplicação de novas tecnologias de processamento por parte das indústrias alimentícias ocorre em ritmo acelerado, pela crescente procura do mercado consumidor por produtos nutritivos e com aparência próxima aos ditos “alimentos naturais”, práticos e de rápido preparo, mas que apresentem preços acessíveis (REGO, 2010).

O desenvolvimento de novos produtos pode significar a sobrevivência, em longo prazo, da indústria da pesca no mercado, aumentando a sua capacidade de responder, não só à demanda de consumo de produtos diferenciados, mas também à tendência da busca da alimentação saudável. Ao se aproveitar como matéria prima, o material não utilizado na indústria pesqueira (resíduos) disponibiliza-se, aos setores mais carentes da população, um alimento de preço acessível e nutritivo (PESSATI, 2000), além de promover o aumento da receita da empresa processadora.

A avaliação das propriedades das proteínas auxilia as empresas a otimizar as melhores características de funcionalidade para uma dada aplicação e a definir como a proteína ou seus derivados podem atuar nas formulações de alimentos (QUAGLIA e ORBAN, 1990).

Este estudo objetivou avaliar as características funcionais da CMS de tilápia híbrida vermelha reestruturada por meio da interação entre os aditivos, sal, tripolifosfato, amido, fécula e isolado protéico de soja, carragena e fibra vegetal.

5.2 Revisão Bibliográfica

5.2.1 Desenvolvimento de produtos de pescado

O crescente interesse em um estilo de vida adequado, incluindo alimentação e atenção à qualidade dos alimentos, contribui para direcionar os consumidores aos produtos da pesca. As mudanças de hábito alimentar, como a procura por alimentos

de origem animal com baixos níveis de colesterol e alto valor proteico, tem colocado a carne de pescado no cardápio diário de muitas populações (MOREIRA, 2005).

O desenvolvimento de produtos de pescado de cultivo também está relacionado à aceitação gradual dos produtos da aquicultura, que podem garantir alimentos seguros, com certificado de origem e rastreabilidade, (CORTESE, 2009).

Porém, algumas barreiras têm impedido um maior desenvolvimento da indústria da pesca, como a ausência do hábito de consumo de pescado aliado ao preço elevado, ausência de padronização dos produtos, dificuldade em encontrar produtos frescos e poucas opções de produtos industrializados no mercado (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

A disseminação das informações sobre a rastreabilidade, embalagem e rotulagem, colabora para a transparência da cadeia produtiva do pescado. Além disso, a presença no mercado de uma forma ampla e crescente de alimentos tipo *ready-to-use*, tanto frescos, como processados congelados (filé e pratos prontos à base de pescado com legumes e sabores adicionados) é apropriada para o estilo de vida moderno, que, geralmente, exige tempos curtos de preparação dos alimentos domésticos (CORTESE, 2009).

5.2.2 Reestruturação de produtos de pescado

A procura crescente do pescado e derivados pelos consumidores está afetando os recursos pesqueiros em todo o mundo e reduzindo drasticamente a população de algumas espécies. Ao mesmo tempo, existem várias espécies de peixe subutilizadas devido ao seu tamanho, sabor, odor, cor ou textura. Alguns coprodutos de filetagem poderiam ser transformados em coprodutos de alto valor agregado; e espécies de baixo valor e sobras de filetagem poderiam ser transformadas em coprodutos por meio do processamento para obtenção do *surimi* e da reestruturação. Pode-se, obter, novos produtos a partir de uma matriz de aditivos, visando melhorar as propriedades mecânicas e funcionais da CMS de pescado (RAMIREZ et al., 2011).

O processo de reestruturação permite a comercialização de algumas espécies de pescado de baixo valor com maior valor agregado, como as espécies de peixes

não comerciais, peixes menores do que o tamanho comercial (provenientes, por exemplo, da captura do camarão e considerados como *by-catch*) e aparas da filetagem de espécies comerciais (NORIEGA-RODRÍGUEZ et al., 2009; PACHECO-AGUILAR et al., 2010). Este processo implica na cominuição do músculo do pescado, solubilização das proteínas por meio da adição de sal, formatação de “pasta” de peixe e indução do fenômeno de gelificação, geralmente empregando o calor. Alguns produtos reestruturados de pescado foram desenvolvidos com aplicação de vácuo em aparas de salmão submetidas à esterilização para enlatamento e, por meio da reestruturação de aparas de *catfish* (*Ictalurus punctatus*), usando ovo como agente ligante. (BORDERÍAS; PÉREZ-MATEOS, 1996; ZIMMERMAN et al., 1998).

Dentre os vários métodos de reestruturação desenvolvidos, os processos mais comuns são: corte, tombamento e massageamento (com ou sem vácuo). Estes processos usam o sal para solubilizar e extrair a proteína miofibrilar que produz um exsudato viscoso, responsável pela ligação de todos os ingredientes (RAMÍREZ et al., 2000).

A moderna indústria de alimentos requer muitos ingredientes que, uma vez adicionados a um sistema alimentar, conferem propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais. Dentre esses ingredientes, alguns são fontes de proteínas, outros se fundamentam em propriedades específicas de emulsificante, formação de géis e espuma, que podem ser fornecidos por diversas proteínas e que permitem o desenvolvimento de novos produtos.

5.2.3 Utilização de aditivos

5.2.3.1 Fosfatos

O fosfato incrementa a capacidade de retenção de água da proteína por meio do aumento do pH da carne, isto resulta em melhora da solubilização e aumento da força do gel, devido a formação de redes proteicas. Alguns autores descrevem um efeito protetor sinérgico. As proteínas de pescado solubilizadas pelo sal e água formam uma matriz contínua e, alguns aditivos podem ser aprisionados dentro desta matriz, preenchendo o gel e exercendo suas propriedades funcionais nos produtos reestruturados, podendo: a) influenciar na formação de uma matriz contínua com gel de *surimi* durante a gelificação térmica de indução; b) modificar a viscosidade, mobilidade e outras propriedades da fase líquida e c) influenciar na textura e

aparência do gel, ou seja, no tamanho das partículas, distribuição, propriedades reológicas (texturas) e fração de volume relativo do gel (LEE et al., 1992).

Os fosfatos neutros e alcalinos são mais efetivos que os fosfatos ácidos. Os mais usados são tripolifosfato e o pirofosfato de sódio (MACHADO, 1994).

5.2.3.2 Amido

O amido é o ingrediente mais comum usado como espessante em produtos à base de *surimi* ou de pescado. O uso de 40 e 120 g/kg de amido pode auxiliar no controle da umidade, viscosidade e estabilidade térmica durante o armazenamento, além de aumentar a força e a firmeza do gel (LEE et al., 1992). Outro atributo importante do amido original e do modificado é a capacidade de substituir parcialmente as proteínas do pescado, mantendo características desejadas de formação de gel, porém a um custo menor (HUNT et al., 2009).

O amido é a primeira escolha para produzir hambúrgueres ou salsichas, de pescado. No entanto, há interesse crescente para obter novos produtos com diferentes texturas e atributos sensoriais, que satisfaçam as expectativas dos consumidores. Usar pequenas quantidades de proteína e amido não hidrocolóides na formulação poderia melhorar a qualidade de produtos moídos de pescado, aproveitando a sua funcionalidade em modificar a textura. Estas formulações alteram os limites superiores e inferiores para os atributos de textura na leitura instrumental, aumentando a aceitabilidade sensorial (KASAPIS, 2009).

5.2.3.3 Gomas

As gomas são consideradas como alternativa para melhorar as propriedades reológicas dos produtos reestruturados, uma vez que estão prontamente disponíveis e não possuem alto valor comercial. A maioria delas é compatível com as proteínas musculares de peixes e melhoram o rendimento sem efeito negativo sobre a textura e, geralmente não afetam significativamente a cor. O principal efeito é melhorar a CRA - capacidade de retenção de água. Outro fator importante a considerar ao usar as gomas é que, embora estas sejam carboidratos não adicionam calorias ao produto e acrescentam efeitos benéficos de fibra na dieta. Os consumidores,

especialmente aqueles à procura de alimentação saudável, poderiam apreciar este efeito. A carragena e a goma *konjac* são compatíveis com refeições à base de peixe, mas outras gomas têm um efeito negativo na textura e algumas considerações especiais devem ser levadas em conta. Neste aspecto, a goma do feijão de locustídeo e a goma xantana na proporção de 0,25 e 0,75, respectivamente, têm sido propostos para melhorar as propriedades mecânicas dos géis de *surimi* de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) (RAMÍREZ et al., 2002).

Os alginatos são comumente usados para a obtenção de produtos reestruturados a base de peixe cru através da técnica de ligação a frio em condições de refrigeração e congelamento. A eficácia do alginato de sódio como ligante a frio pode ser melhorada pela adição de CaCl_2 em baixa concentração (1g/kg) onde uma concentração mais elevada (10g/kg) reduz a capacidade de ligação do alginato (MORENO et al., 2010).

A goma *konjac* (KGM) é um eficiente agente crioprotetor das proteínas miofibrilares de pescado. É capaz de diminuir a desnaturação e agregação de proteína do músculo de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) durante o armazenamento a -18°C , aumentando a quantidade de proteínas extraídas pelo sal e reduzindo a atividade sulfidril. Adicionar KGM em 10 g/kg mostrou o mesmo efeito dos crioprotetores convencionais (100 g/kg sucrose e sorbitol, 1:1). Adicionar 15 e 20 g/kg de KGM permitiu um aumento na capacidade de retenção de água, força de ruptura, e deformação dos géis de *surimi*; houve perda da brancura com aparecimento de cor (XIONG et al., 2009).

5.2.3.4 Fibra

A moderna dieta humana tem evoluído a partir de dietas ricas em frutas, legumes, carnes magras e pescado para alimentos industrializados ricos em sódio e gorduras hidrogenadas e deficientes em fibras. As mudanças na dieta afetaram parâmetros dietéticos relacionados à saúde, resultando em aumento na obesidade e doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares (DCV), diabetes e câncer (JEW et al., 2009).

Fibras, obtidas de plantas são consideradas como ingrediente funcional porque fornecem vários benefícios à saúde, além da regularidade intestinal. Estas vantagens podem incluir saúde digestiva, gerenciamento de peso, saúde cardiovascular e bem-estar geral. Estes fatos têm aumentado o interesse dos

pesquisadores e da indústria alimentar para oferecer produtos alimentares saudáveis, preservando sua aceitação sensorial (VIUDA MARTOS et al., 2010).

