

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**ELABORAÇÃO DE SURIMI E SALSICHAS DE TILÁPIA DA ESPÉCIE**  
***OREOCHROMIS NILOTICUS***

**TAYANE KARINE BARBOSA DE MORAIS**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DE ALIMENTOS**

**ELABORAÇÃO DE SURIMI E SALSICHAS DE TILÁPIA DA ESPÉCIE**  
***OREOCHROMIS NILOTICUS***

**TAYANE KARINE BARBOSA DE MORAIS**

*Sob a Orientação da Professora*

**Angela Aparecida Lemos Furtado**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau **de Mestre em Ciências**, no Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de concentração Tecnologia de Alimentos.

Seropédica – RJ

Agosto, 2014

664.94

M827p

T

Morais, Tayane Karine Barbosa de, 1985-

Elaboração de surimi e salsichas de tilápia da espécie *Oreochromis niloticus*/ Tayane Karine Barbosa de Moraes. - 2014.

79 f.: il.

Orientador: Angela Aparecida Lemos Furtado.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 55-67.

1. Pescados - Processamento - Teses. 2. Surimi - Teses. 3. Surimi - Microbiologia - Teses. 4. *Staphylococcus aureus* - Teses. 5. Tilápia (Peixe) - Teses. 6. Salsicha - Indústria - Teses. I. Furtado, Angela Aparecida Lemos, 1963- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO INSTITUTO  
DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

**TAYANE KARINE BARBOSA DE MORAIS**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/08/2014

---

Angela Aparecida Lemos Furtado (Dra.) Embrapa Agroindústria de Alimentos  
(Orientador)

---

Renata Torrezan (Dra.) Embrapa Agroindústria de Alimentos

---

Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa (Dra.) UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois é quem rege meus passos, ilumina os meus caminhos e até aqui tem me fortalecido, não somente nessa, mas em cada etapa de minha vida. Quando o desânimo pensa em bater, Ele é sempre o meu refúgio.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup> Angela Furtado, por toda sua paciência, pela sua capacidade de transmitir conhecimento, com o máximo de simplicidade. Foi um privilégio e um aprendizado cada troca de informações e cada solução apresentada, quando as dúvidas surgiam.

À minha querida UFRRJ, ao PPGCTA e a todos os professores, técnicos e demais profissionais pela oportunidade de cursar esse mestrado e por todo o aprendizado adquirido no decorrer dessa pós-graduação;

Realizar esse trabalho só foi possível também graças à Embrapa Agroindústria de Alimentos, que permitiu o uso de suas instalações e equipamentos, imprescindíveis para o desenvolvimento dessa pesquisa. Aos funcionários dessa instituição, Sérgio Macedo (grande Filé) e Agnelli Holanda pela enorme parceria, por toda paciência e empenho em ajudar. Vocês são fenomenais! Aos estagiários e também amigos que tanto me ajudaram, Márcio Ferreira e Jéssica Teixeira, meu muito obrigada. À pesquisadora Ana Lucia Penteado e às funcionárias Simone, Vanessa e Ana Paula do laboratório de Microbiologia, por toda a atenção prestada. À estagiária Juliana Lopes, aos amigos Ligia Góes, Fernando Rodrigues e a todos os funcionários, estagiários e amigos que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento do meu trabalho.

À CAPES pela bolsa concedida, a qual possibilitou meus estudos;

À minha querida mãe Maria Celeste por todos os seus esforços ao longo da minha formação, que me permitiram chegar até aqui e concluir esse Mestrado. Sei que esse sonho, foi ela quem sonhou primeiro e sou grata pelos seus incentivos, pelo amor e pela preocupação depositada dia após dia.

Ao meu pai Antonio Moraes por sempre ter me socorrido quando o aperto financeiro batia. Rs! E não somente nesse sentido, mas também por ser minha maior referência de que, não importa quão grandes sejam as dificuldades no caminho, se houver determinação e dignidade, pode-se atingir o mais alto galardão.

Ao meu irmão, em quem me inspiro, Thiago Moraes pelo grande parceiro e um dos meus melhores ouvintes, com quem desabafei e dividi por muitas vezes diversas situações vividas no decorrer desse trabalho.

Ao meu namorado e grande amigo Daniel Gama, por seu carinho, seu amor, pelas suas palavras de encorajamento, que tanto ânimo já me trouxeram, e por toda a sua compreensão durante esse tempo. Você é demais!

À minha cunhada, e também amiga, Dacielle Moraes e à sua filha, não menos querida, Laryssa Stuart, pelos bons momentos compartilhados. À Rosana e aos meus irmãos, Juninho e Mariana, por terem compreendido minha ausência nessa reta final.

Aos amigos de turma da UFRRJ, pelos momentos felizes e também aos amigos de tantos anos que, por muitas vezes, em meio à correria e aos tantos afazeres, puderam compreender minha ausência e sempre torcer por mim: Camilla Neiva, Fernanda Sumar, Larissa Siqueira, Priscilla Mannarino, Renan Teixeira, Tatiana Herbas e Thais Ferreira.

Às eternas amigas ruralinas Anna Carolina Vargas, Beatriz Macedo, Elis Oliveira e Kathiene Keese que, mesmo distantes fisicamente, continuam presentes na torcida e no carinho.

E aos demais que participaram direta ou indiretamente desse trabalho: muito obrigada pelo apoio!

## RESUMO

Atualmente, o consumidor tem se tornado mais exigente, no que diz respeito a uma alimentação mais saudável e também à segurança dos alimentos e, com isso, as indústrias vêm buscando se adequar a essa nova realidade. Nesse contexto, a carne de pescado apresenta uma excelente composição química e, comparado a outros produtos de origem animal, é a que apresenta melhor digestibilidade. Sendo assim, torna-se interessante a busca por novos produtos à base de pescado, que tornem mais variadas as opções desse tipo de alimento e, quem sabe dessa forma, possa estar mais presente na mesa do consumidor brasileiro. O objetivo deste trabalho foi desenvolver produtos a partir da CMS de tilápia, entendendo que o seu uso na indústria alimentícia também tem grande importância como forma de aproveitamento de resíduos, não somente ao render mais lucros para empresas desse ramo, como também reduzindo impactos ambientais. A CMS foi avaliada microbiologicamente e, a partir dessa, realizou-se cinco diferentes tratamentos de surimi: L1M0 (1 lavagem e 0% de amido); L3M0 (3 lavagens e 0% de amido); L2M10 (2 lavagens e 10% de amido); L1M20 (1 lavagem e 20% de amido) e L3M20 (3 lavagens e 20% de amido). A intenção era avaliar a interferência desses parâmetros na textura do produto, pois sabe-se que os ciclos de lavagem do surimi permitem a elaboração de produtos mais homogêneos e com boa consistência elástica. Quanto ao amido, sabe-se que possui a finalidade de incrementar a resistência do gel e a capacidade de retenção de água. Em seguida, foi avaliada a força de cisalhamento dos cinco tratamentos em texturômetro. Para garantir a segurança deste alimento, além das análises microbiológicas preconizadas pela legislação, as amostras de surimi também foram submetidas à pesquisa de toxina estafilocócica, empregando-se o sistema automatizado VIDAS® Staph enterotoxin II (BioMérieux), tendo sido as amostras negativas para tal análise. A partir daí, foram elaborados três diferentes ensaios de salsichas de tilápia: (1) 50% CMS + 30% filé; (2) 20% surimi L2M10 + 30% CMS + 30% filé e (3) 20% de surimi L2M10 + 60% filé. Essas salsichas foram submetidas a um teste de aceitação, com 87 provadores que avaliaram, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos, o quanto gostaram do sabor e da textura de cada uma das três amostras do produto. O tratamento eleito foi o (2) 20% surimi + 30% CMS + 30% filé, demonstrando que tanto a CMS, quanto o surimi de tilápia podem ser utilizados como matéria-prima na fabricação de novos produtos de pescado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Surimis, toxina estafilocócica, salsicha de tilápia.

## ABSTRACT

Currently, consumers have become more demanding with respect to a healthier diet and also food safety and, thus, the industries are trying to adapt to this new reality. In this context, the meat fish exhibits excellent chemical composition and, compared to other products of animal origin, it shows better digestibility. Thus, it is interesting to search for new products based on fish, which become more varied options of this type of food, and perhaps thus can be more present in the Brazilian consumer's table. The aim of this study was to develop products from the CMS tilapia, understanding that its use in the food industry also has great importance as a means of waste recovery, not only to yield more profits for companies that class, as well as reducing environmental impacts. The CMS was evaluated microbiologically and, from this, we performed five different treatments of surimi: L1M0 (1 wash and 0% starch); L3M0 (3 washes and 0% starch); L2M10 (2 washes and 10% starch); L1M20 (wash 1 and 20% starch) and L3M20 (3 washes and 20% starch.) The intention was to evaluate the effect of these parameters on the texture of the product, since it is known that the surimi wash cycles allow the development of more homogeneous products and with good elastic consistency. As for starch, it is known that has the purpose of increasing gel strength and water retention capacity. Then, we evaluated the shear force of five treatments in texturometer. To ensure the safety of food, in addition to the microbiological analysis advocated by law, surimi samples were also subjected to staphylococcal toxin research, using the VIDAS Staph Enterotoxin II ® (BioMérieux) automated system, having been negative samples for such analysis. From there, we developed three different assays sausages tilapia: (1) 50% + 30% CMS fillet; (2) 20% surimi L2M10 + 30% + 30% CMS filet and (3) 20% + 60% surimi L2M10 filet. These sausages were subjected to an acceptance test with 87 panelists who evaluated using a 9-point hedonic scale, how much liked the taste and texture of each of the three product samples. The treatment was elected (2) 20% 30% surimi + CMS + 30% fillet, demonstrating that both the CMS and the tilapia surimi can be used as feedstock in the manufacture of new fish products.

**KEY WORDS:** Surimis, staphylococcal toxin, sausage tilapia.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Produção total continental e marinha, em t, da aquicultura no Brasil em 2011 (Adaptado do MPA, 2011) .....	4
<b>Quadro 2.</b> Composição química (%) do músculo de tilápia do Nilo, obtida por diversos autores (Adaptado de OLIVEIRA FILHO, 2009) .....	6
<b>Quadro 3.</b> Exemplo de formulação para preparo de salsicha de pescado (Adaptado de GONÇALVES, 2011) .....	19



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pescados no Brasil: Evolução da produção, importações, exportações e consumo – milhares de toneladas (VALOR ECONOMICO, 2012) .....	4
<b>Figura 2.</b> Fluxograma do processamento da CMS (adaptado de GONÇALVES, 2011) .....	11
<b>Figura 3.</b> Coloração de Gram de <i>Staphylococcus aureus</i> (MURRAY, <i>et al.</i> , 2006) .....	24
<b>Figura 4.</b> Equipamento utilizado para retirar o excesso de água da CMS descongelada e dos surimis, após cada lavagem .....	30
<b>Figuras 5 A, B, C, D e E.</b> Medição de T°C da água de lavagem (A); Lavagem da CMS (B); Pesagem da amostra após lavagens e drenagens do excesso de água (C); Pesagem dos crioprotetores e do amido, de acordo com o peso da amostra (D); Mistura dos ingredientes à CMS em processador (E) .....	31
<b>Figura 6.</b> Surimis após cozimento e resfriamento, prontos para serem armazenados sob refrigeração .....	32
<b>Figuras 7 A, B e C.</b> Texturômetro funcionando em conjunto com o programa (A); Força de cisalhamento sendo aplicada na amostra cilíndrica (B e C) .....	33
<b>Figura 8.</b> Aparelho Mini Vidas® (bioMérieux SA) .....	35
<b>Figura 9.</b> Procedimento de calibração realizado no aparelho, antes de sua utilização .....	35
<b>Figuras 10, A, B, C e D.</b> Barretes “SET2” (A); Frascos contendo o padrão (“S1”), o controle positivo (“C1”) e o controle negativo (“C2”) (B); Inserção dos cones SPR® no aparelho (C); Inserção dos barretes no aparelho (D) .....	36
<b>Figura 11.</b> Massa já homogênea, após mistura no cutter .....	38
<b>Figuras 12 A, B e C.</b> Tripas sintéticas de celulose (A); Processo de embutimento (B); Salsicha sendo amarradas com um barbante, cada uma medindo em torno de 15 cm (C) .....	38
<b>Figura 13.</b> Salsichas embaladas a vácuo e identificadas .....	39
<b>Figuras 14 A, B e C.</b> Laboratório de Análise Sensorial com a análise em andamento (A); Três amostras de salsicha e suas fichas correspondentes (B); Assistente entregando nova amostra ao provador (C) .....	40
<b>Figura 15.</b> Demonstração dos sentidos da força impressa manualmente e da sucção da bomba de vácuo .....	48
<b>Figura 16.</b> Porcentagem de homens e mulheres dentre os provadores testados .....	49
<b>Figura 17.</b> Porcentagem de cada faixa etária existente no grupo total de provadores testados .....	50
<b>Figura 18.</b> Porcentagem de cada faixa de renda existente no grupo de provadores testados ....	50
<b>Figura 19.</b> Porcentagem dos que consomem e não consomem produtos embutidos .....	50
<b>Figura 20.</b> Porcentagem dos que consomem salsichas e com que frequência .....	51

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Planejamento experimental utilizado para elaboração dos surimis .....	30
<b>Tabela 2.</b> Resultados da textura obtidos para cada amostra .....	42
<b>Tabela 3.</b> Resultados das análises microbiológicas nas salsichas. Valores estimados referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pela metodologia. Os limites estabelecidos são: *entre 25 e 250 UFC/g .....	43
<b>Tabela 4.</b> Resultados apresentados pelo aparelho ao final da análise. O padrão é testado em duplicata .....	45
<b>Tabela 5.</b> Composição química da CMS de tilápia e das três amostras de salsichas .....	46
<b>Tabelas 6 A e B.</b> Análise de variância (ANOVA), demonstrando que existe diferença entre os tratamentos ( $P < 0,005$ ) (A); Teste de Tukey a 5%, demonstrando qual a diferença entre as amostras (B) – Continua. ....	51
<b>Tabelas 6 A e B.</b> Continuação .....	52
<b>Tabelas 7 A e B.</b> Análise de variância (ANOVA), demonstrando que existe diferença entre os tratamentos ( $P < 0,005$ ) (A); Teste de Tukey a 5%, demonstrando qual a diferença entre as amostras (B) .....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. Objetivo geral .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	2
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Panorama da Pesca e Aquicultura .....	3
2.2. Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	5
2.3. Importância do Aproveitamento de Resíduos .....	8
2.3.1. Carne mecanicamente separada (CMS) .....	9
2.3.2. Surimi .....	12
2.3.2.1. Utilização de amido na elaboração do gel do surimi .....	14
2.3.3. Embutidos de Pescado .....	15
2.3.3.1. Salsicha .....	17
2.4. Contaminação Microbiológica Indicativa de Manipulação Inadequada .....	20
2.4.1. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
2.4.1.1. Características gerais .....	22
2.4.1.2. Toxina estafilocócica .....	26
2.4.1.3. Contaminação alimentar .....	28
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1. Elaboração do Surimi .....	29
3.2. Análise de Textura dos Surimis .....	32
3.3. Análises Microbiológicas .....	33
3.4. Pesquisa de Toxina Estafilocócica .....	34
3.5. Análise de Composição Centesimal .....	37
3.6. Processamento das Salsichas de Tilápia .....	37
3.7. Análise Sensorial .....	39
3.8. Análise Estatística .....	40
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
4.1. Análise de Textura dos Surimis .....	41
4.2. Análises Microbiológicas .....	42
4.3. Pesquisa de Toxina Estafilocócica .....	44

4.4. Análise de Composição Centesimal .....	46
4.5. Processamento das Salsichas de Tilápia .....	47
4.6. Análises Sensorial e Estatística .....	49
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>54</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>67</b>
ANEXO A – Questionário de estudo do perfil do consumidor do teste sensorial da salsicha de tilápia .....	67
ANEXO B – Ficha de avaliação do sabor e textura de cada amostra de salsicha entregue aos provadores .....	68

## INTRODUÇÃO

A produção de pescado nacional tem evidenciado um aumento nos últimos anos e, de acordo com o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura de 2011, é demonstrado que, nesse mesmo ano, a produção total de pescado no país foi de 1.431.974,4 t, indicando um acréscimo de, aproximadamente, 13,2% em relação a 2010.

Em relação ao panorama geral da aquicultura no Brasil, tem sido demonstrado um aumento ainda maior e cada vez mais significativo, já que em 2011, a produção aquícola nacional foi de 628.704,3 t, representando um incremento de 31,1% em relação à produção de 2010. Comparando-se a produção atual com o montante produzido em 2009 (415.649,0 t), fica evidente o crescimento do setor no país, com um incremento de 51,2% na produção durante o triênio 2009-2011.

Com relação às espécies produzidas por meio da piscicultura continental em 2011, a Tilápia (*Oreochromis niloticus*) aparece como a mais cultivada dentre as outras, tendo obtido uma produção de 253.824,1 t, apenas por meio de aquicultura continental, sendo portanto, essa criação em cativeiro sua principal forma de obtenção (MPA, 2011). A tilápia é a grande “aposta” para que o Brasil ocupe um lugar de destaque na aquicultura mundial - hoje, o país é o 17º na lista dos maiores produtores. Muitas empresas, antes fortes na produção de outras espécies, tem planejado entrar no mercado de tilápias (MENDES; VELOSO, 2012).

O consumo de pescado no Brasil tem aumentado significativamente nos últimos anos. Em 2010, o consumo per capita aparente de pescado foi de 9,75 kg/hab./ano, o que demonstra um crescimento de 8% em relação a 2009 e, desse total de pescado consumido, 66% é produzido no Brasil.

Apesar desse e outros estudos relatarem um crescente aumento no consumo mundial *per capita* de pescado, o Brasil ainda é considerado um dos menores consumidores do mundo, quando se trata desse alimento. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/ONU), esse baixo consumo está associado ao preço alto e a um sistema de distribuição deficiente em redes atacadistas e varejistas.

Para inverter esse quadro, uma alternativa é a oferta de novos produtos processados com maior vida-de-prateleira para o consumidor brasileiro. A intenção é fazê-los agradar pela qualidade sensorial, facilidade de preparo e preço acessível. Com o aumento, a cada ano, do consumo de pescado no Brasil, já começa a haver o surgimento no mercado de novos produtos provenientes de diferentes espécies de peixes, com maior valor agregado em relação à matéria-prima e características sensoriais diferenciadas e, além disso, deve-se ter também uma preocupação com a forma de aproveitamento dos resíduos gerados na filetagem das diversas espécies de peixes. A fabricação desses novos produtos, levaria a um maior aproveitamento e menor desperdício desses resíduos.

O aproveitamento desse material, que seria desperdiçado, é de extrema importância, pois além de diminuir os custos e aumentar a eficiência de produção, também minimiza os problemas de poluição ambiental que são gerados pela falta de destino adequado (SUCASAS, 2011), devido aos contaminantes químicos e microbiológicos presentes na matéria-prima e nos produtos obtidos a partir dessa.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral:**

Desenvolver salsicha a partir de surimi e carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia, avaliando-se sua qualidade microbiológica e sua aceitabilidade.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- I. Desenvolver surimi de tilápia;
- II. Pesquisar a presença, ou não, de toxinas estafilocócicas nesses surimis;
- III. Elaboração de salsichas a partir do surimi e CMS de tilápia, em diferentes concentrações;
- IV. Avaliar a aceitabilidade e a preferência dessas salsichas, através de análise sensorial.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Panorama da Pesca e Aquicultura

No Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura de 2011, elaborado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, é demonstrado que, nesse mesmo ano, a pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 553.670,0 t (38,7% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental (544.490,0 t; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600,2 t; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3 t; ~6%). Ainda em 2011, a região Nordeste continuou registrando a maior produção de pescado do país, com 454.216,9 t, respondendo por 31,7% da produção nacional. As regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste registraram 336.451,5 t (23,5%), 326.128,3 t (22,8%), 226.233,2 t (15,8%) e 88.944,5 t (6,2%), respectivamente (MPA, 2011).

A análise da produção nacional de pescado por Unidade da Federação para o ano de 2011 demonstrou que o Estado de Santa Catarina se manteve como o maior produtor de pescado do Brasil, com 194.866,6 t (13,6%), seguido pelos estados do Pará com 153.332,3 t (10,7%) e Maranhão com 102.868,2 t (7,2%). Os estados da Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Alagoas, Sergipe e Distrito Federal apresentaram uma redução em relação ao produzido em 2010. No entanto, para os demais estados foi observado um incremento na produção de pescado em relação ao ano anterior (MPA, 2011).

Seguindo o padrão observado nos anos anteriores, a maior parcela da produção aquícola é oriunda da aquicultura continental, conforme demonstrado no Quadro 1, na qual se destaca a piscicultura continental (cultivo de peixes de água doce), representando 86,6% da produção total nacional.

Pode-se perceber que, de um modo geral, o consumo de pescado no Brasil tem demonstrado um aumento significativo nos últimos anos, conforme mostra a Figura 1. O Boletim Estatístico realizado em 2010, pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, mostrou que o consumo per capita aparente de pescado nesse ano foi de 9,75 kg/hab./ano. Esse dado denota um crescimento de 8% em relação a 2009 e, desse total de pescado consumido, 66% é produzido no Brasil. Além disso, também foi evidenciado nesse levantamento que, de 2005 a 2010, houve um aumento consecutivo de um ano para o outro e, em 2005, o consumo obtido

foi de 6,66 kg/hab./ano, ou seja, um acréscimo de mais de 3 kg/hab./ano, ao longo desses 5 anos (MPA, 2010).

**Quadro 1.** Produção total continental e marinha, em t, da aquicultura no Brasil em 2011 (Adaptado do MPA, 2011).

AQUICULTURA	2011	
	Produção	%
<b>Total</b>	628.704,3	100
Continental	544.490,0	86,6
Marinha	84.214,3	13,4



**Figura 1.** Pescados no Brasil: Evolução da produção, importações, exportações e consumo – milhares de toneladas (VALOR ECONÔMICO, 2012).



## 2.2 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

As tilápias apresentam hábitos alimentares que vão do herbívoro (alimenta-se de plantas), fitoplanctófago (alimenta-se de algas), onívoro (alimenta-se de diferentes tipos de alimento) ao detritívoro (alimenta-se de restos de organismos). A tilápia nilótica, que é a mais cultivada, apresenta hábito alimentar fitoplanctófago, mas aceita muito bem rações comerciais e artesanais elaboradas à base de subprodutos da agropecuária (EMBRAPA, 2007). Essa espécie, entre outras de tilápia, inclusive, possui capacidade de adaptação a ambientes de diferentes salinidades, podendo ser cultivadas tanto em água doce, salobra ou salgada. O Brasil apresenta um grande potencial para cultivo de peixes em áreas estuarinas, fato que em outros países já se tornou uma atividade comercial consolidada.