As fibras podem melhorar a retenção de água e óleo, estabilização de lipídeo e rendimento no cozimento durante o armazenamento congelado a -20°C por 6 meses. A concentração e o tamanho de partículas da fibra não alteram a aparência, mas podem afetar a textura do gel (CARDOSO et al., 2010).

5.2.3.5 Proteínas

Concentrado de proteína de soro de leite (WPC) a 10 g/kg inibiu o fenômeno autolítico, associado com a atividade das proteases endógenas ativado em 60 e 65° C em *surimi*. No entanto, WPC a 30 g/kg afetou os atributos de cor, diminuindo a brancura do gel (RAMIREZ et al., 2011). Adicionar WPC em combinação com cloreto de cálcio (50 mmol/kg) melhorou as propriedades mecânicas e funcionais dos géis de *surimi* (RAMIREZ et al., 2011).

A proteína isolada de soja (PIS) modificou as propriedades texturais de géis de *surimi* de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). A PIS afetou negativamente as propriedades mecânicas dos géis de *surimi* definindo pastas em temperatura de 30 a 40°C por 60 min. As propriedades mecânicas diminuíram quando a concentração de proteína aumentou de 100 para 400 g/kg. No entanto, a adição de 100 g/kg de PIS melhorou as propriedades mecânicas dos géis de *surimi* obtidos por manutenção de pasta de peixe a 50° C por 60 min (RAMIREZ et al., 2011).

5.2.3.6 Carragenas

Em geral, em uma adaptação tecnológica, podem ocorrer alterações de textura e capacidade de retenção de água, resultando em baixa aceitação do mercado e redução de vida útil.

As carragenas são polissacarídeos lineares apresentando moléculas de galactose. Esses polissacarídeos tem a particularidade de formar colóides e géis em meio aquoso e lácteo em concentrações muito baixas (BORDERIAS; PÉREZ-MATEOS, 2005).

A molécula de galactose possui grupos sulfato e/ou piruvato, encontrando-se geralmente na forma de sais de sódio, potássio e cálcio. O conteúdo e a posição dos grupos sulfato diferenciam os diferentes tipos de carragenas que se classificam em *kappa* I, *kappa* II, *iota* e *lambda*. As propriedades das carragenas são, para *kappa* I, apresentar géis firmes e quebradiços; *kappa* II, apresentar géis firmes e elásticos, sinerese moderada e alta reatividade ao leite; *iota*, apresentar géis elásticos, sinerese baixa e géis termoestáveis e a *lambda*, que não gelifica, é mais solúvel e apresenta alta viscosidade (BORDERIAS; PÉREZ-MATEOS, 2005).

Devido à capacidade de gelificação e à forte interação eletroestática, as carragenas tem a propriedade de estabilizar as emulsões. Devido à sua alta especificidade são capazes de estabilizar sem modificar a textura do sistema.

As propriedades conferidas pelas carragenas, viscosidade e formação de gel, permitem obter diferentes texturas em variadas aplicações. Essas propriedades melhoram a coesividade, consistência, propiciam redução de sinéreses e melhoram a aparência (QUIROGA, 2015).

5.2.4 Característica do processamento

Uma vez que a CMS de pescado é uma matéria prima segura, os produtos podem ser desenvolvidos e os mercados identificados. Para que o produto entre no mercado competitivo com um bom perfil sensorial (textura, sabor e cor), deve-se atentar para a formulação e seleção de ingredientes (LEE, 2011). Para a otimização de uma formulação, deve-se conhecer as funções dos ingredientes, interação entre eles, ativação térmica de ingredientes e o sabor com relação à CMS de pescado (ALASALVAR et al., 2011).

A avaliação da qualidade da CMS depende da espécie com a qual o produto foi preparado, a aplicação e sua utilização. Alterações na qualidade da CMS estão associadas à textura floculada, dispersão (não é facilmente dispersa quando misturada com ingredientes), funcionalidade (como gelificação, formatação e habilidade de retenção de água), descoloração (escurecimento), oxidação dos lipídeos e desenvolvimento de “odor de peixe” (LEE; LIAN, 2002).

5.2.5 Propriedades funcionais das proteínas

As proteínas que compõem a fibra muscular do pescado são classificadas em dois grupos, as sarcoplasmáticas e as miofibrilares. As sarcoplasmáticas são

formadas por proteínas solúveis em água e em soluções salinas de baixa força iônica, podendo ser extraídas por simples pressão sobre o músculo ou por exposição a soluções salinas fracas (MACHADO, 1994).

Entre as características das proteínas sarcoplasmáticas que são importantes tecnologicamente, estão a sua capacidade de adesão às proteínas miofibrilares impedindo a formação de gel de alta elasticidade, baixa viscosidade, baixa capacidade de retenção de água e baixa capacidade de absorção de sabores (MACHADO, 1994).

As proteínas miofibrilares atuam na contração muscular e são formadas pela actina e miosina e pelas proteínas reguladoras. Estas proteínas representam de 66 a 77% das proteínas totais do músculo do pescado e apresentam alta funcionalidade quando comparadas às proteínas sarcoplasmáticas. A actina e miosina são extraídas simultaneamente em soluções salinas de alta força iônica (0,5 a 1) (MACHADO, 1994).

As propriedades funcionais das proteínas são definidas por Panyam e Kilara (1996) como as propriedades físico-químicas que governam seu desempenho e comportamento em um sistema alimentício, durante a preparação, processamento, armazenamento e consumo, sendo influenciados pela natureza das interações das proteínas entre si, com outros componentes e com a água no sistema. Os autores citaram diversos fatores que podem afetar estas propriedades, como os fatores intrínsecos (composição da proteína, mistura de proteínas, rigidez e flexibilidade, hidrofobicidade ou hidrofiliabilidade, tensão superficial, concentração de proteína e ponto isoelétrico da proteína), os fatores extrínsecos (temperatura, pH, estado de oxidação ou redução, sais, íons, água, carboidratos, lipídeos, gomas, surfactantes e taninos), as condições de estocagem e as modificações físicas, químicas e enzimáticas.

As proteínas miofibrilares (particularmente miosina) submetidas ao calor apresentam a propriedade de gelificação. O nível de sal utilizado durante esta operação determina a quantidade de proteína exsudada, que atuará como o agente de ligação, levando à precipitação e coagulação da proteína. A agregação induzida da miosina, pela temperatura, é influenciada pela força iônica. Havendo baixa força

iônica, a agregação da miosina é induzida por interações lado a lado, enquanto em elevada força iônica, a agregação é induzida por interações cabeça a cabeça, o que resulta em um sistema mais estruturado (BOYER et al., 1996).

A reestruturação de produtos pode ser obtida através da combinação de espécies de peixes abundantes e de baixo valor comercial. A tainha listrada (*Mugil cephalus*), uma espécie capturada em abundância no norte do Golfo do México com baixo valor comercial, devido à sua carne escura e sabor pronunciado, foi combinada com o linguado mexicano (*Cyclopsetta chittendeni*), uma espécie abundante altamente apreciada por sua carne branca e sabor agradável, mas com tamanho pequeno e baixo valor comercial, sendo capturado junto com o camarão no norte do Golfo do México. Apesar do gel das duas espécies apresentarem boas propriedades reológicas, o gel obtido da mistura apresentou propriedades inferiores. Quando a transglutaminase microbiana foi utilizada como agente ligante, em proporção de 3 g/kg, a propriedade mecânica da mistura (1:1) da tainha listrada: linguado mexicano foi melhorado, permitindo elaboração de produtos reestruturados com propriedades funcionais e sensoriais adequadas para comercialização (RAMÍREZ et al., 2007).

Outros agentes de ligação relatados em pesquisas são o fibrinogênio, trombina, fosfato, proteína isolada de soja, caseinato de sódio, amido modificado de milho ceroso, carragena, farinha de aveia, amido modificado alimentar e carragena *kappa*. O mecanismo de ação sugerido para estes aditivos é a solubilização da miosina (MOTZER et al., 1998; SHAO et al., 1999).

5.2.6 Capacidade de retenção de água (CRA)

A CRA envolve a interação entre a proteína com a água e esta afinidade influencia outras propriedades funcionais como textura, viscosidade e emulsificação. Tem relação direta com a quantidade de água que permanece na proteína após exposição a um excesso de água e aplicação de uma força de centrifugação ou pressão. Dentre os fatores que mais afetam a capacidade de retenção de água do tecido muscular estão o estado de contração das miofibrilas, pH e o estado de desnaturação das proteínas (SGARBIERI, 1996).

A capacidade de retenção de água tem um importante papel nas formulações, processamento, armazenamento, cozimento e congelamento da carne, devido à relação de perda de peso com a qualidade do produto final (FIELD, 1981).

A miosina de espécies como tilápia e atum, apresenta-se tão estável quanto a de animais terrestres, mas de um modo geral, a miosina do pescado é sensível à desnaturação (congelamento), coagulação, ou alterações químicas que comprometem as propriedades físicas dos tecidos musculares. As proteínas miofibrilares são intermediárias em solubilidade, mas afetam as propriedades funcionais do pescado devido à sua alta capacidade emulsificante e de retenção de água (VENUGOPAL; SHAHIDI, 1996).

O íon cálcio tem sido responsável em promover a formação iônica da ligação cruzada entre a cadeia de polipeptídeo ou catalisar uma reação cruzada de transferência da acila da cadeia de miosina, por meio da ativação do cálcio. Dessa forma, a remoção de íons cálcio se dá pela quelagem de hidrocolóides, como o alginato, que reprime a formação da ligação cruzada no pescado (LEE, 2011).

5.2.7 Congelamento

O músculo do pescado sofre alterações drásticas durante o congelamento, que são regidas, principalmente, pela desnaturação de proteínas, especialmente as miofibrilares.

O congelamento pode afetar as propriedades mecânicas, funcionais e sensoriais de produtos à base de pescado, e os efeitos são maiores quando o alimento é submetido a vários ciclos de congelamento e descongelamento durante o armazenamento e comercialização. Uma textura “emborrachada” geralmente é associada a uma perda da CRA e, geralmente, resulta em menor aceitabilidade.