Quanto à sua taxonomia, a tilápia do Nilo pertence à ordem dos Perciformes e família *Cichlidae*, tendo como características físicas a presença de escamas, com listras verticais na nadadeira caudal, apresentando uma coloração cinza-azulada (CASTAGNOLLI, 1992; PADUA, 2001).

São peixes de clima tropical (apresentam conforto térmico entre 27 a 32°C), possuem alta resistência a doenças (rusticidade) e são capazes de povoar em grande número, mesmo em águas com baixos teores de oxigênio dissolvido (de 0,4 a 0,7 mg/l em alevinos de 10 a 25 g) (KUBITZA, 2000). Além disso, apresentam a carne saborosa e suculenta, de cor branca e com ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (mioceptos) (BORGHETTI et al., 2003), o que a torna uma espécie apropriada para a indústria de filetagem e, assim, de grande interesse para a piscicultura.

Principais componentes da carne da tilápia do Nilo: umidade (75,00 a 81,80%), proteínas (14,81 a 21,00%), lipídios (0,99 a 3,99%) e cinzas (0,80 a 2,40%), conforme demonstradas no Quadro 2. Verifica-se que os valores apresentados estão bem próximos, com exceção dos de Finne et al. (1980), cujos teores para proteína estão muito reduzidos e, para umidade, elevados. Com relação a estes valores, a tilápia é considerada um peixe magro, e com bom nível de proteína muscular.

**Quadro 2.** Composição química (%) do músculo de tilápia do Nilo, obtida por diversos autores (Adaptado de OLIVEIRA FILHO, 2009).

Composição Química (%)				Referência
Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas	
81,8	14,81	2,50	0,75	FINNE et al., 1980
75,20	18,90	3,40	2,20	MACHADO, 1984
75,00	18,50	3,60	2,40	SALES e SALES, 1990
77,50	19,20	2,20	1,11	MARCHI, 1997
79,10	17,00	2,07	0,65	GARDUÑO-LUGO et al., 2003
78,43	17,08	1,99	1,09	GRYSHECK et al., 2003
77,55	18,34	0,99	0,97	VILLA NOVA et al., 2005
76,80	18,01	3,99	1,20	MINOZZO, 2005
76,80	21,00	1,40	0,80	MOREIRA, 2005

A espécie *O. niloticus*, foi introduzida no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, África (CASTAGNOLLI, 1992). Em 1996, com o objetivo de melhorar geneticamente o plantel do estado do Paraná, foram importadas da Tailândia matrizes de tilápias do Nilo (*O. niloticus*), e segundo Boscolo et al. (2001) esta linhagem apresenta ótimo desempenho. Em 2002, foi importada a linhagem Supreme por iniciativa privada, e em 2005, foi importada por entidades oficiais (Universidade Estadual de Maringá e Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Previdência da República SEAP-Pr) a linhagem GIFT, oriunda da Malásia.

Todos os fatores positivos de ordem zootécnica, nutricional e sensorial fazem com que a tilápia do Nilo seja uma das espécies mais cultivadas do mundo (KUBITZA, 2000). O processamento industrial desse peixe aqui no país se iniciou na década de 90, no Oeste do

Paraná, priorizando-se, principalmente, o beneficiamento de filés congelados e, atualmente, o Brasil já está entre os principais países do mundo produtores de tilápia cultivada por meio da piscicultura.

Em âmbito mundial, a produção de tilápias aumentou na Ásia e na América Latina em 2014, apoiada pela crescente demanda em mercados locais e estrangeiros. O aumento da produção de tilápia cultivada nos principais países produtores (China, Egito, Indonésia, Filipinas, Brasil, Tailândia e Bangladesh) acompanhou a crescente procura interna, e contribuiu para os programas nacionais de segurança alimentar em 2013. O comércio internacional dessa espécie também cresceu devido à demanda dos EUA e de muitos outros mercados emergentes não-tradicionais (FAO, 2014).

A China lidera a produção mundial de pescado e, inclusive, de tilápia. A produção chinesa de tilápia caiu em 2013 devido ao clima frio prolongado nas principais regiões agrícolas do sul da China. Apesar dessa diminuição da produção, as exportações chinesas de tilápia congelada, inteira, filetada e empanada, aumentaram cerca de 10% em 2013 em comparação a 2012 (FAO, 2014a).

Já a produção no Brasil está crescendo a uma taxa média de 17% ao ano. De 2010 para 2011, o país experimentou o mais rápido crescimento ao longo do período de um ano, em relação aos outros países, tendo resultado em um aumento de 63% na produção. De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), a produção de tilápia excedeu 253.000 toneladas em 2011, mostrando um forte crescimento em relação a 2010, quando a produção totalizou 155.000 toneladas. O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) planeja investir R\$ 252.000 (USD 107.860) no melhoramento genético de tilápias. O projeto tem como objetivo formar pesquisadores e desenvolver novos produtos para a indústria brasileira de tilápia (FAO, 2014b).

Com relação ao rendimento em filé da tilápia do Nilo, este é considerado baixo (30 a 35%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2006; KUBITZA & CAMPOS, 2006), quando comparado a outros peixes de água doce cultivados em cativeiro, como o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, (52,7%), a truta, *Oncorhynchus mykiss*, (41,17%) e a piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (40,5%) (VIEGAS E SOUZA, 2004) e, conseqüentemente, gerando em torno de 65% de resíduos.

A tilápia tem sido submetida a vários estudos de aproveitamento, principalmente, objetivando aumentar seu consumo e, em razão disso, existem diversos trabalhos a respeito da utilização de tilápia como matéria-prima na obtenção de CMS e surimi e elaboração de produtos acabados como salsicha, mortadela, patê, nuggets e imitação de camarão (FILHO, 2009).

### **2.3 Importância do Aproveitamento de Resíduos**

Os resíduos sólidos que resultam do processamento de pescado são as vísceras, peles, escamas, ossos e tecido muscular. Somados, podem apresentar um volume de aproximadamente 70% da matéria-prima original (BENJAKUL; MORRISEY, 1997), sendo descritos como boa fonte de proteína, enzimas e lipídios (GILDBERG, 2001).

Com isso, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de buscar formas diferentes de reciclar esse material, já que esse possui um potencial nutritivo ainda muito pouco inexplorado. O objetivo é levar ao aumento de sua utilização na elaboração de alimentos, alimentos funcionais para consumo humano e animal, além de produtos químicos e, dessa forma, diminuir o descarte no ambiente desses resíduos, sem qualquer tratamento, e assim reduzir evidentes perigos biológicos que podem ser muito prejudiciais à saúde humana e ao ambiente.

Apesar dos aspectos de crescimento favoráveis pela demanda do mercado, a indústria de filetagem sofre problemas, principalmente quanto à diversificação do produto final com maior valor agregado. O mercado por produtos processados encontra-se em expansão, mas sua origem é predominantemente oriunda de pescado marinho (BOSCOLO & FEIDEN, 2007).

As indústrias de beneficiamento de pescado da região do Oeste do Paraná, por exemplo, processam principalmente tilápias e têm como principal produto o filé, que é comercializado na forma resfriada ou congelada. No entanto, o rendimento de filé representa cerca de 35% do peso total do peixe, o restante, cerca de 65% são resíduos com alto teor de proteína que atualmente, na maioria das vezes, não estão sendo utilizados racionalmente (BOSCOLO & FEIDEN, 2007). Para o sucesso de toda a cadeia produtiva é de fundamental importância a industrialização eficiente desse produto, visto que, tendo como principal

produto o filé, com apenas 35% de aproveitamento da matéria-prima, a atividade certamente fica ou ficará prejudicada.

A produção de alimentos semi-prontos e utilização de subprodutos da carne retirada da carcaça depois da filetagem (CMS) aumenta em até 10 pontos percentuais a taxa de aproveitamento do pescado. Através desse processo de produção de CMS, também podem ser aproveitados peixes fora de tamanho padrão que muitas vezes são descartados. A elaboração de produtos de alto valor agregado e que possam ser fabricados a partir de uma maior fatia da matéria-prima total, irá contribuir para o sucesso da atividade. Produtos como embutidos, pastas, “nuggets”, “fishburger”, bolinhos e defumados, entre outros, são produtos de fácil preparo pelos consumidores e que agregam valor para a indústria (BOSCOLO & FEIDEN, 2007).

Além da diversificação de produtos, devemos trabalhar o correto aproveitamento dos resíduos da indústria com a produção de peles para o curtimento, farinha, óleo e silagem de pescado para a alimentação animal, por exemplo. Como dito anteriormente, o correto aproveitamento de resíduos visa aumentar a lucratividade da indústria, além de reduzir ao mínimo possível a poluição ambiental.

A tecnologia de retirada e conservação da pele da tilápia, por exemplo, permite o uso do couro em peças de vestuário e acessórios, produtos esses muito valorizados pelo mercado consumidor. Mas, apesar das várias opções, o peixe ainda está longe de ter um aproveitamento total, ao contrário do que acontece com outras espécies, como animais de açougue, entre eles os bovinos e aves domésticas.

Os problemas ambientais e a crise de recursos demonstram a premente necessidade de pesquisas que enfoquem o desenvolvimento e/ou introdução de novas tecnologias para a produção de alimentos, considerando-se a segurança alimentar, tanto em relação a um melhor aproveitamento das diferentes matérias-primas, como em relação à inocuidade do alimento (FAO, 2004).

### **2.3.1 Carne Mecanicamente Separada (CMS)**

Conhecida também como *minced fish*, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, carne de pescado mecanicamente desossada, entre outros. A Carne Mecanicamente

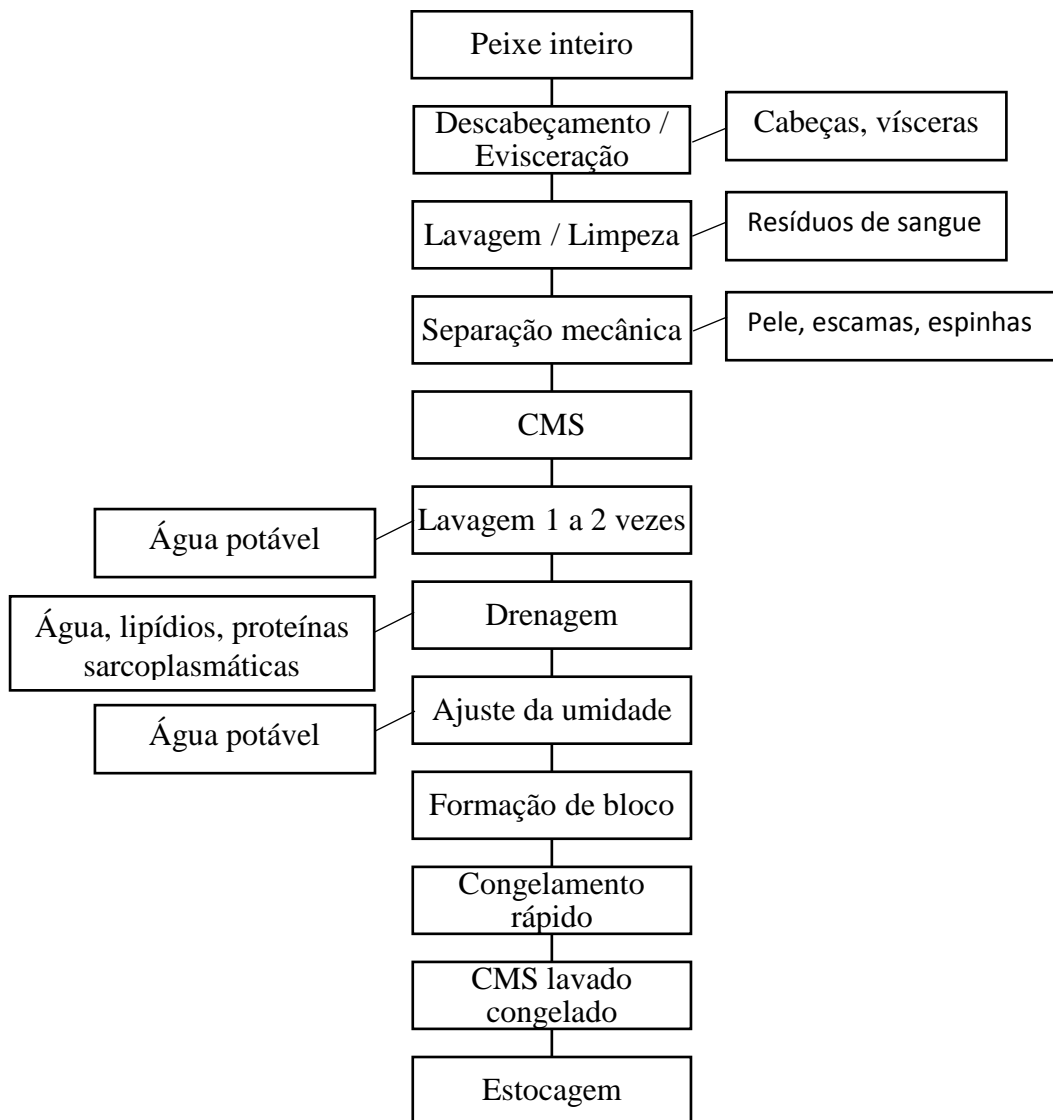
Separada (CMS) é a polpa de peixe separada de pele e ossos em máquina desossadora. A CMS é definida pelo *Codex Alimentarius* como um produto que se obtém a partir de uma única espécie, ou mistura de algumas espécies de peixes, porém com semelhantes características sensoriais, através de um processo mecanizado da parte comestível, que gera partículas de músculo esquelético com ausência de escamas, vísceras, ossos e pele (FAO/WHO, 1994).

Faz-se então necessária a passagem, por uma máquina separadora de carne e ossos, o pescado eviscerado e descabeçado, ou ainda, de seus resíduos, podendo ser lavado ou não com água, drenado, ajustado a umidade, acondicionado em bloco e congelado em congelador rápido (Figura 2).

A tecnologia de CMS surgiu no Japão, ao final da década de 1940, refletindo a necessidade da indústria de aproveitar o descarte da carne e a crescente demanda por produtos à base de pescado, viabilizando as espécies de pequeno porte subutilizadas e a fauna acompanhante, encontrada em grande quantidade nas pesca, de baixo valor comercial (SHAHIDI; JONES; KITTS, 1997). Espécies de pescado que apresentam complicado processamento (baixo rendimento) e pouca aceitabilidade, como as aparas resultantes da filetagem industrial do pescado e os espinhaços, normalmente apresentados como resíduos descartados, poderiam ser aproveitados como alimento, utilizando essa tecnologia (TENUTA & JESUS, 2003).

Para se obter uma CMS de boa qualidade, deve-se dispor de matéria-prima em ótimas condições de frescor, aplicando-se em seguida, um processo que garanta as normas higiênico-sanitárias para um produto como o pescado, já que sabe-se de sua tamanha perecibilidade (MORAIS & MARTINS, 1981). O frescor em pescados diminui com tempo e condições de armazenamento. Segundo Lee (1986) produtos de melhor qualidade são obtidos quando os peixes são processados com 1 a 2 dias de armazenamento, entretanto, se o pescado for adequadamente armazenado com gelo e mantido a 0°C, este período pode ser de até 5 dias. Borderías e Tejada (1987) relataram que o pescado antes de ser processado deve ser descabeçado e eviscerado, limpo e livre de restos de intestinos, peritônio, coágulos de sangue e outras impurezas. Para assegurar a limpeza do pescado, os autores recomendam lavá-lo duas vezes, uma imediatamente depois do descabeçamento e evisceração e outra antes de introduzir o pescado na máquina separadora de músculos. É importante observar que o processo de lavagem da CMS gera grande quantidade de efluente líquido, contendo proteínas, ácidos

graxos, minerais e outros nutrientes solúveis. E estes efluentes devem ser tratados adequadamente antes de serem descartados, conforme a legislação ambiental em vigor.



**Figura 2.** Fluxograma do processamento da CMS (adaptado de GONÇALVES, 2011).

A CMS é então uma tecnologia que permite maior recuperação de carne em comparação aos métodos de processamento convencionais, gerando matéria-prima básica e versátil para o desenvolvimento de novos produtos. A utilização dessa tecnologia pode resgatar uma parcela do pescado, normalmente destinada à produção de farinha para ração animal, agregando valor

a uma parte depreciada das capturas. Portanto, a CMS de pescado representa a primeira etapa do isolamento ou fracionamento da proteína do pescado para uso como *food ingredient*, podendo ser condimentada, submetida à cocção, formatada, fatiada, congelada e, finalmente, utilizada para que, a partir desta, sejam elaborados produtos como salsichas, surimi, patê, entre outros. (GONÇALVES, 2011).

### 2.3.2 Surimi

O termo “surimi”, segundo sua origem japonesa, significa músculo de pescado picado (ou triturado), cujo processo tecnológico consiste na retirada de espinhas, tecido conjuntivo e qualquer outra parte considerada não funcional para a obtenção de uma massa de actomiosina, com conteúdo aquoso similar ao original do músculo do pescado (LEE, 1984). Logo, consiste em um extrato de proteínas miofibrilares do pescado, tendo por essa razão, uma alta capacidade geleificante e emulsificante (ORDÓÑEZ-PENEDA *et al.*, 2005).

Sendo assim, o surimi pode ser definido, segundo as etapas tecnológicas de seu processamento, como o músculo de pescado previamente moído, desossado (mecanicamente separado), e lavado várias vezes com água fria (5 - 10°C) para remover todas as proteínas hidrossolúveis e outros componentes indesejáveis, seguido então, pela mistura de crioprotetores para evitar a deterioração durante o período de armazenamento sob congelamento. Alguns autores também o definem como sendo proteína miofibrilar estabilizada obtida de filés de peixes desossados mecanicamente, que é lavada e misturada com crioprotetores (GONÇALVES, 2001).

Apesar da CMS servir como matéria-prima do surimi, este não se configura em um produto final, mas também em uma matéria-prima, que, por suas características estruturais e funcionais, é utilizada para criar e imitar texturas, além de servir de base para a elaboração de uma ampla gama de produtos de pescado (ORDÓÑEZ-PENEDA *et al.*, 2005).

Variadas espécies podem ser utilizadas na obtenção do surimi a base de pescado, entretanto, alguns peixes mais gordurosos tendem a dificultar a eliminação de substâncias indesejáveis durante os ciclos de lavagem do músculo. Já a tilápia, é uma espécie que produz um surimi de alto padrão, podendo a qualidade do seu gel, ser comparada com o padrão do gel de surimi do *Alaska Pollock*, principal peixe utilizado na elaboração do surimi por possuir



ótimas características sensoriais e carne de coloração clara (YONGSAWATDIGUL et al., 2000).

O processo para a obtenção do surimi inicia-se com a remoção da cabeça e das vísceras e, às vezes da espinha, depois faz-se a lavagem, e os filés são então separados dos espinhos em separadores de carne. O processo de lavagem requer uma proporção em torno de 5-20 vezes o volume de água em relação ao volume de pescado. Quando necessário, ajusta-se o pH entre 6,0 e 7,0 com solução de bicarbonato de sódio (1%) ou ácido clorídrico (1%). A última lavagem remove não somente as proteínas hidrossolúveis, mas também outras substâncias não ligadas e enzimas (proteases), e então é concentrada a actomiosina. O excesso de água é removido por pressão (prensagem mecânica) do tecido e este é pressionado para a remoção de pele preta, espinhas e escamas. Os crioprotetores são então adicionados (pode-se utilizar sacarose, sorbitol e polifosfatos) para prevenir a desnaturação da actomiosina durante o armazenamento congelado (ORDÓÑEZ-PENEDA *et al.*, 2005; LEE, 1984).

A qualidade do produto final depende, em grande parte, do grau de frescor do pescado utilizado. O surimi com maior capacidade funcional é obtido de barcos-fábricas que processam o pescado fresco. Antes do processamento, o pescado não deve ser congelado em nenhum caso, mas ser mantido em gelo ou água/gelo a fim de garantir as propriedades funcionais da proteína (ORDÓÑEZ-PENEDA *et al.*, 2005).

A tecnologia industrial para a fabricação de surimi foi desenvolvida pelo Japão na década de 1960, promovendo a partir daí, o crescimento dessa indústria. O sucesso desse crescimento foi baseado na utilização da espécie *Alaska Pollock*. Posteriormente, a produção de surimi a partir de *Alaska Pollack* teve um declínio e passou a ser suplementada através da utilização de outras espécies (VIDAL-GIRAUD & CHATEAU, 2007).

Atualmente, 2 - 3 milhões de toneladas de peixe de todo o mundo, o que corresponde a 2 – 3% do fornecimento mundial de pesca, são utilizados para a produção de surimi e produtos à base de surimi. Dada a diversidade de informações disponíveis, ainda permanece uma incerteza acerca da produção global de surimi e seus produtos. No entanto, estudos feitos pela Globefish – FAO (2007) tentam preencher as lacunas existentes nesse setor e propor uma estimativa dessa produção, além de um levantamento de informações quanto à produção mundial. Os Estados Unidos e o Japão são os maiores produtores de surimi e produtos à base desse; Tailândia tornou-se um importante produtor e o papel da China como produtor está

aumentando; muitas indústrias de surimi recém-chegadas têm surgido em diversos países, incluindo Vietnã, Chile, Ilhas Faroé, França e Malásia. Dada a crescente procura que, sem dúvida, está por vir, as grandes empresas globalizadas, tanto americanas, quanto asiáticas, continuam a investir no desenvolvimento da produção de surimi (VIDAL-GIRAUD & CHATEAU, 2007). Nesse contexto, o Brasil ainda está muito atrás, porém, torna-se importante investir em indústrias de produtos de pescado, como o surimi, visando um maior aproveitamento de espécies de menor valor comercial, assim também como de aparas resultantes de processamento, diminuindo assim os desperdícios e aumentando a lucratividade das indústrias, bem como também a gama de opções para consumidores brasileiros, que ainda consomem pescado em quantidade insignificante.

Sendo assim, processamento de surimi é uma maneira de se agregar valor ao pescado de baixo valor comercial e aos resíduos do processamento de peixes, aumentando sua vida útil e oferecendo à indústria maior flexibilidade na elaboração de produtos. Por apresentar características como ausência de odor a peixe, o surimi pode ser acrescentado a todos os tipos de alimento como sopas, hambúrguer, embutidos, entre outros (ALFARO *et al.*, 2002).