A desnaturação proteica é o fenômeno da perda estrutural original da proteína, de forma que ela se torna irrecuperável do ponto de vista de sua funcionalidade. Quando o pescado é congelado, as suas propriedades funcionais, tais como, a capacidade de emulsificação, ligação de lipídeo com lipídeo, retenção de água, formação de gel e outras, tornam-se menos pronunciadas que as encontradas no pescado *in natura*. O exato mecanismo que provoca a desnaturação proteica pelo congelamento não é conhecido, existindo várias teorias que tentam explicar o fenômeno. Dentre elas, a teoria da formação de agregados proteicos seguida de sedimentação, por meio da ligação entre grupos sulfidrílicos da miosina e

a formação de cristais de gelo, causando desidratação das proteínas e aumento da concentração intracelular de solutos (ALASALVAR, 2010).

Após o advento das substâncias crioprotetoras, tornou-se possível a utilização da CMS congelada, sem perda de suas propriedades funcionais uma vez que elas previnem a desnaturação proteica (MACHADO, 1994).

5.3 Material e Métodos

5.3.1 Matéria Prima

As carcaças residuais do processamento de filé de tilápias foram coletadas, para extração de CMS, na Indústria Brasileira do Peixe, localizada em Sumaré-SP. Os exemplares foram transportados resfriados em caixa de poliestireno expandido até a Planta Piloto de Processamento do CTC-ITAL- Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos, em Campinas, SP. Uma caixa de aproximadamente 20kg de carcaças da variedade híbrida vermelha (*Oreochromis niloticus* variedade *Red Starling*) foram descabeçadas, evisceradas e mantidas em gelo (1 "espinhaço":2 gelo) por 24 horas, até o processamento para separação mecânica, em desossadora tipo "rosca sem fim" ou de anéis marca Usitecnica, modelo USI 100. As amostras foram submetidas ao congelador de placas, marca Amerio, modelo horizontal à temperatura de -30°C por 5 h. A seguir, as amostras foram mantidas sob armazenamento congelado, a temperatura de -20°C.

5.3.2 Análises de composição da CMS da tilápia vermelha

5.3.2.1 Composição centesimal

Foram determinados os teores de umidade, proteína, lipídeo e cinza, conforme os procedimentos da Association of Official Analytical Chemists – (AOAC, 2012).

5.3.2.2 Composição em ácidos graxos

A determinação da composição em ácidos graxos foi realizada conforme Hartmann e Lago (1973) e AOCS (1998).

5.3.2.3 Composição em aminoácidos

A composição em aminoácidos foi realizada segundo Hagen et al. (1989) e White et al. (1986).

5.3.2.4 Composição em minerais

A determinação dos minerais foi realizada conforme AOAC (2012). Para a quantificação dos elementos minerais das amostras foi empregada a técnica de espectrometria de emissão atômica baseada em plasma indutivamente acoplado. O equipamento utilizado foi um espectrômetro Baird-ICP 2000. A quantificação dos elementos baseia-se na medição da intensidade de radiação emitida no plasma. Esta medida é comparada com valores de intensidades obtidos para soluções-padrão de concentrações conhecidas.

5.3.3 Elaboração do reestruturado

A carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia congelada por 15 dias a temperatura de -20°C foi porcionada em quebrador de blocos, marca Magurit, modelo 153 e moída em moedor CAF, modelo 106, com disco de 12mm. Após pesagem da CMS e dos aditivos, foram adicionados no *cutter* marca Kramer Grebe modelo horizontal e homogeneizados por 5 minutos. Amostras de 300g foram embutidas em embutideira Barthmann modelo 10l, em tripas plásticas Viscofan (60mm diâmetro) e cozidas por imersão em água, a 70°C , por 1 hora e 30 minutos. As embalagens foram resfriadas por imersão em água resfriada e estocadas a temperatura de 4°C .

5.3.4 Interação entre os aditivos

5.3.4.1 Primeira interação

A Tabela 20 apresenta o primeiro teste de interação realizado com a CMS de tilápia híbrida vermelha. Avaliou-se a CMS de forma isolada, com adição de NaCl e tripolifosfatos comerciais.

Tabela 21 - Formulação do primeiro teste de interação da CMS de tilápia híbrida com adição de NaCl e tripolifosfatos comerciais

Aditivos	Tratamentos %					
	101	102	103	104	105	106
CMS	100	99,3	99,65	99,65	98,95	98,95
NaCl	0	0,7	0	0	0,7	0,7
Tripolifosfato Abastol 452 (Buddehhein)	0	0	0,35	0	0,35	0
Tripolifosfato Krakoline E (Kraki)	0	0	0	0,35	0	0,35

Tratamento 101 = CMS; **Tratamento 102** = CMS + NaCl; **Tratamento 103** = CMS + Tripolifosfato 1 (Krakoline), **Tratamento 104** = CMS + Tripolifosfato 2 (Abastol 452); **Tratamento 105** = CMS + NaCl + Tripolifosfato 1 ; **Tratamento 106** = CMS + NaCl + Tripolifosfato 2 ,

5.3.4.2 Segunda interação

A Tabela 21 apresenta o segundo teste de interação com a CMS de tilápia híbrida vermelha. Foram avaliados os resultados da interação da primeira etapa e mantidos o NaCl (sal) e o Tripolifosfato Krakoline E (Kraki) (TPP) na formulação. A seguir foram adicionados os seguintes aditivos extensores e seus respectivos níveis de adição: **PIS (1,1 e 2,2%)** - proteína isolada de soja (Supro® 548 – Solae), **PCS (1,4 e 2,8%)** -proteína concentrada de soja (Arcom SM®- ADM), **PTS (1,9 e 3,8%)**- proteína texturizada de soja (Centex®- Solae), **PSL (1,1 e 2,2%)** - proteína soro de leite (Alibra®), **AM (2 e 5%)** - amido de milho (Fleischmann®), **FM (2 e 5%)** - fécula de mandioca (Pinduca®), **FV (2 e 4%)** - Fibra vegetal de trigo (ZTrim® – Kraki), **CF (0,25 e 0,5%)** - carragena ativada a frio (Ceamgel 1313®) e **CQ (0,25 e 0,5%)** - carragena ativada a quente (Ceamgel 1710®). Os níveis de adição foram sugeridos pelos fornecedores dos aditivos.

Tabela 22 - Formulação do segundo teste de interação da CMS de tilápia híbrida vermelha com adição dos extensores

Trat.	CMS	SAL	TPP	PIS	PCS	PTS	PSL	AM	FM	FV	CF	CQ
1	97,85	0,7	0,35	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	96,75	0,7	0,35	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	97,55	0,7	0,35	0	1,4	0	0	0	0	0	0	0
4	96,15	0,7	0,35	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0
5	97,05	0,7	0,35	0	0	1,9	0	0	0	0	0	0
6	95,15	0,7	0,35	0	0	3,8	0	0	0	0	0	0
7	97,85	0,7	0,35	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0
8	96,75	0,7	0,35	0	0	0	2,2	0	0	0	0	0
9	96,95	0,7	0,35	0	0	0	0	2	0	0	0	0
10	93,95	0,7	0,35	0	0	0	0	5	0	0	0	0
11	96,95	0,7	0,35	0	0	0	0	0	2	0	0	0
12	93,95	0,7	0,35	0	0	0	0	0	5	0	0	0
13	96,95	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	2	0	0
14	94,95	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	4	0	0
15	98,7	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
16	98,45	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
17	98,70	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
18	98,45	0,7	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5

Sendo: CMS- carne mecanicamente separada de tilápia, Sal –(Cisne®), TPP – tripolifosfato de sódio (Kraoline E), PIS-proteína isolada de soja (Supro® 548 – Solae) , PCS-proteína concentrada de soja (Arcom SM®- ADM), PTS- proteína texturizada de soja (Centex®- Solae), PSL- proteína soro de leite (Alibra®), AM - amido de milho (Fleischmann®),FM - fécula de mandioca (Pinduca®), FV - fibra vegetal (ZTrim® – Kraki), CF - carragena ativada a frio (Ceamgel 1313®) e CQ - carragena ativada a quente(Ceamgel 1710®).

5.3.4.3 Terceira interação

A Tabela 22 apresenta o terceiro teste de interação com a CMS de tilápia híbrida vermelha. Foram avaliados os resultados da interação da segunda etapa e selecionou-se a proteína concentrada de soja (PCS 2,8%), a fécula de mandioca (FM 2%), a fibra vegetal (FV 4%) e a carragena ativada a quente (CQ 0,5%). Após a triagem, os aditivos extensores foram combinados conforme Tabela 22.

Tabela 23 - Formulação do terceiro teste de interação da CMS de tilápia híbrida vermelha com a combinação dos aditivos extensores

Trat.	CMS	SAL	TPP	PCS	FM	FV	CQ
19	98,95	0,7	0,35	0	0	0	0
20	94,95	0,7	0,35	0	0	4	0
21	96,15	0,7	0,35	2,8	0	0	0
22	96,95	0,7	0,35	0	2	0	0
23	98,45	0,7	0,35	0	0	0	0,5
24	92,15	0,7	0,35	2,8	0	4	0
25	92,95	0,7	0,35	0	2	4	0
26	94,45	0,7	0,35	0	0	4	0,5
27	94,15	0,7	0,35	2,8	2	0	0
28	95,65	0,7	0,35	2,8	0	0	0,5
29	96,45	0,7	0,35	0	2	0	0,5
30	90,15	0,7	0,35	2,8	2	4	0
31	91,65	0,7	0,35	2,8	2	0	0,5
32	93,65	0,7	0,35	2,8	0	4	0,5
33	89,65	0,7	0,35	2,8	2	4	0,5

Sendo: **19.** Sal e TPP, **20.** FV4%, **21.** PCS 2,8%, **22.** FM 2%, **23.** CQ 0,5%, **24.** PCS 2,8% FV 4%. **25.** FM 2% FV 4% **26.** FV 4% CQ 0,5% **27.** PCS 2,8% FM2%. **28.** PCS 2,8% CQ 0,5%. **29.** FM 2% CQ 0,5%. **30** PCS 2,8% FM2% FV4% **31.** PCS 2,8% FV4% CQ 0,5% **32.** PCS 2,8% FM 2% CQ 0,5% **33.** PCS 2,8% FM 2% FV 4% CQ 0,5%. A base dos tratamentos é composta por CMS+sal+(TPP) tripolifosfato e adicionado dos aditivos, sendo PCS-proteína concentrada de soja (Arcom SM®- ADM), FM - fécula de mandioca (Pinduca®), FV - fibra vegetal (ZTrim® – Kraki) e CQ - carragena ativada a quente(Ceamgel 1710®).

5.3.5 Procedimentos analíticos

5.3.5.1 Perda de peso por cozimento (PPC).

Amostras de 45 a 50g de massa crua recém- processada foram pesadas no interior de embalagem barreira, para evitar perda de exsudado. Anotou-se o peso da embalagem e o peso da amostra e selou-se as embalagens que foram imersas em água a temperatura de 70°C por 1 hora. (PARKS; CARPENTER, 1987). O cálculo da perda de peso no cozimento-PPC foi expresso em porcentagem de perda de líquido, utilizando o cálculo:

$$PPC = 100 - \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

5.3.5.2 Capacidade de retenção de água (CRA).

Cerca de 2 g da amostra foram colocadas no tubo de centrífuga e cobertas por papel de filtro. A capacidade de retenção de água foi expressa como sendo a água retida em 100g de água presente na amostra, antes da centrifugação a 5000 rpm por 10 min, a temperatura ambiente (MONTERO et al., 1996). Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

5.3.5.3 Força de penetração (FP)

As amostras foram resfriadas a temperatura de 4°C por 12 h, e, em seguida, fatiadas à espessura de 3 cm de acordo com Montero, 1996. A determinação da força de penetração foi realizada no texturometro (TA-XT 2i, *Stable Micro Systems*) acoplado com probe de inox de 5mm. A velocidade foi fixada em 100mm/min (LEE; CHUNG, 1989).

5.3.6 Avaliação estatística.

Os resultados das determinações físicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença entre as médias determinada pelo teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%, utilizando-se o programa SAS (V 9.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC).

5.4 Resultados e Discussão

5.4.1 Caracterização da CMS da tilápia vermelha

A Tabela 23 apresenta os valores da composição centesimal, cálcio, zinco, ferro, fósforo, magnésio, potássio e sódio da CMS da tilápia híbrida vermelha.

Tabela 24 - Composição centesimal e de cálcio, zinco, ferro, fósforo, magnésio, potássio e sódio da CMS de tilápia híbrida vermelha

	CMS tilápia híbrida vermelha
Umidade(g/100g)	71,01 (0,41)
Proteína (Nx6,25) g/100g	12,92 (0,21)
Lipídeos (g/100g)	16,28 (0,57)
Cinza (g/100g)	0,95 (0,03)
Cálcio (mg/100g)	197,78 (9,06)
Zinco (mg/100g)	0,59 (0,01)
Ferro(mg/100g)	0,86 (0,02)
Fósforo(mg/100g)	159,43 (3,42)
Magnésio(mg/100g)	15,19 (0,57)
Potássio(mg/100g)	115,20 (10,38)
Sódio(mg/100g)	82,70 (6,23)

Média e desvio padrão n=3

Gryschek et al. (2003) analisaram a composição centesimal de CMS de tilápia vermelha (*Oreochromis spp*) e encontraram valores de 76,83% de umidade, 16,03% de proteína, 5,46% de lipídeo e 1,07% de cinza. A diferença foi mais acentuada para

o valor de lipídeo, pois nesta pesquisa foram utilizadas tilápias de cultivo. Para o teor de minerais na CMS foram relatados 206,3g/100 de P, 65,67g/100g de Ca, 27,81 g/100g de Mg, 319,1g/100g de K, 59,10g/100g de Na e 2g/100g de Fe.

Em CMS de pescado o teor de cálcio aumenta em relação ao pescado *in natura* devido ao aumento de partículas ósseas encontradas em produtos desossados mecanicamente. Os teores de ferro e de proteína podem sofrer alterações devido à incorporação da medula na CMS durante a operação de desossa mecânica (FIELD, 1988).

A composição de cálcio em base seca foi de 0,682%, valor inferior ao recomendado pela IN 4 de no máximo 1,5% de cálcio (base seca) (BRASIL, 2000).

As proteínas musculares do peixe possuem elevado valor biológico, com uma composição balanceada em aminoácidos, particularmente aqueles limitantes em proteínas de origem vegetal, como a metionina e a cisteína (NEVES et al., 2004).

A composição de aminoácidos na CMS de tilápia híbrida vermelha está apresentada na Tabela 24. Os aminoácidos predominantes são o ácido glutâmico, seguido da lisina e da leucina. Existem 16 a 18 aminoácidos presentes na proteína do pescado, sendo usados como alimentos e aditivos e suplementos alimentares (ácido glutâmico, alanina, aspartato e arginina) e aplicação farmacêutica (arginina, glicina, glutamato e histidina) (GHALY et al., 2013).

Oliveira Filho, 2010, adicionou 100% de CMS de tilápia nilótica em salsichas e relatou que entre os aminoácidos essenciais, a lisina apresentou quantidades mais elevadas de 8,07g/100g, glicina 3,52g/100g e prolina de 4,36g/100g.

O teor de aminoácidos essenciais representa 41% do total de aminoácidos da CMS de tilápia híbrida vermelha e conforme relatado por Field (1988), o conteúdo de aminoácidos essenciais deve estar em torno de 33% dos aminoácidos totais.

Tabela 25 - Composição em aminoácidos da CMS de tilápia híbrida vermelha

Aminoácidos	g/100g
Isoleucina	0,49(0,002)
Leucina	0,83(0,002)
Lisina	0,96(0,0004)
Metionina	0,33(0,0004)
Fenilalanina	0,41(0,001)
Treonina	0,51(0,0001)
Valina	0,57(0,001)
Histidina	0,20(0,0001)
Cistina	0,13(0,001)
Alanina	0,69(0,001)
Arginina	0,81(0,001)
Ácido aspártico	0,78 (0,006)
Glicina	0,76(0,004)
Ácido glutâmico	1,63 (0,0005)
Serina	0,43(0,002)
Tirosina	0,34(0,002)
Prolina	0,50(0,001)
Taurina	0,11(0,002)
Triptofano	0,13(0,001)
Hidroxiprolina	0,18(0,0002)

Média e desvio padrão n=3

A composição em ácidos graxos na CMS de tilápia híbrida vermelha está apresentada na Tabela 25. Os ácidos graxos são predominantemente representados pelos ácidos oleicos, palmítico e linoleico como também observado por Resende (2010). Saito et al. (1997) investigaram a relação entre um alto teor de DHA e o habitat do peixe, sugerindo que condições ambientais têm uma marcada influência no teor de DHA dos lipídeo de peixes. Justí el tal (2005) estudaram o efeito de dietas enriquecidas com óleo de linhaça a diferentes temperaturas em tilápias em fase inicial de desenvolvimento e os principais ácidos detectados foram o palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico, em todas as temperaturas.

Devido ao seu alto valor biológico, equilíbrio em aminoácidos, ácidos graxos e altos teores de sais minerais (cálcio, fósforo e potássio), a CMS de tilápia vermelha é considerada uma rica fonte de proteína de origem animal.

Tabela 26 - Composição em ácidos graxos da CMS de tilápia vermelha

ÁCIDOS GRAXOS	CMS (g/100g)
Láurico (C12:0)	0,01 (0,00)
Mirístico (C14:0)	0,55 (0,01)
Pentadecanóico (C15:0)	0,03 (0,00)
Palmítico (C16:0)	3,78 (0,04)
Esteárico (C18:0)	1,11 (0,04)
Araquídico (C20:0)	0,03 (0,00)
Lignocérico (C24:0)	0,06 (0,00)
SATURADOS	5,56 (0,09)
Miristoléico (C14:1)	0,03 (0,00)
Palmitoleico (C16:1n7)	0,79 (0,01)
Elaídico (C18:1n9t)	0,09 (0,00)
t-vacênico (C18:1n7t)	0,00
Oléico (C18:1n9)	5,37 (0,04)
Vacênico (C18:1n7)	0,37 (0,03)
Eicosenóico (C20:1)	0,25 (0,00)
Erúcico (C22:1)	0,00
MONOINSATURADOS	6,89 (0,04)
Linoleico (C18:2n6)	1,37 (0,12)
Alfa-linolênico (C18:3n3)	0,07 (0,01)
Araquidônico (C20:4n6)	0,08 (0,00)
Docosahexaenoico-DHA (C22:6n3)	0,03 (0,00)
POLIINSATURADOS	1,55 (0,13)
Ômega 3	0,10 (0,01)
Ômega 6	1,45 (0,12)
TRANS	0,09 (0,003)
NÃO IDENTIFICADOS	0,65 (0,03)

Média e desvio padrão n=3

Diversos fatores podem influenciar a taxa de deposição de lipídeo corporal, uma vez que a habilidade dos peixes em acumular ácidos graxos dependem da espécie e do tipo de lipídeo da dieta (TWIBELL et al., 2000), sendo importante caracterizar a composição dos coprodutos de tilápia.

5.4.2 Interação entre os aditivos

5.4.2.1 Primeiro teste de interação

A Figura 18 ilustra a aparência do reestruturado após o processo de cozimento e resfriamento correspondente aos tratamentos 101 a 106.



101
CMS

102
CMS+NaCl

103
CMS +
tripolifosfato 1(
Krakoline)

104
CMS+tripolifos
fato 2
(Abastol)

105
CMS+NaCl+
tripolifosfato
1(Krakoline)

106
CMS+NaCl+
tripolifosfato
2 (Abastol)

Figura 18 - CMS estruturada nos tratamentos 101, 102, 103, 104, 105 e 106

Tabela 27 - Avaliação da CMS com adição de sal e tripolifosfatos no primeiro teste de interação

	Tratamentos %					
	101	102	103	104	105	106
CMS	100	99,3	99,65	99,65	98,95	98,95
NaCl	0	0,7	0	0	0,7	0,7
Tripolifosfato Abastol 452 (Buddehhein)	0	0	0,35	0	0,35	0
Tripolifosfato Krakoline E (Kraki)	0	0	0	0,35	0	0,35
PPC(%) n=3 ($<0,0001$)	23,56 ^a (1,90)	23,77 ^a (0,70)	19,86 ^b (1,29)	18,74 ^b (1,26)	19,78 ^b (1,25)	17,58 ^b (2,16)
FP (g/cm³) n=5 ($<0,0001$)	39,33 ^d (4,48)	48,15 ^{cd} (9,03)	56,80 ^{bc} (8,31)	61,71 ^b (11,90)	76,36 ^a (6,71)	76,25 ^a (8,87)
CRA (%) n=3 (0,0001)	65,26 ^b (3,59)	64,00 ^b (1,82)	74,27 ^a (3,28)	74,65 ^a (4,10)	65,70 ^b (2,51)	68,09 ^a (1,84)

Média (DP) (*) Letra minúscula diferente nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos. Sendo: PPC = perda de peso no cozimento; FP= força de penetração; CRA = capacidade de retenção de água.