### **2.3.2.1 Utilização de amido na elaboração do gel de surimi**

Amidos são amplamente utilizados em uma grande variedade de produtos pela indústria alimentícia, pois proporcionam mudanças desejáveis na textura e propriedades gelatinizantes dos alimentos (RAI, 2006). Em produtos à base de surimi, melhoram suas propriedades físico-químicas, por sua habilidade em modificar sua textura, sua estabilidade em processos de “congelamento-descongelamento” e diminuir custos de produção (KIM & LEE, 1987). Dependendo do tipo de produto, pode ser adicionado até 10% de amido ao surimi (BELIBAGLI *et al.*, 2003).

O amido é um macropolímero de glicose sintetizado por vegetais (RAI, 2006), e sua complexa estrutura é composta por duas porções principais: a amilose e a amilopectina. Os grãos de amido são relativamente densos e insolúveis, mas quando hidratados em água fria, dispersam-se devido à dissolução dos seus polissacarídeos, resultando em aumento da solubilidade e numa mistura de baixa viscosidade (KYAW *et al.*, 2001). As transformações térmicas dos grãos do amido são diferentes nos sistemas: amido - água e surimi -amido. Durante o preparo do surimi ocorre absorção de água e logo que se inicia a cocção, há um

inchaço dos grânulos de amido e o vapor força a expansão desses, proporcionando maior viscosidade (YANG & PARK, 1998). O processo inicia-se quando a solução atinge 60° C de aquecimento e torna-se menos fluida; a 70° C o líquido já é viscoso; a 85° C já obtém um corpo sólido gelatinoso, tendo desaparecido a água, e a 95° C atinge o máximo de gelatinização (ORNELLAS, 2001).

A textura do gel do surimi é profundamente afetada pelo tipo de amido em termos de propriedades reológicas no estado de gelatinização, conteúdo de amilopectina, e natureza da modificação (HSU & CHIANG, 2002). Firmeza e coesividade do gel melhoram com o aumento da viscosidade e da capacidade de ligação com a água do amido utilizado (LEE, 1986). Géis preparados com amidos contendo altos teores de amilose proporcionam aumento de umidade e força de penetração (LANIER & LEE, 1992).

Dos amidos comerciais, o amido de batata aumenta mais a força do gel que o amido de milho, devido a sua propriedade de absorver uma grande quantidade de água, e de sua melhor rigidez, coesividade e firmeza (YANG e PARK, 1998). Foi constatado também aumento de coesividade do gel de surimi com a utilização do amido de milho e do amido de mandioca (BARRETO & BEIRÃO, 1999), que também proporciona melhor estabilidade ao surimi durante o congelamento (LEE, 1986).

O amido também influencia na umidade final do produto. A umidade desempenha importante papel na sua textura e na estabilidade durante o congelamento. Em formulações comerciais, o surimi possui entre 72 e 78% de umidade, sendo que níveis altos de umidade tornam o produto mais suscetível à desestabilização durante a estocagem (LEE, 1986).

### **2.3.3 Embutidos de pescado**

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), embutido cárneo é um produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis, curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório uma tripa natural (bexiga ou outra membrana animal) ou artificial (BRASIL, 1952). São vários os exemplos de embutidos e, entre eles, temos as salsichas, patês, mortadelas, linguiças, entre tantos outros comumente encontrados nos estabelecimentos varejistas de alimentos.

PARDI *et al.* (1996) definem que embutido é todo produto feito com carnes picadas ou moídas, acondicionadas em invólucro animal e são classificados como embutidos frescos, secos e cozidos, sendo que os frescos são aqueles embutidos crus, cujo prazo para o consumo oscila entre 1 a 6 dias. O embutido seco é aquele submetido a um processo de desidratação parcial para favorecer sua conservação por um tempo maior que o cru. E o embutido cozido é submetido a um processo de cozimento em estufa ou em água quente.

Na confecção de embutidos de pescado, pode-se utilizar peixes marinhos ou de água doce, de carne branca ou vermelha. Pode-se também mesclar carnes branca e vermelha, visando até melhor textura no produto final, segundo alguns autores (CASTRO & OLIVARES, 1998).

Na fabricação desses embutidos, utiliza-se além da matéria-prima principal, no caso, o pescado, CMS ou o surimi, vários outros ingredientes, como: cloreto de sódio (NaCl), água, amido, gordura, proteína de soja, condimentos e especiarias, carboidrato, envoltório, aditivos, tais como, antioxidante, corante, estabilizante, conservante e aromatizante. Sendo assim, ingredientes e aditivos no processamento de embutidos de pescados são comuns aos demais tipos de matérias-primas cárneas.

A produção de embutidos a partir de carne de pescado é uma alternativa de beneficiamento da matéria prima *in natura* para prolongar a sua vida útil e agregar valor ao produto. Esses produtos são apreciados pelo fato de serem práticos para o consumo, pois necessitam de pouco ou nenhum trabalho para o preparo (OGAWA & MAIA, 1999). Apesar de todo potencial pesqueiro brasileiro, poucos são os relatos sobre a utilização de pescado para elaboração de embutidos. O fato torna-se mais relevante quando se sabe que cerca de dois terços do total do pescado mundial não é empregado para alimentação direta, e sim na elaboração de produtos derivados do pescado. A produção de embutidos a partir da carne de pescado é uma alternativa de beneficiamento da matéria-prima *in natura* para prolongar a sua vida útil e agregar valor ao produto. O consumo de embutidos como salsicha, linguiça, mortadela, presunto e patê têm crescido consideravelmente, apesar de não serem emulsões verdadeiras, a qualidade desses produtos está fortemente associada a uma combinação de gordura, água e proteínas solúveis, as quais atuam como agentes emulsionantes. Esses produtos apresentam uma grande vantagem sob o ponto de vista do consumo, pois são de fácil preparo ou prontos para consumo imediato (BOSCOLO & FEIDEN, 2007).

A Legislação Brasileira permite o uso de até 60% de CMS (de bovinos, suínos e aves)

em substituição da matéria-prima cárnea em alguns tipos de embutidos emulsionados (BRASIL, 2000). Entretanto o uso de CMS de pescado na elaboração de embutidos ainda não está regulamentado.

Como matéria prima para elaboração de embutidos de pescado inclui-se filés de tamanho pequeno, fora do padrão de comercialização, bem como CMS obtida de espinhaço e também o surimi. A grande dificuldade de se obter um embutido de qualidade é devido à matéria prima ser, sem sua maioria, obtida de peixes magros, obtendo um teor de gordura considerado baixo, variando de menos de 1% a 10%, no máximo, enquanto um embutido convencional deve ter, no mínimo, 15% de teor de gordura (LEMOS, 2000).

Ainda segundo LEMOS (2000), deve-se utilizar manobras tecnológicas no desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura, como por exemplo, a adição de ingredientes funcionais capazes de reter água, fornecendo textura ao produto, ou gordura vegetal e até mesmo gordura de outros pescados.

Os envoltórios podem ser artificiais ou naturais. Os mais utilizados, e também os mais antigos, são os naturais de origem bovina, suína ou caprina. Diversas são as vantagens dos envoltórios naturais, como por exemplo, o fato de serem comestíveis, finos e transparentes, além de possuírem maior permeabilidade, promovendo a desidratação, a defumação e a cura com maior rapidez, entre outras (KRATSCHMER, 1993).

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

### **2.3.3.1 Salsicha**

A salsicha é um produto cárneo industrializado, obtido através da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionada de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, ou por processo de extrusão, e submetido a processo térmico adequado (BRASIL, 2000).

A formação do gel obtido na elaboração de salsicha é uma das características de produtos formulados com CMS ou surimi. Quando a carne é lavada, consegue-se a eliminação das proteínas sarcoplasmáticas, lipídios, componentes extrativos etc, e a miofibrila torna-se

mais pura e concentrada, contribuindo dessa forma, para a elaboração de produtos mais homogêneos e com boa consistência elástica.

Convém ressaltar que para a carne não perder sua capacidade de formação de gel e retenção de água, o pH precisa ser mantido entre 6,5 e 7,5. Peixes de carne branca, como é o caso da tilápia, não têm problemas quanto a isso, pois apresentam pH na faixa ideal para formar o gel apropriado para embutidos, sendo assim, não é necessário ajustar o pH da carne. Porém, peixes de carne vermelha e cações acumulam teores mais elevados de ácido lático no *post-mortem*, apresentando pH de 5,6 a 5,8. Nesse caso, necessita-se neutralizar a carne com substâncias alcalinas, como o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), durante a etapa de homogeneização da pasta ou no decorrer do processo de trituração (GONÇALVES, 2011).

É recomendada a utilização de CMS ou surimi como matéria-prima na confecção de salsicha. A legislação brasileira permite o uso de até 60% de CMS de bovinos, suínos e aves em substituição da matéria-prima cárnea em alguns tipos de embutidos emulsionados (BRASIL, 2000), porém o uso de CMS de pescado não está descrito na referida legislação.

A emulsão, processo essencial para a confecção de salsicha, é definida como sendo uma suspensão coloidal de dois líquidos não solúveis entre si (imiscíveis), mas harmoniosamente dispersos um no outro. Para tanto, existe a necessidade da presença de um agente emulsificante: a proteína. Quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão interfacial entre ambas as fases, e a proteína, que possui uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar), atua na interface entre a gordura e a água, formando uma capa contínua entre as duas fases, reduzindo esta tensão e permitindo a formação de uma emulsão com menor energia interna, estabilizando-a (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006b).

Na formulação de salsicha, utiliza-se tanto ingredientes obrigatórios quanto opcionais e, no Quadro 3, temos exemplos de alguns desses utilizados em seu preparo. O amido, por exemplo, é um ingrediente amplamente usado em embutidos cárneos devido sua capacidade de formar gel quando submetido ao calor e ligação com a água (PARDI *et al.*, 1996), sendo permitido pela legislação brasileira adicionar no máximo 2%, para fabricação de salsichas (BRASIL, 2000). Já para uma boa formação de gel, a porcentagem de adição de sal em uma carne de pescado com 80% de umidade, é de 2 a 3%.

É importante conhecer a relação umidade/proteína (U/P) em embutidos cárneos, uma vez que a mesma influencia a capacidade de retenção de umidade e, conseqüentemente, a

textura e estabilidade do produto final. De acordo com o RIISPOA (1952), a máxima relação umidade/proteína (U/P) permitida para produtos cárneos emulsionados é de 3,5. Autores afirmaram que dentro desses limites, quanto maior a relação U/P na formulação, maior a extração proteica e, conseqüentemente, mais estável será a emulsão (GOMIDE *et al.*, 1987).

Os melhores emulsificantes são as proteínas miofibrilares (miosina e actina). Para que a emulsão cárnea seja estável, é necessário que as proteínas encontrem-se dissolvidas ou solubilizadas. Com a lavagem da carne do pescado, as proteínas miofibrilares, que são insolúveis em água, e as soluções salinas diluídas, mas solúveis em solução salina mais concentrada, tornam-se mais puras e concentradas (OGAWA & MAIA, 1999).

**Quadro 3:** Exemplo de formulação para preparo de salsicha de pescado (Adaptado de GONÇALVES, 2011).

<u>Ingredientes</u>	<u>%</u>
CMS de Pescado lavado ou surimi	60
Gordura (toucinho)	10
Proteína texturizada de soja	2
Amido	2
Sal refinado	1,5
Sal de cura	0,25
Glutamato monossódico	0,10
Antioxidante	0,5
Estabilizante	0,25
Condimento de salsicha sem sal	1
Corante carmim de cochonilha 3%	0,01
Gelo	7
Aroma de fumaça	0,01

Já o sal, na concentração de 2 a 3%, tem importante função nas emulsões de embutidos, pois solubiliza as proteínas miofibrilares na fase aquosa para que essas encontrem-se em condições de englobar as partículas de gordura de forma estável. O emulsioneamento da gordura, ao torná-la invisível, permite sua importante participação no sabor e textura do produto cárneo (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006b).