Tratamentos: 101 = CMS; 102 = CMS + NaCl; 103 = CMS + tripolifosfato 1 (Abastol), 104 = CMS + tripolifosfato 2 (Krakoline); 105 = CMS + NaCl + tripolifosfato 1(Abastol®); 106 = CMS + NaCl + tripolifosfato 2 (Krakoline®)

A CMS de pescado tem sido utilizada em produtos emulsionados, devido à capacidade e estabilidade da emulsão. A Tabela 26 ilustra os resultados de PPC, FP e CRA. Os menores valores de PPC indicam que os tratamentos 103 (CMS e tripolifosfato Abastol), 104 (CMS e tripolifosfato Krakoline), 105 (CMS, NaCl e tripolifosfato Abastol) e 106 (CMS, NaCl e tripolifosfato Krakoline) apresentaram melhores comportamentos quando submetidos ao tratamento térmico. É de se esperar que a adição de sal e fosfato propiciem maior retenção de umidade na CMS; o sal pela capacidade de extração das proteínas miofibrilares e o tripolifosfato por neutralizar a ligação cruzada entre actina e miosina formada durante o *rigor mortis* (LEE; CHUNG, 1989). O uso isolado de NaCl de 7g kg⁻¹ neste trabalho apresentou valores de CRA de 64%, mas não apresentou diferença estatística no tratamento sem adição de NaCl. Tellez-Luis et al (2012) encontrou valores de 65 a 70% de CRA utilizando teor de NaCl de 10g kg⁻¹.

Já para a FP os tratamentos 105 (CMS, NaCl e tripolifosfato Abastol) e 106 (CMS, NaCl e tripolifosfato Krakoline) apresentaram maiores valores, e uma massa mais firme. Se comparado ao tratamento 101(CMS isoladamente), houve um aumento de aproximadamente 90% na leitura da força da massa do reestruturado.

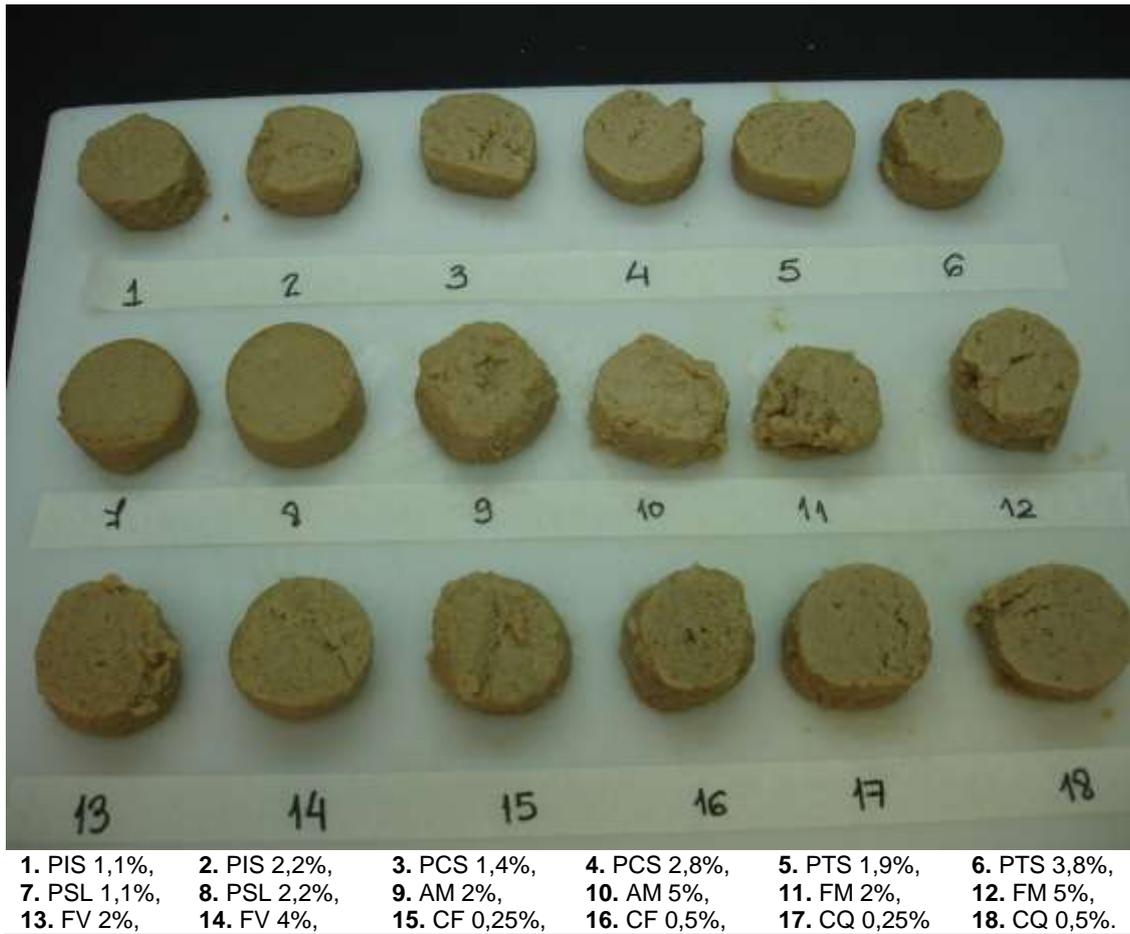
Os tratamentos 103, 104 e 106 apresentaram maiores valores de CRA, mas não apresentaram diferença significativa entre si. A diminuição da capacidade de

retenção de água na CMS está diretamente ligada com a desnaturação das proteínas durante o processamento. Os fosfatos melhoram significativamente esta capacidade, pois tem a propriedade de afetar a estrutura das proteínas pelo aumento do pH, da força iônica e por meio da sua interação com as proteínas.

O tratamento 106 (CMS, NaCl e tripolifosfato Krakoline) propiciou menores perdas no cozimento (PPC) e força da massa mais firme, em relação aos demais tratamentos, porém não apresentando diferença significativa com o tratamento 105 (CMS, NaCl e tripolifosfato Abastol). Os maiores valores de CRA ocorreram para os tratamentos 103 (CMS e tripolifosfato Abastol), 104 (CMS e tripolifosfato Krakoline) e 106 (CMS, NaCl e tripolifosfato Krakoline). O tratamento 106 foi selecionado para a segunda e terceira etapas do estudo.

5.4.2.2 Segundo teste de interação

A Figura 19 ilustra a aparência do reestruturado após o processo de cozimento e resfriamento correspondente aos tratamentos 1 a 18. A Tabela 27 apresenta as características de perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA).



PIS-proteína isolada de soja (Supro® 548 – Solae) , PCS-proteína concentrada de soja (Arcom SM®-ADM), PTS- proteína texturizada de soja (Centex®- Solae), PSL- proteína soro de leite (Alibra®), AM - amido de milho (Fleischmann®), FM - fécula de mandioca (Amafil®), FV - fibra vegetal (ZTrim® – Kraki), CF - carragena ativada a frio (Ceamgel 1313®) e CQ - carragena ativada a quente(Ceamgel 1710®).

Figura 19 - CMS reestruturada após cocção e resfriamento- segunda interação

Tabela 28 - Avaliação da CMS com adição dos aditivos extensores, perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA)

Trat.	PPC(%) n=3	FP (g/cm ³) n=5	CRA (%) n=3
1	8,55 (2,13) ^{abc}	104,02 (23,18) ^{de}	85,75 (2,44) ^{abcd}
2	9,17 (2,41) ^{ab}	116,95 (15,97) ^d	89,30 (1,98) ^{ab}
3	6,76 (1,42) ^{abcd}	84,35 (12,89) ^{efg}	85,55 (2,80) ^{abcd}
4	4,81 (2,16) ^{bcde}	151,41 (21,27) ^c	92,25 (5,84) ^a
5	2,94 (2,54) ^{cde}	75,66 (10,34) ^{fgh}	83,37 (2,18) ^{abcd}
6	2,76 (1,45) ^{cde}	122,95 (12,91) ^d	83,87 (0,65) ^{abcd}
7	8,87 (1,10) ^{ab}	104,36 (6,42) ^{ed}	80,55 (8,15) ^{bcde}
8	10,97 (3,67) ^a	186,21 (15,00) ^b	86,12 (1,05) ^{abcd}
9	3,81 (3,64) ^{bcde}	64,47 (6,23) ^{fghi}	77,40 (2,52) ^{ed}
10	0,62 (0,64) ^e	61,18 (11,52) ^{ghi}	77,24 (4,22) ^{ed}
11	0,44 (0,48) ^e	50,36 (6,00) ^{hi}	72,74 (1,90) ^e
12	3,92 (1,22) ^{bcde}	43,23 (7,04) ^{hi}	78,98 (3,14) ^{cde}
13	1,58 (0,09) ^{ed}	116,91 (21,51) ^d	82,00 (2,77) ^{bcde}
14	1,40 (0,76) ^{ed}	240,23 (14,01) ^a	88,44 (2,04) ^{abc}
15	2,85 (1,85) ^{cde}	71,51 (8,20) ^{fgh}	82,62 (1,01) ^{abcde}
16	2,89 (0,94) ^{cde}	82,26 (10,73) ^{efg}	82,59 (2,25) ^{abcde}
17	5,49 (2,11) ^{abcde}	87,80 (10,75) ^{ef}	77,38 (3,85) ^{de}
18	2,20 (1,09) ^{ed}	117,13 (6,38) ^d	80,12 (1,45) ^{bcde}
	<,0001	<,0001	<,0001

Média (DP) (*)Letra minúscula diferente nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos. Sendo: PPC = perda de peso no cozimento; FP= força de penetração; CRA = capacidade de retenção de água.

Tratamentos: 1.PIS 1,1%, 2.PIS 2,2%, 3.PCS 1,4%,4.PCS 2,8%, 5.PTS 1,9%, 6. PTS 3,8%, 7. PSL 1,1%, 8. PSL 2,2%, 9. AM 2%, 10. AM 5%, 11. FM 2%, 12. FM 5%, 13. FV 2%, 14. FV 4%, 15. CF 0,25%, 16. CF 0,5%, 17. CQ 0,25% e 18. CQ 0,5%.

CMS- carne mecanicamente separada de tilápia, **Sal** –(Cisne®), **TPP** – tripolifosfato de sódio (Krakoline E), **PIS-proteína isolada de soja** (Supro® 548 – Solae) , **PCS-Proteína concentrada de soja** (Arcom SM®- ADM), **PTS- Proteína texturizada de soja** (Centex®- Solae), **PSL- Proteína soro de leite** (Alibra®), **AM - Amido de milho** (Fleischmann®),**FM - Fécula de mandioca** (Amafil®), **FV - Fibra vegetal** (ZTrim® – Kraki), **CF - carragena ativada a frio** (Ceamgel 1313®) e **CQ - Carragena ativada a quente**(Ceamgel 1710®).

As maiores perdas no cozimento (PPC) ocorreram para os tratamentos 1, 2, 3, 7, 8 e 17. E os menores valores, para os tratamentos com amidos e féculas, que não diferiram dos tratamentos 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17 e 18. No processo de

gelatinização do amido, assim que o grânulo absorve água, sua estrutura cristalina se rompe, formando uma estrutura amorfa (COUSO, 1998). O tratamento térmico utilizado proporcionou gelatinização dos grânulos de amido. A variabilidade na estabilidade e capacidade de emulsão pode ocorrer de acordo com o tipo e a quantidade de proteína, desnaturação, composição e condições de congelamento e de armazenamento. Para os parâmetros de força da massa, as amostras submetidas ao teste de força de penetração são apresentadas na Figura 16. O tratamento 14 apresentou-se mais firme, seguido do tratamento 8 com 2,2% de PCS e do tratamento 4 com 2,8% de PCS (Tabela 27). O teor de cálcio desempenha função importante no endurecimento da CMS crua. O teor de cálcio encontrado em CMS de pescada vermelha (*Urophycis chuss*) foi de 29,4mg/100g, significativamente maior que na polaca do Alaska (*Gadus chalcogrammus*), 16,5mg/100g e no badejo do Pacífico (*Merluccius productus*), 8,7mg/100g. Quanto ao valor de força de penetração da pescada vermelha, da ordem de 400g, tornou-se significativamente mais dura que na CMS da polaca do Alaska, 150g (PARK, 1987).

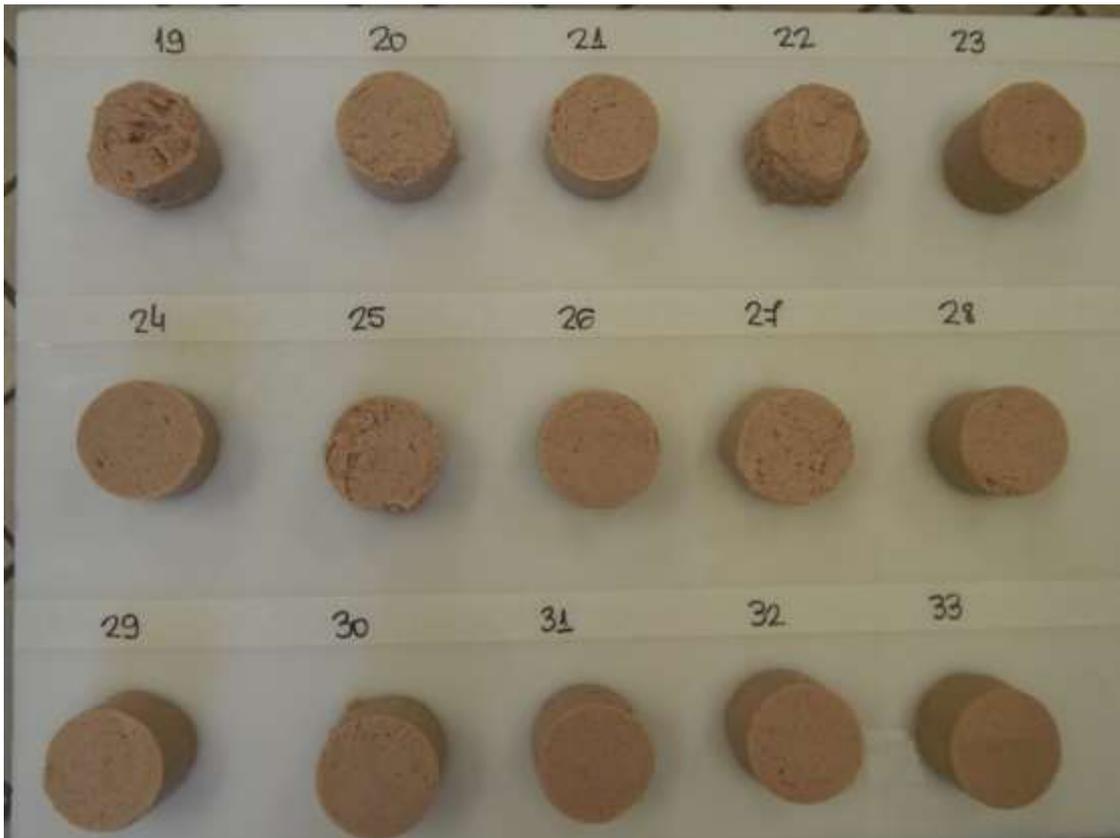
Com os resultados deste experimento foram selecionados 4 aditivos extensores que apresentaram as menores PPC e melhores desempenhos nos atributos de força da massa. Foram escolhidos para realização da terceira etapa, os tratamentos 4, 13, 14 e 18 com os seguintes aditivos e suas respectivas concentrações: **PCS 2,8%, FM 2%, FV4% e CQ 0,5%**. A funcionalidade de proteínas processadas em sistemas isolados é controlada pelos mesmos fatores, tais como, temperatura e pH, condições iônicas e características da própria proteína. As propriedades de emulsificação e formação de gel de proteínas miofibrilares isoladas elucidam a maioria das situações de estabilidade consideradas relevantes para carnes emulsionadas cruas e cozidas (LEMOS, 1998).

Fisher e Widder (1997) realizaram estudos de congelamento e descongelamento com CMS de pescado e aditivos extensores. Após triagem com um teste de 4 ciclos de degelo, 6 proteínas foram selecionadas dentre 14, a saber, proteína isolada de soja (Profam 648-ADM), proteína concentrada de soja (Arcom S-ADM), proteína isolada do leite (TMP-1350,NZMP), proteína concentrada de leite (MPC 56- Alapro), proteína concentrado do soro de leite (Alacen 878 - NZMP) e clara de ovo (Pappetie Hygrade). As seis proteínas foram incorporados em 4 lotes de CMS de arenque (família Clupea) e cavala (família Scombridae) e submetidos a 6 meses de congelamento a -18°C . Os melhores desempenhos e menores custos

foram os da proteína concentrada de soja (Arcon S) e da proteína concentrada de leite (MPC 56). Essas proteínas foram submetidos à nova armazenagem de 6 meses de congelamento usando teores de 0, 2, 4 e 6% para determinação do nível ideal nas CMS de arenque, cavala, e pescada vermelha (*Urophycis chuss*). O mais eficaz foi o nível de 4%. As respostas diferentes em alguns parâmetros analisados como TBARS-(substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e “odor de peixe” observado para a proteína concentrada de leite e a proteína concentrada de soja, puderam ser explicadas pela característica da ligação entre proteínas e substâncias reativas de baixo peso molecular no músculo.

5.4.2.3 Terceiro teste de interação

A Figura 20 ilustra a aparência do reestruturado após o processo de cozimento e resfriamento correspondente aos tratamentos 19 a 33 e a Tabela 28 apresenta a perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA).



- | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 19. Sal e TPP | 20. FV4%, | 21. PCS 2,8% | 22. FM 2%, | 23. CQ 0,5%, |
| 24. PCS 2,8% | 25. FM 2% | 26. FV 4% | 27. PCS 2,8% | 28. PCS 2,8% |
| FV 4% | FV 4% | CQ 0,5% | FM 2% | CQ 0,5% |
| 29. FM 2% | 30. PCS 2,8% | 31. PCS 2,8% | 32. PCS 2,8% | 33. PCS 2,8% |
| CQ 0,5% | FM 2% | FV 4% | FM 2% | FM 2% |
| | CQ 0,5% | CQ 0,5% | CQ 0,5% | FV 4% |
| | | | | CQ 0,5% |

A base dos tratamentos é composta por CMS+sal+(TPP) tripolifosfato e adicionado dos aditivos, sendo PCS-proteína concentrada de soja (Arcom SM®- ADM), FM - fécula de mandioca (Amafil®), FV - fibra vegetal (ZTrim® – Kraki) e CQ - carragena ativada a quente (Ceamgel 1710®)

Figura 20 - CMS reestruturada após cocção e resfriamento – terceiro teste de interação

Tabela 29 - Avaliação da CMS e interação entre os aditivos extensores; perda de peso por cocção (PPC), força de penetração (FP) e capacidade de retenção de água (CRA)

Trat.	PPC(%) n=3	FP (g/cm ³) n=5	CRA (%) n=3
19	9,44 (1,72) ^a	50,02 (7,32) ^g	69,98 (3,66) ^{defg}
20	4,18 (2,15) ^c	187,57 (5,89) ^e	72,52 (7,79) ^{def}
21	9,17 (1,50) ^a	130,55 (5,07) ^f	70,70 (3,14) ^{def}
22	7,41 (1,09) ^{ab}	50,25 (9,06) ^g	65,24 (6,26) ^{fg}
23	5,11(0,85) ^{bc}	124,64 (10,38) ^f	60,41(2,47) ^g
24	3,84(1,02) ^c	423,68 (11,16) ^b	79,60(1,34) ^{bcd}
25	3,78 (0,14) ^c	192,93 (20,92) ^e	88,07(1,79) ^{ab}
26	3,91(0,69) ^c	331,50 (5,80) ^c	91,91(1,66) ^a
27	4,05(0,80) ^c	143,06 (5,37) ^f	76,09(0,64) ^{cde}
28	4,74 (0,29) ^{bc}	305,62 (6,59) ^c	75,55(1,52) ^{cde}
29	3,51 (0,69) ^c	132,59 (3,21) ^f	68,39(0,88) ^{efg}
30	2,22 (0,35) ^c	430,43 (10,39) ^b	84,77(0,58) ^{abc}
31	2,98 (0,09) ^c	511,14 (30,98) ^a	84,01(3,67) ^{abc}
32	3,88 (0,44) ^c	258,08 (9,64) ^d	79,09(2,24) ^{bcd}
33	3,10(0,25) ^c	502,83 (28,66) ^a	84,98(1,26) ^{abc}
	<,0001	<0,0001	<,0001

Média (DP) (*)Letra minúscula diferente nas linhas: teste de Tukey a 5%, indicando diferença entre os tratamentos. Sendo: PPC = perda de peso no cozimento; FP= força de penetração; CRA = capacidade de retenção de água.