Em relação às espécies utilizadas, sabe-se que a tilápia possui um rendimento em filé considerado baixo (30 a 35%), quando comparado com outros peixes de água doce criados no Brasil. Por essa razão, uma grande quantidade de resíduos é gerada a partir de sua filetagem e esses, normalmente são descartados. Logo, o aproveitamento de subprodutos com recuperação de CMS, após o beneficiamento de filés de tilápia, pode aumentar o rendimento da porção comestível, através da utilização da CMS e/ou surimi na elaboração de produtos alimentícios, como a salsicha.

#### **2.4 Contaminação Microbiológica Indicativa de Manipulação Inadequada**

Nos últimos anos, a alimentação tem sido motivo de preocupação em todos os países. Os problemas ambientais e a crise de recursos demonstram a necessidade urgente de pesquisas e investimentos que enfoquem o desenvolvimento de novas tecnologias para a produção de alimentos. Produtos industrializados a partir do pescado, como por exemplo, a salsicha e outros embutidos, configuram-se em ótimas opções, já que, atualmente, também segue-se uma tendência mundial em consumir alimentos que, de alguma forma, tragam benefícios à saúde. As carnes brancas dos peixes vão ao encontro dessa nova realidade, pois são ricas em proteínas e lipídios. Os lipídios de pescado, além de fonte energética, são ricos em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicérides e de colesterol sanguíneo, reduzindo conseqüentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares. Além disso, o pescado também pode ser uma excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes e é rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B (AGNESE *et al.*, 2001; OGAWA & MAIA, 1999). Por essas razões, torna-se ainda mais interessante aumentar e diversificar as opções de acesso ao pescado pelo consumidor, já que o Brasil, por exemplo, ainda é um país fraco quanto ao consumo de peixes e isso é causado por diversos fatores, dentre eles, a falta de hábito, o difícil preparo ou o preço inacessível.



Porém, apesar dos tantos benefícios desse tipo de alimento, as condições teciduais e maior teor de água fazem com que os pescados sejam mais susceptíveis às alterações enzimáticas, oxidativas e microbiológicas do que as demais carnes brancas ou vermelhas, tornando-se um produto facilmente perecível. A atividade microbiana é a principal causa de deterioração do pescado. Desta forma, a extensão de sua vida de prateleira por meio da refrigeração é essencial para a redução na taxa de crescimento e atividade metabólica dos microrganismos responsáveis pela deterioração (CAKLI *et al.*, 2007; MINOZZO *et al.*, 2008).

Os produtos pesqueiros, quando não obtidos e/ou armazenados em condições higiênicas adequadas, podem ser disseminadores de agentes patogênicos como vírus, bactérias e biotoxinas, responsáveis por causar diversas enfermidades na população. As infecções humanas causadas por patógenos transmitidos a partir de peixes manipulados em condições sanitárias inadequadas são bastante comuns (MARTINS *et al.*, 2002).

A qualidade microbiológica do pescado depende principalmente dos procedimentos seguidos durante sua manipulação, processamento e armazenamento, a partir do momento em que é capturado até a chegada ao consumidor. Condições sanitárias adequadas em seu processamento, que incluem a higiene dos manipuladores e das superfícies utilizadas para sua manipulação, como mesas e utensílios, bem como a utilização de água limpa e clorada no processo são essenciais para que o alimento ingerido seja seguro (GABIS & FAUST, 1988; POLI *et al.*, 2006; ÁLVARES *et al.*, 2008).

A proposta de se elaborar novos produtos a partir do pescado, como a salsicha, citada nesse trabalho, pode ser interessante ao mercado consumidor e às indústrias, mas é de extrema importância que essas atendam a todos os requisitos sanitários necessários a toda a cadeia produtiva, dando ênfase a todo o processo de manipulação durante a elaboração desse produto. O alimento, muitas vezes, pode ser contaminado durante o manuseio de equipamentos e utensílios por parte de funcionários que não utilizam luvas e/ou não lavam as mãos adequadamente, não mantêm as superfícies desses limpas e não se atentam a evitar uma possível contaminação cruzada. Durante o processamento, podem haver etapas posteriores que não irão eliminar um perigo microbiológico introduzido acidentalmente no alimento. Além disso, nada impede que ao final de um processamento, já na etapa de embalagem do produto, quando não haverá mais tratamento térmico a ser feito, por exemplo, esse sofra uma recontaminação por manuseio em condições sanitárias inadequadas.

O pescado pode atuar como potencial veiculador de micro-organismos patogênicos para o homem e um forte exemplo desses são as bactérias *Staphylococcus* coagulase positiva, principalmente, da espécie *Staphylococcus aureus*. A contaminação por essa microbiota ocorre como consequência da manipulação inadequada, já que tal bactéria é de origem humana, encontrada na pele e na mucosa. Essa espécie bacteriana é um indicador das condições de higiene e sanitização e, quando presente em alimento, pode indicar que durante o processamento e estocagem tenha ocorrido algum tipo de falha de manipulação e/ou estocagem inadequada e/ou contaminação cruzada. Uma fonte de contaminação importante é a manipulação do pescado, desde o momento da captura, ainda nos barcos pesqueiros (ZICAN, 1994; MARTINS *et al.*, 2002, LEE *et al.* 2004), até sua destinação final após passar por inúmeras fases de processamento e transporte (CARDONHA *et al.*, 1994). Outro fator que corrobora para a ocorrência desse tipo de contaminação é a deficiência no processo de sanitização dos equipamentos de processamento.

#### **2.4.1 *Staphylococcus aureus***

As primeiras menções a *Staphylococcus* spp. foram elaboradas pelo médico escocês Sir Alexander Ogston, numa série de publicações feitas entre 1879 e 1882, em que descreveu a presença desses microrganismos em pus retirado de abscessos em seres humanos, e a sua posterior capacidade de causar doença piogênica quando injetados em ratos. Dois anos depois, Rosenbach estudou e descreveu a cultura pura, tendo denominado a bactéria como *Staphylococcus aureus* (ICMSF, 1996; TATINI & BENNETT, 2000).

Embora, provavelmente, a primeira associação de *S. aureus* com a ocorrência de toxinfecção alimentar tenha sido feita por Vaughan e Sternberg em 1884, quando descreveram um grande surto de doença no Michigan associado ao consumo de queijo, só em 1930 foi esclarecido por Barber o modo de ação e a importância dessa bactéria, tendo demonstrado tratar-se de um importante e amplamente disperso micro-organismo patogênico de origem alimentar (MOSSEL & GARCIA, 1985; TATINI & BENNETT, 2000; REINOSO *et al.*, 2008). Atualmente, sabe-se que *S.aureus* é, dentro do gênero *Staphylococcus*, a espécie mais relacionada a casos de intoxicação alimentar, sendo que numerosos surtos foram descritos e atribuídos a essa bactéria (JAY, 2005).

#### 2.4.1.1 Características gerais

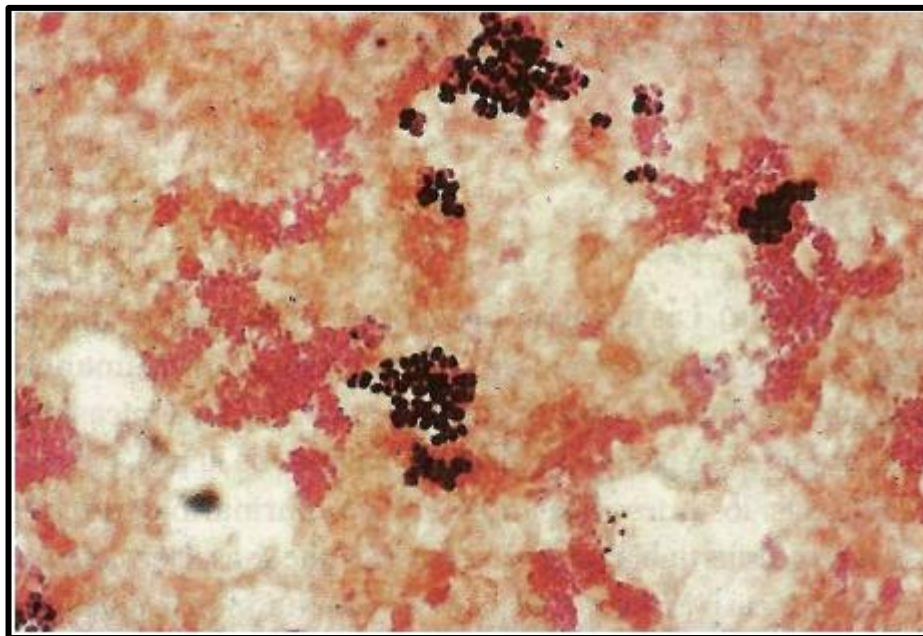
*S. aureus* é uma bactéria do tipo cocos, Gram-positiva (Figura 4), catalase-positiva, que se agrupa em formas irregulares e tridimensionais de células semelhantes a cachos de uvas (estafilococos), e apresenta um metabolismo anaeróbio facultativo conseguindo, por isso, desenvolver-se em ambiente redutor ou oxidativo (MOSEL *et al.*, 1995; HARVEY & GILMOUR, 2000; WIRTANEN & SALO, 2005).

Pode então crescer em condições de anaerobiose ou em condições de aerobiose, porém, o seu crescimento é mais lento em condições de anaerobiose, apesar da sua sobrevivência ser aumentada nessas condições, comparativamente ao verificado para as condições de aerobiose (HUBBERT *et al.*, 1996; HARVEY & GILMOUR, 2000; LUPPENS *et al.*, 2002).

O principal hospedeiro de *S. aureus* é o homem, podendo se encontrar na garganta, faringe, glândulas mamárias, trato intestinal e urinário. Sua contaminação pode ser de indivíduo para indivíduo ou de indivíduo para o alimento. Além disso, *S. aureus* pode ter como hospedeiro alguns animais, como o gado leiteiro, trazendo então a problemática sobre a contaminação de leite e derivados que, posteriormente, serão consumidos pela população (LIMA, 2005).

*S. aureus* é um microrganismo ubíquo, ou seja, presente em toda parte e pode ser isolado a partir do pó, em sistemas de ventilação, mas ocorre principalmente na maioria das mucosas e na pele dos animais de sangue quente. É um agente patogênico oportunista, comportando-se geralmente como comensal, podendo provocar infecções em feridas abertas ou em indivíduos com alterações fisiológicas, como por exemplo, alterações hormonais (HUBBERT *et al.*, 1996; TATINI & BENNETT, 2000).

Estima-se que 50% dos seres humanos são portadores desse micro-organismo, geralmente presente nas fossas nasais e na zona perineal, mas pode também ocorrer em outras superfícies, como em zonas da pele muito danificadas ou que se encontram frequentemente úmidas (MOSEL *et al.*, 1995; HUBBERT *et al.*, 1996; HARVEY & GILMOUR, 2000).