Tratamentos: 19. Sal e fosfato, 20. FV4%, 21. PCS 2,8%, 22. FM 2%, 23. CQ 0,5%, 24. PCS 2,8% FV 4%. 25. FM 2% FV 4% 26. CQ 0,5% FV 4%. 27. PCS 2,8% FM2%. 28. PCS 2,8% CQ0,5%. 29. FM 2% CQ 0,5%. 30 PCS 2,8% CQ 0,5% FV 4%. 31. PCS 2,8% CQ 0,5% FV4%. 32. PCS 2,8% CQ 0,5% FM 2%. 33. PCS 2,8% FM 2% FV 4% CQ 0,5%.

PCS-Proteína concentrada de soja (Arcom SM®- ADM, **FM - Fécula de mandioca** Pinduca®), **FV - Fibra vegetal** (ZTrim® – Kraki) e **CQ - Carragena ativada a quente**(Ceamgel 1710®).

Os tratamentos 19 e 21 apresentaram as maiores PPC e não diferiram significativamente entre si, seguidos do tratamento 22 que, por sua vez, não apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos. De acordo com Borderias et al, 2005; Ramirez et al, 2011) o efeito na formação do gel esta relacionado a ação física e ou físico-químico, mudanças estruturais na matriz da proteína, o qual varia principalmente com a composição, distribuição e interação entre proteínas. Existem muitos artigos que relacionam a interação entre fibras com

proteínas em sistema aquoso, mas não há uma conclusão sobre o efeito da associação hidrocolóide e proteína em carne de pescado.

Os tratamentos 20, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31 32, e 33 apresentaram os menores PPC não diferindo significativamente entre si. Os tratamentos 23 e 28 apresentaram PPC intermediária e não diferiram dos demais. A perda de peso no cozimento em produtos processados é influenciada pela capacidade de retenção de água e o poder de emulsificação. A média de rendimento no cozimento, neste estudo, foi de 90 a 98%, Miyauchi e Steinberg (1970) apud Field (1988) relataram rendimentos de 37-60% para CMS a partir de aparas de peixe e 25-30% para CMS a partir de filés desossados convencionalmente.

Em relação à FP, as maiores forças da massa foram obtidas para os tratamentos 31 e 33 que não diferiram entre si, seguidos dos tratamentos 24 e 31, sem diferença significativa entre eles. Os tratamentos 26 e 28 apresentaram força da massa inferior aos tratamentos 24 e 31 e não diferiram entre si. Os demais tratamentos apresentaram força da massa bem inferior aos supra citados. Os menores valores de força de penetração foram obtidos para os tratamentos 19 e 22 que não apresentaram diferença significativa entre eles.

Na avaliação visual percebeu-se que o tratamento 22 se apresentou com textura muito mole e os tratamentos 26, 28 e 32 formaram gel na embalagem. Borderias et al (2005) avaliou o uso de fibra de trigo em produtos reestruturados com *surimi de *Theragra chalcogramma** e CMS de *Merluccius merluccius* e concluíram que o uso de até 6% de fibra de trigo não afetou a aparência do produto reestruturado. A vantagem tecnológica esta relacionada a capacidade de retenção de água, na qual é possível adicionar mais água no produto reestruturado e na textura, na qual reduz a textura final de elástica destes produtos.

Em pesquisas que relacionaram aditivos e sua funcionalidade na CMS de pescado os resultados obtidos dependeram da espécie, concentração de uso, tipo de aditivo, forma de processo e armazenamento. O mais desafiador neste estudo foi a constatação de que existe um amplo campo de aplicação dos aditivos extensores em produtos de pescado, além do uso da CMS como matéria prima.

5.5 Conclusões

A CMS de tilápia híbrida vermelha é uma matéria prima com elevado teor proteico, média de 12% e elevado teor de lipídeo, média de 15% e pode ser utilizada para elaboração de diferentes produtos de pescado.

Foi possível obter reestruturados contendo exclusivamente CMS de tilápia híbrida vermelha com funcionalidade tecnológica adequada, o que demonstra sua viabilidade de utilização.

O sal (0,7%) e o tripolifosfato (0,35%) são ingredientes que permitem estabelecer coesão na CMS reestruturada. A interação entre a proteína concentrada de soja (2,8%), fécula de mandioca (2%), fibra vegetal (4%) e carragena ativada a quente (0,5%) apresentaram respostas satisfatórias para rendimento, capacidade de retenção de água e textura do reestruturado.

Referências

ALASALVAR, C.; SHAHIDI, F.; MIYASHITA, K.; WANASUNDARA, U. F. **Handbook of seafood quality, safety and health application**. Chichester: Wiley Blackwell, 2010. p. 522–532.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 5th ed. Champaign, 1998. 2 v.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. **Official methods of Analysis of Official Analytical Chemists**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 1018p.

BORDERÍAS, A.J.; PÉREZ-MATEOS, M. Productos pesqueros reestructurados. **Alimentaria**, Barcelona, v. 269, p. 53-62, 1996.

BORDERÍAS, A.J.; SÁNCHEZ- ALONSO, I.; PÉREZ- MATEOS, M., New applications of fibers in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science and Technology**, Colney, v. 16, p. 458–465, 2005.

BOYER, C.; JOANDEL, S.; ROUSSILHES, V.; CULIOLI, J.; OUALI, A. Heat-induced gelation of myofibrillar proteins and myosin from fast- and slow-twitch rabbit muscles. **Journal of Food Science**, Malden, v. 61, p. 1138–1143, 1996. doi: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb10948.x

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de Identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abr. 2000. Seção 1, p. 6-10.

CARDOSO, R.C.; MENDES, S.; PEDRO, P.; VAZ-PIRES, M.L.; NUNES, M. Quality changes during storage of minced fish products containing dietary fiber and fortified with x3 fatty acids. **Food Science and Technology International**, Philadelphia, v. 16, p. 31-42, 2010.

CORTESI, M.L.; PANEBIANCO, A.; GIUFFRIDA, A.; ANASTACIO, A. Innovations in seafood preservation and storage. **Veterinary Research Communications**, Cham, v. 33, n. 1, p. 15-23, 2009.

COUSO, I.; ALVAREZ, C.; SOLAS, M. T.; BARBA, C.; TEJADA, M. Morphology of starch in surimi gels. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung** Flushing, v. 206, p. 38-43, 1998.

FIELD, R.A. Mechanically deboned red meat. **Advances in Food Research**, Singapore, v. 27, p. 109-147, 1981

_____. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: PEARSON, A.M.; DUTSON T.R. (Ed.). **Edible meat by products**. London: Elsevier, 1988. p. 83-126

FISCHER, N.; WIDDER, S. How proteins influence food flavor. **Food Technology**, Chicago, v. 51, p. 68–70, 1997.

GHALY, A.E.; RAMAKRISHNAN, V.V.; BROOKS, M.S.; BUDGE, S.M.; DAVE, D. Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: a critical review. **Journal of Microbial & Biochemical**, Seoul, v. 5, p. 107-129, 2013. doi:10.4172/1948-5948.1000110.

GRYSCHEK, S.F.B. **Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de minces elaborados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp.*)**. 2001. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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**, Philadelphia, v. 12, n. 3, p. 5769, 2003.

HAGEN, S.R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Maryland, v. 72, n. 6, p. 912-916, Nov./Dec. 1989.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice Journal**, London, v. 22, p. 475-476, 1973.

HUNT, A.; GETTY, K.J.K.; PARK, J.W. Roles of starch in surimi seafood: a review. **Food Reviews International**, Philadelphia, v. 25, p. 299-312, 2009.

JEW, S.; ABUMWEIS, S.S.; JONES, P.J.H. Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention. **Journal of Medicinal Food**, Orlando, v. 12, p. 925-934, 2009.

JUSTI, K.C.; PADRE R.G.; HAYASHI C., SOARES C.M.; VISENTAIR J.V.; SOUZA N. E.; MATSUSHITA M. Efeito da temperatura da água sobre o desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n.4, p. 529-534, 2005.

KASAPIS, S. Developing minced fish products of improved eating quality: an interplay of instrumental and sensory texture. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 12, n. 1, p. 11-26, 2009.

LEE.C.M. Fish Mince: cryostabilization and product formulation. In: ALASAVAR, C.; SHAHIDI, F.; MIYASHITA, K.; WANASUNDARA, U. **Handbook of seafood quality, safety and healthy applications**. Oxford:Blackwell , 2011. p. 156-168.

LEE, C.M.; LIAN P. Cryostabilization of unwashed fish mince. **Fisheries Science**, Cham, v. 68, p. 1355-1358, 2002.

LEE, C.M.; CHUNG, K.H. Analysis of surimi properties by compression and penetrations test. **Journal of Texture Study**, Malden, v. 20, p. 363-377, 1989.

LEE, C.M.; WU, M.M.; OKADA, M. Ingredient and formulation technology for surimi-based products. In: LANIER, T. C.; LEE, C.M. **Surimi technology**. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 273-302.

LEMOS, A.L.S.C. Produtos carnes do tipo "light" In: SEMINÁRIO E WORKSHOP PROCESSAMENTO DE EMULSIONADOS E REESTRUTURADOS, nº 1, 1998, Campinas. Campinas: ITAL, 1998. p.15-24.

MACHADO, I. Surimi e produtos derivados. In: MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas: ITAL, 1994. 57p.

MIYAUCHI, D.; PATASHNIK, M.; KUDO G. Frozen storage keeping quality of minced black rockfish improved by cold water washing and use of fish binder. **Journal of Food Science**, Malden, v. 40, p. 592, 1975.

MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; BORDERIAS, J. Influence of sub species, season and stabilization procedures in gel forming ability of frozen minced muscle of sardine (*Sardina pilchardus*). **Food Science and Technology International**, Philadelphia, v. 2, n. 1, p. 53-64, 1996.

MOREIRA, A.A.; MOREIRA, H.L.M.; HILSDORF, A.W.S. Comparative growth performance of two Nile tilapia (chitralada and red-stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND-56. **Aquaculture Research**, Orono, v. 36, n. 11, p. 1049-1055, 2005.

MOTZER, E.A.; CARPENTER, J.A.; REYNOLDS, E.; LYON, C.E. Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. **Journal of Food Science**, Malden, v. 63, p. 1007-1011, 1998.

MORENO, H.M.; CARBALLO, J.A.; BORDERÍAS, J. Use of microbial transglutaminase and sodium alginate in the preparation of restructured fish models using cold gelation: Effect of frozen storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Wageningen, v. 11, p. 394–400, 2010.

MOTZER, E.A.; CARPENTER, J.A.; REYNOLDS, E.; LYON, C.E. Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 3, p. 1007-1011, 1998.

NEVES, R. A. M.; MIRA, N. V. M. DE; MARQUEZ, U. M. L. Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.101-108. 2004.

NORIEGA-RODRIGUEZ, J.A.; ORTEGA-GARCIA, J.; ÂNGULO-GUERREIRO, O.; GARCIA, H.S.; MEDINA-JUAREZ, L.A.; GAMEZ-MEZA, N. Oil production from sardine (*Sardinops sagx caerulea*). **Journal of Food Science**, Malden, v. 7, p. 173-179, 2009.

OLIVEIRA FILHO, P.R.E. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 6, p. 1383-1391, Dec. 2010. doi://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132010000600015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132010000600015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 jan. 2016.

PARKS, L.L.; CARPENTER, J.A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, Malden, v. 52, n. 2, p.271-274, 1987.

PACHECO-AGUILAR, R.; CRAWFORD, D.L; LAMPILA, L.E. Procedures for the efficient washing of minced whiting (*Merluccius productus*) flesh for surimi production. **Journal of Food Science**, Malden, v. 54, n. 2, p. 248-253, 1989.

PANYAM, D.; KILARA, A. Functional properties of hydrolysates from proteolysis of heat-denatured whey protein isolate. **Journal of Food Science**, Malden, v. 61, p. 270-275, 1996.

PESSATI, M.L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11: Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003/2000. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2000. 130p.

QUAGLIA, G.B.; ORBAN, E. Influence of enzymatic hydrolysis on structure and emulsifying properties of sardine (*Sardina pilchardus*) protein hydrolysate. **Journal of Food Science**, Malden, v. 55, p. 1571–1573, 1619, 1990.

QUIROGA, A.L.B. Inovações de carragenas em produtos cárneos. **A Revista do Setor Carneiro**, São Paulo, ano 2, n. 8, p. 38-40, 2015

RAMIREZ, J.A.; MARTIAN-POLO, M.O.; BANDMAN, E. Fish myosin aggregation as affected by freezing and initial physical state. **Journal of Food Science**, Malden, v. 65, p. 556–560, 2000. doi: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb16047.x

RAMÍREZ, J.A.; BARRERA, M.; MORALES, O.G.; VÁZQUEZ, M. Effect of xanthan gum and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 16, p. 11-16, 2002.

RAMIREZ J.A.; URESTI R.M.; VELAZQUEZ, G.; VÁZQUEZ, M. Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 25, p. 1842-1852, 2011.

RAMÍREZ, J.A.; VELAZQUEZ, G.; LOPEZ-ECHEVARRIA, G.; TORRES, J.A. Effect of adding insoluble solids from surimi wash water on the functional and mechanical properties of Pacific whiting grade A surimi. **Bioresource Technology**, Trivandrum, v. 98, p. 2148-2153, 2007.

REGO, R.A. Produtos: oportunidades para inovação. In: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO **Brasil food trends 2020** São Paulo: FIESP; Campinas: ITAL, 2010. cap. 5.1, p. 69-95.

RESENDE, A.L.S.S. **Viabilidade técnica, qualidade nutricional e sensorial de produtos à base de carne de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2010. 112 p. Tese (Doutorado em Higiene e Processamento de Produto de Origem Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SHAO, C.H.; AVENS, J.S.; SCHMIDT, G.R.; MAGA, J.A. Functional, sensory, and microbiological properties of restructured beef and emu steaks. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, p. 1052-1054, 1999.

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO L.H. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

TELLEZ-LUIS, S.; URESTI R.M.; RAMIREZ, J.A; VAZQUEZ M. Low-salt restructured fish products using transglutaminase as binding agent. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v.82, p. 953-959, 2012. doi: 10.1002/jsfa.1132.

TWIBELL, R.G.; WATKINS, B.A.; ROGERS, L. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acids on hepatic and muscle lipids in hybrid striped bass. **Lipids**, New York, v.35, p.155-161, 2000.

VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F. Structure and composition of fish muscle **Food Reviews International**, Philadelphia, v. 12, n. 2, p. 175-197, 1996. doi: 10.1080/87559129609541074.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ NAVAJAS, Y.; SÁNCHEZ ZAPATA, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. **Flavour and Fragrancy Journal**, Malden, v. 25, p. 13–19, 2010. doi: 10.1002/ffj.1951.

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. An evaluation of the waters pico-tag system for the amino-acid analysis of food materials. **The Journal of Automatic Chemistry**, Berlin, v. 8, n. 4, p. 170-177, Oct./Dec. 1986.

XIONG, G.Q.; CHENG, W.; YE, L.X.; DU, X.; ZHOU, M.; LIN, R.T. Effects of konjac glucomannan on physicochemical properties of myofibrillar protein and surimi gels from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Food Chemistry**, Whiteknights, v. 116, p. 413-418, 2009.

ZIMMERMAN, P.A.; BISSEL, H.M.; MCINTOSH, G.S. **Method of processing salmonoid fish**. Arctic Alaska Seafoods, 1998. U.S. patent 5, p. 846-594.

6 CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos estudos realizados pode-se afirmar que ambos os equipamentos foram adequados para obtenção de CMS de tilápia em relação às exigências da legislação brasileira e quanto aos aspectos sensoriais, particularmente para cor, valor de pH e composição centesimal, independentemente da variedade de tilápia utilizada.

A despoldadora tipo rosca sem fim, composta por anéis, apresentou melhores resultados de extração mecânica, com maior rendimento, menos elevação da temperatura e menor tamanho de ossos, em comparação à despoldadora tipo cinta e tambor ou belt and drum.

Os resultados permitem que se estabeleça o padrão, ainda não existente na legislação brasileira para estes coprodutos, tanto em função da variedade de tilápia, a híbrida vermelha e a nilótica preta, como para os equipamentos de extração tipo anéis e tipo tambor.

A avaliação da vida útil indicou que coprodutos da tilápia híbrida vermelha (CMSV) e tilápia preta (CMSP) apresentaram padrões microbiológicos, valores de pH e oxidação lipídica aceitáveis ao longo do estudo, mesmo apresentado perda de cor ao longo do armazenamento. Comparando-se os tratamentos, o teor de lipídeo na CMSP é maior que na CMSV, a intensidade da cor vermelha (a^*) na CMSV é maior e apresenta uma cor mais saturada (C^*) que a CMSP.

A adoção das Boas Práticas de Fabricação para a CMS de tilápia vermelha e de tilápia preta permitiu alcançar a qualidade destes coprodutos, uma vez que, sob o ponto de vista de identidade encontram-se conforme a legislação para CMS de outras carnes (RDC nº 4 do MAPA), com mínimo de 12% de proteína e máximo de 20% de gordura; e apresentado os valores: máximo de 1,1% de cinza; pH entre 6,5 a 6,75; teor de ossos entre 0,45 a 0,49%; 85% do tamanho de ossos com, no máximo, 0,5mm; largura máxima do tamanho de ossos de 0,85mm e 0,40mg de malonaldeído/kg de CMS ao longo da estocagem.

A limitação da vida útil da CMS de tilápia preta ficou estabelecida para 60 dias e para CMS de tilápia vermelha, 90 dias, conforme a equipe de avaliadores que

definiu o valor 4 como limite sendo descrito como tendo aparência/cor/odor moderadamente diferente do padrão.

A CMS de tilápia vermelha apresenta diferenças sensoriais quando armazenada entre 15 e 90 dias, segundo a análise sensorial de diferença do controle.

O molho de tomate, com adição de CMS de tilápia vermelha armazenada por 15 e por 90 dias, foi bem aceito pelos consumidores, porém a intenção de compra apresentou queda de 19% para o produto elaborado com CMS aos 90 dias de armazenamento.

O ponto de corte para vida útil do molho de tomate com tilápia ficou estabelecido no valor 6,6 para aceitabilidade global, representando período de vida útil inferior ao estabelecido pelo teste de diferença do controle com equipe treinada. Ficou evidenciando que o sabor foi um atributo limitante para a vida útil aos 90 dias de estocagem.

A CMS de tilápia híbrida vermelha é uma matéria prima com elevado teor proteico, média de 12%, e elevado teor de lipídeo, média de 15% e pode ser utilizada para elaboração de diferentes produtos de pescado.

Foi possível obter reestruturados contendo exclusivamente CMS de tilápia híbrida vermelha com funcionalidade tecnológica adequada, o que demonstra sua viabilidade de utilização.

O sal (0,7%) e o tripolifosfato (0,35%) são ingredientes que permitem estabelecer coesão na CMS reestruturada. A interação entre a proteína concentrada de soja (2,8%), fécula de mandioca (2%), fibra vegetal (4%) e carragena ativada a quente (0,5%) apresentaram respostas satisfatórias para rendimento, capacidade de retenção de água e textura do reestruturado.