**Figura 3** - Coloração de Gram de *Staphylococcus aureus* (MURRAY *et al.*, 2006).

*S. aureus* é também resistente à ausência de umidade, podendo instalar-se em equipamentos usados no processamento de alimentos, em especial em zonas de difícil acesso. Algumas estirpes são resistentes à ação do cloro, mas na maioria das vezes, é rapidamente eliminado pela aplicação da maioria dos desinfetantes, geralmente empregados na desinfecção de instalações e equipamentos existentes em fábricas e indústrias (ICMSF, 1996; LUPPENS *et al.*, 2002; WIRTANEN & SALO, 2005).

A capacidade de *S. aureus* competir com os restantes dos micro-organismos é diminuta, sendo por isso, pouco frequente o seu desenvolvimento e a consequente produção de toxinas em alimentos crus, exceto no caso do leite proveniente de animais mastíticos em que o número de *S. aureus* é extremamente elevado (HUBBERT *et al.*, 1996; REINOSO *et al.*, 2008).

O efeito da presença de outros micro-organismos no desenvolvimento de *S. aureus* é extremamente complexo, sendo difícil distinguir entre os efeitos da produção de alguns metabólitos e a diminuição por si só do pH, a depleção de nutrientes ou a produção de fatores anti-estafilocócicos. A eficiência dos micro-organismos competidores no controle do crescimento e produção de enterotoxinas depende da proporção e tipo de populações

presentes, da temperatura de armazenamento e do tipo de substrato (HUBBERT *et al.*, 1996; HARVEY & GILMOUR, 2000; VIGNOLO & FADDA, 2007).

*S. aureus* é uma bactéria tolerante ao sal e consegue, quando as restantes condições são ótimas, crescer a valores de atividade de água não tão elevados, em torno de 0,80. Porém, geralmente o seu crescimento diminui quando em valores superiores a esse, sendo a produção de enterotoxinas mais restrita a baixos valores de atividade de água, predominando a produção da enterotoxina A (MOSEL *et al.*, 1995; ICMSF, 1996; HARVEY & GILMOUR, 2000).

Em condições ótimas, *S. aureus* consegue crescer a valores de pH inferiores a 4,5 quando o agente acidulante é um ácido inorgânico, porém esse valor aumenta consideravelmente quando se trata de ácidos orgânicos (DOORES, 1993; STATFORD, 2000).

Os efeitos das interações entre fatores extrínsecos e intrínsecos no crescimento e sobrevivência de *S. aureus* são variados, verificando-se que, em anaerobiose e em baixos valores de pH e atividade de água, o seu crescimento é limitado a temperaturas sub-ótimas e promovido a um ritmo lento, com produção de enterotoxinas a temperaturas ótimas, sendo ainda as interações entre esses fatores, influenciadas por parâmetros como a resistência ao calor (MOSEL *et al.*, 1995; ICMSF, 1996).

As temperaturas limites para que ocorra crescimento de *S. aureus* são 7°C e 48°C, sendo o ótimo conseguido a temperaturas compreendidas entre os 35°C e os 40°C. A 10°C, a fase lag pode superar as 20 horas e o crescimento inicia-se muito lentamente; já a temperaturas mais baixas, o crescimento é limitado por pequenas diminuições do pH e da atividade de água, sendo esse efeito mais pronunciado em condições de anaerobiose (MOSEL *et al.*, 1995; ICMSF, 1996).

A resistência de *S. aureus* ao efeito das altas temperaturas depende das condições em que o microrganismo se desenvolveu inicialmente, sendo maior em microrganismos desenvolvidos a temperaturas superiores a 37°C do que em microrganismos que cresceram a temperaturas inferiores a 20°C; a sua resistência ao calor também aumenta em produtos secos e com elevado teor de gordura. Porém, *S. aureus* é instantaneamente morto a temperaturas de pasteurização e de confecção dos alimentos, muito embora as enterotoxinas sejam resistentes às elevadas temperaturas, podendo persistir com atividade tóxica mesmo quando já não detêm atividade serológica (MOSEL *et al.*, 1995; BERGDOLL, 2000).

*S. aureus* é muito resistente ao congelamento e descongelamento, sobrevivendo bem em alimentos conservados a temperaturas inferiores a -20°C. Porém, a temperaturas superiores, entre -10 e 0°C, a sua viabilidade diminui acentuadamente, não sendo a estabilidade das toxinas afetada pelo armazenamento no frio (MOSSEL *et al.*, 1995; ICMSF, 1996;).

Já a irradiação ionizante, ou não-ionizante, elimina de imediato *S. aureus*, evidenciando-se uma maior resistência a essa ação em alimentos, comparativamente com o verificado em meios de cultura, porém, as suas enterotoxinas são extremamente resistentes aos efeitos da irradiação  $\gamma$ , não sendo destruídas nas doses geralmente empregadas no processamento dos alimentos (INGRAM & ROBERTS, 1980; ICMSF, 1996).

#### **2.4.1.2 Toxina estafilocócica**

Além da capacidade de transmitir doença pela multiplicação e disseminação nos tecidos, *S. aureus* causa doenças pela produção de substâncias extracelulares, destacando-se a produção de enterotoxinas. Alimentos ricos em carboidratos e proteínas contaminados por *S. aureus* são reconhecidos como favoráveis para a produção de enterotoxinas (LOGUERCIO & ALEIXO, 2001).

Murray, Rosenthal e Pfauer (2006) relatam que a patogenia das infecções provocadas por *S. aureus* depende da produção de proteínas de superfície, que intervêm na adesão do micro-organismo aos tecidos do hospedeiro, e da produção de proteínas extracelulares como determinadas toxinas e enzimas hidrolíticas dessa espécie. As toxinas são da família das Toxinas Pirogênicas Superantígenos (PTSAgs), sendo as principais a Toxina da Síndrome de Choque Tóxico (ToxicShock Syndrome - TSS) e Enterotoxinas Estafilocócicas, sendo essas últimas as responsáveis pela intoxicação alimentar, patogenia de grande impacto para a Saúde Pública (BLAIOTTA *et al.*, 2006). Uma população de  $10^5$  UFC de *S. aureus*/g ou ml, ou então, 1 $\mu$ g de toxina pura já é suficiente para provocar intoxicação alimentar (LAMAITA *et al.*, 2005).

As enterotoxinas estafilocócicas (Staphylococcal enterotoxin - SE) são proteínas extracelulares de baixo peso molecular, hidrossolúveis, termoestáveis (100 °C durante 30 minutos) e resistentes às enzimas do sistema digestivo (BORGES *et al.*, 2008). São constituídas por uma cadeia polipeptídica com quantidades relativamente elevadas de lisina,

tirosina, ácidos glutâmico e aspártico, podendo ser produzidas de duas formas distintas: ou como metabólitos secundários ao final da fase estacionária de crescimento, ou durante a fase de crescimento exponencial. Essas diferenças se refletem nos tipos de toxinas que se formam nos alimentos, verificando-se que a maioria dos surtos de intoxicação alimentar envolve mais as toxinas do tipo A e D do que as toxinas do tipo B e C, e ocorrem em variados tipos de alimentos detentores de uma larga amplitude de valores de pH, atividade de água e Eh. Cerca de 30-50% das cepas de *S. aureus* são produtoras de enterotoxinas. Essas enterotoxinas classificam-se em oito tipos (A, B, C, D, E, e G, H, I), sendo que a enterotoxina C se divide em 3 subtipos (ICMSF, 1996; BERGDOLL, 2000; MARTIN & LANDOLO, 2000).

Os biótipos humanos de *S. aureus* produzem mais frequentemente enterotoxinas do que os provenientes de aves ou outros animais, sendo a quantidade necessária para desencadear os sintomas da doença, dependendo do peso e da sensibilidade do indivíduo, de 0,1 a 1 µg de enterotoxina/kg de massa corporal, sendo que a tolerância à sua presença aumenta com o número de vezes que os indivíduos são expostos à sua ação (MOSEL *et al.*, 1995; BERGDOLL, 2000).

O processamento térmico dos alimentos é, geralmente, suficiente para eliminar a presença de *S. aureus*, mas não é eficiente na destruição das toxinas previamente formadas, que podem inclusive, resistir a tratamentos de esterilização em alimentos pouco ácidos (MOSEL *et al.*, 1995; MARTIN & LANDOLO, 2000)

Na maioria dos casos, a presença de *S. aureus* deve-se à contaminação após o processamento térmico por manipuladores portadores do micro-organismo, ocorrendo a produção de enterotoxinas, especialmente a temperaturas entre 20°C e 40°C, em alimentos como, por exemplo, recheios de bolos, carnes cozidas, mariscos e outros alimentos prontos a consumir, como é o caso das salsichas e outros embutidos (ICMSF, 1996; TATINI & BENNETT, 2000; LUPPENS *et al.*, 2002).

Também podem ocorrer surtos de intoxicação devido ao consumo de queijos e de produtos de salsicharia fermentados, pois se esta operação não decorre convenientemente, poderá permitir a presença de *S. aureus* e a conseqüente produção de toxinas no decorrer da maturação, já que a resistência dessas bactérias lhes permite desenvolverem-se em alimentos com baixa atividade de água (ICMSF, 1996; BERGDOLL, 2000).

### 2.4.1.3 Contaminação alimentar

A incidência de *S. aureus* é alta em quase todos os alimentos, principalmente aqueles de origem animal, produtos que foram manipulados, ou que não passaram por processamento térmico. Frequentemente, esses micro-organismos são encontrados em pequenas quantidades, mas isso já indica um risco para a qualidade do alimento (JAY, 2005). Atualmente, um dos maiores problemas em Saúde Pública está relacionado com a segurança alimentar e para isso têm-se tomado medidas para controlar os riscos de contaminação de alimentos como a implantação do sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF) (CHOKESAJJAWATEE et al., 2009).

Nos países subdesenvolvidos ocorrem mais de 1 bilhão de casos de diarreia aguda em crianças menores de 5 anos e, desses casos, 5 milhões chegam a óbito, sendo que a principal causa é a contaminação bacteriana dos alimentos. Estima-se que até 100 milhões de pessoas no mundo adoecem devido a infecções e intoxicações provocadas por micro-organismos veiculados por alimentos, visto que nos Estados Unidos, 12 milhões de casos são registrados anualmente, embora apenas 10% dos casos sejam registrados devido à perda de informações (GERMANO & GERMANO, 2003). A contaminação por *S. aureus* está entre as principais causas de doenças veiculadas por alimentos (NORMANNO et al., 2007) e ocorre quando um alimento (laticínios, crustáceos, pratos preparados, carnes cozidas) é manipulado por um indivíduo portador, ficando exposto a temperaturas adequadas (20-40 °C) para o crescimento microbiano; ou então, em alimentos como salames, salsichas e queijos que, ao passar pelo processo de fermentação inadequado, torna-se propício ao crescimento de *S. aureus* (LIMA, 2005). Outra forma de contaminação é pela mastite estafilocócica que afeta rebanhos leiteiros, aumentando a possibilidade de intoxicação alimentar pelo consumo de leite ou pelo seu uso para a fabricação de queijos e produtos derivados (JAY, 2005).

Os sintomas provenientes da intoxicação por *S. aureus* aparecem dentro de 4 horas após a ingestão de um alimento contaminado, no entanto há alguns relatos que apontam o aparecimento dos sintomas entre 1 a 7 horas após a ingestão. Alguns dos sintomas de intoxicação são náuseas, vômitos, dores abdominais e diarreia, os quais geralmente desaparecem em torno de 24 a 48 horas e, em casos graves, podem ocorrer dores de cabeça e colapso, sendo sua ocorrência maior em crianças e idosos (JAY, 2005; NORMANNO et al., 2007). Sandel e McKillip (2004) relatam que a maioria dos surtos que envolvem doenças transmitidas por alimentos é causada por *S. aureus*, sendo que o primeiro surto registrado foi



por contaminação em queijo Cheddar no ano de 1884. Após alguns anos, em 1914, reconheceu-se *S. aureus* como causador de doenças em indivíduos devido ao consumo de leite obtido de vacas acometidas por mastite. Esses mesmos autores enfatizam que os surtos ocorrem devido à presença de enterotoxinas pré-formadas, as quais são produzidas não apenas por *S. aureus*, mas também por outros micro-organismos como *S. intermedius* e *S. hyicus*.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Elaboração do Surimi

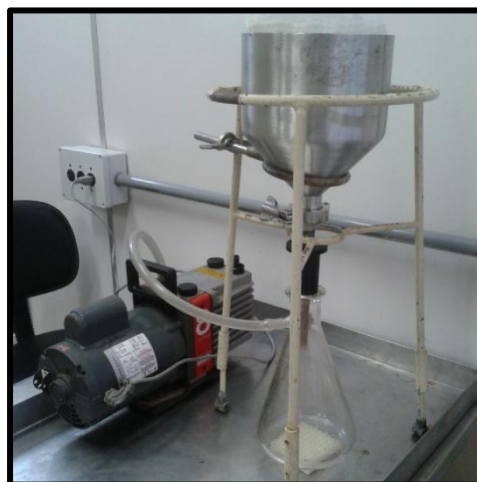
Foi utilizada como matéria-prima CMS de tilápia obtida de um entreposto de pescado, o COOPERCRAMMA (Cooperativa Regional de Piscicultores e Ranicultores do Vale do Macacu e adjacências Ltda.) localizado no município de Cachoeiras de Macacu, no estado do Rio de Janeiro e devidamente inspecionada pelo S.I.F. (Serviço de Inspeção Federal - Órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil). Esse material foi transportado congelado, em isopor com gelo, até à Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde ficou armazenado em câmara de congelamento (-18°C) até a sua utilização na formulação do surimi e da salsicha.

Foi feito um planejamento experimental fatorial completo 2<sup>2</sup>, com 3 repetições no ponto central, onde as variáveis estudadas foram o percentual de amido e o número de lavagens da CMS, para verificar o quanto estes parâmetros afetariam a textura dos surimis. A Tabela 1 mostra o planejamento experimental utilizado.

**Tabela 1.** Planejamento experimental utilizado para elaboração dos surimis

<b>Ensaio</b>		<b>Percentual de Amido (%) (M)</b>		<b>Número de Lavagens (L)</b>
1	(-1)	0	(-1)	1
2	(+1)	20	(-1)	1
3	(-1)	0	(+1)	3
4	(+1)	20	(+1)	3
5	(0)	10	(0)	2
6	(0)	10	(0)	2
7	(0)	10	(0)	2

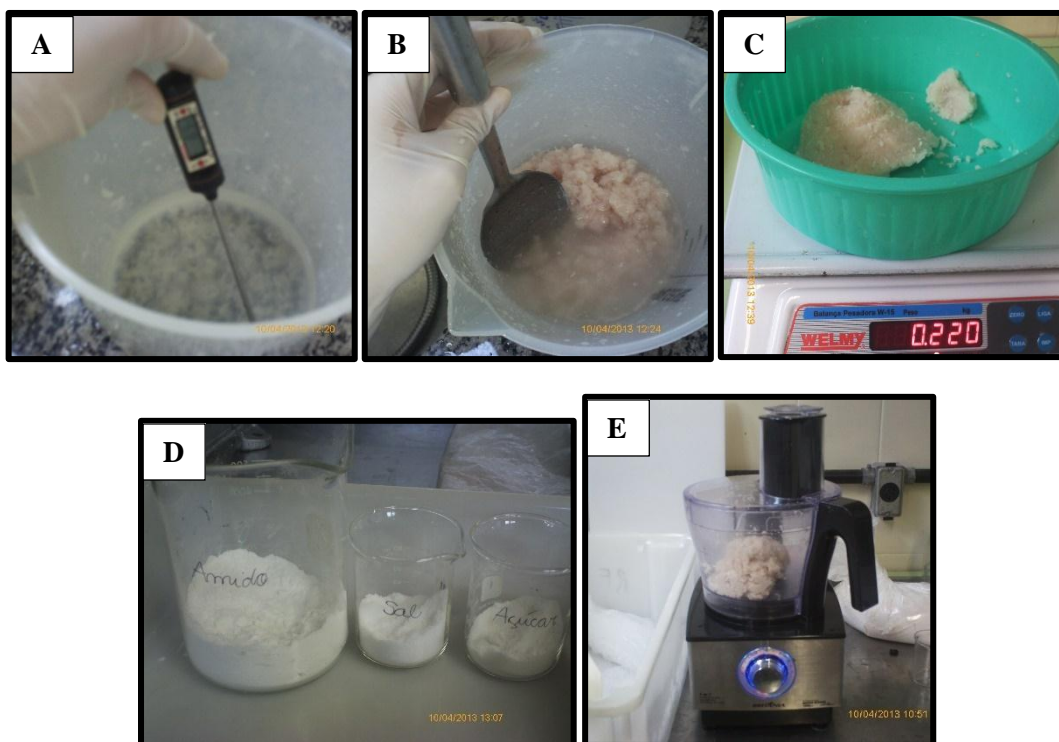
O surimi foi obtido por processamento manual, a CMS era descongelada no dia anterior e mantida sob refrigeração a 5°C, em torno de 24 horas, antes de ser manuseada. Após descongelada, era colocada em um funil a vácuo, para que o excesso de água liberado em seu descongelamento, fosse separado da amostra por meio de sucção. Utilizou-se um funil metálico sobreposto a um kitassato e acoplado a esse, uma bomba de vácuo para fazer a sucção (Figura 4).



**Figura 4.** Equipamento utilizado para retirar o excesso de água da CMS descongelada e dos surimis, após cada lavagem.

Após ter seu excesso de água retirado, o material era submetido a lavagens sucessivas (uma, duas ou três lavagens, dependendo do ensaio que estava sendo feito) com água filtrada e fria, sendo o volume de água utilizado três vezes o peso da amostra. A temperatura da água durante a lavagem era mantida em torno dos 5°C, com o uso de gelo moído e monitorada com o auxílio de um termômetro digital (Figuras 5 A e B).

Após cada lavagem, que durava em média dois minutos, a CMS era novamente colocada no funil a vácuo, já demonstrado na Figura 4, para poder drenar o excesso de água adquirido em cada ciclo de lavagem. Em seguida, ao final do processamento, a amostra era pesada e eram adicionados os crioprotetores: 2% de cloreto de sódio (NaCl) e 1% de sacarose e, além disso, era realizada a adição ou não de amido de mandioca, conforme o planejamento experimental (Tabela 1) (Figuras 5 C e D). A mistura dos crioprotetores e do amido à CMS era feita em um processador elétrico portátil, até que se formasse uma massa homogênea (Figura 5 E).



**Figuras 5 A, B, C, D e E.** Medição de T°C da água de lavagem (A); Lavagem da CMS (B); Pesagem da amostra após lavagens e drenagens do excesso de água (C); Pesagem dos crioprotetores e do amido, de acordo com o peso da amostra (D); Mistura dos ingredientes à CMS em processador (E).

Em seguida, essa massa era colocada em embalagens específicas, resistentes ao calor, para que, após serem seladas, fossem levadas ao cozimento, a uma temperatura de 90°C, por 30 minutos. Após esse período, eram resfriadas com auxílio de gelo moído, durante 15 minutos, para que o processo fosse completamente interrompido e, finalmente, armazenadas sob refrigeração até o momento de serem utilizadas no texturômetro (Figura 6).

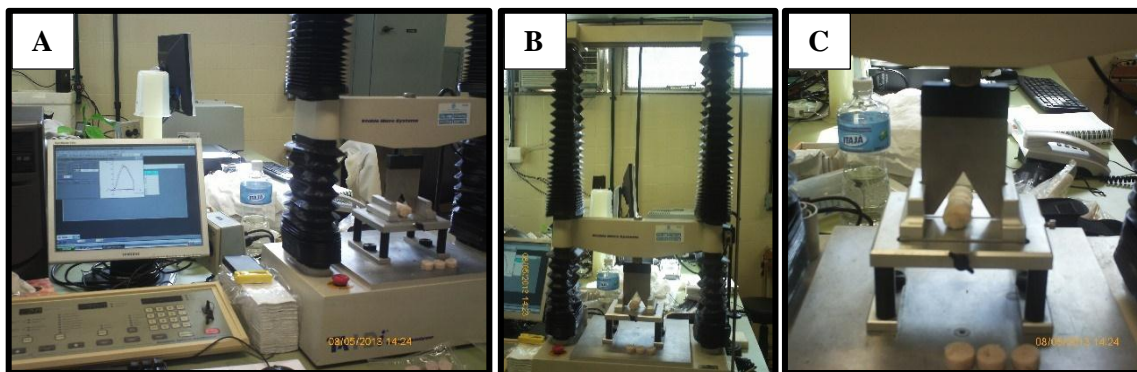


**Figura 6.** Surimis após cozimento e resfriamento, prontos para serem armazenados sob refrigeração.

### **3.2 Análise de Textura dos Surimis**

Os surimis foram retirados de suas embalagens e, em seguida, cortados em formato cilíndrico (em um diâmetro semelhante ao de uma salsicha comum), para a realização da análise de textura.

A força de cisalhamento (FC) foi determinada utilizando-se texturômetro modelo TA.Hdi (Stable Micro System, Goldalming, England). Os cilindros de surimi foram comprimidos no sentido transversal, até corte completo da amostra, formando pequenos discos. O programa Texture Expert Exceed, versão 2.5, foi usado na coleta dos dados (4 medidas por tratamento) e nos cálculos de textura (expressa em Newtons) (Figuras 7 A, B e C).



**Figuras 7 A, B e C.** Texturômetro funcionando em conjunto com o programa (A); Força de cisalhamento sendo aplicada na amostra cilíndrica (B e C).

### 3.3 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos. A CMS utilizada e os produtos elaborados durante o trabalho, tanto os surimis, quanto as salsichas, foram analisados conforme resolução da ANVISA RDC n° 12 (BRASIL, 2001).

Foram feitas análises de *Staphylococcus* coagulase positiva (LANCETTE & BENNETT, 2001) *Salmonella* (ANDREWS, 2001) e Coliformes a 45°C (KORNACKI & JOHNSON, 2001), conforme técnicas preconizadas pelo órgão federal de fiscalização brasileiro.

Para a determinação da população de coliformes fecais, fez-se em triplicata a transferência de 1 ml das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , para tubos de ensaio contendo 10 ml de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e um tubo de Duran invertido. Os tubos foram incubados a 37°C por 48 h.

A pesquisa de *Salmonella* sp. foi realizada de acordo com a Norma ISO/DIS 6579/2002. Assim, a partir de 25 g de amostra de cada matriz alimentar, efetuou-se um pré-enriquecimento em caldo BPW (Água Peptonada Tamponada) e incubou-se durante 18 horas a 37°C. Procedeu-se, em seguida, a um enriquecimento, inoculando-se 0,1 ml do pré-enriquecimento em meios RVS (Caldo Rappaport Vassiliadis) e MKTT (Caldo Muller-Kauffmann Tetrathionate), os quais foram incubados durante 24 h, a 41,5°C e 37°C, respectivamente. A partir dos meios de enriquecimento, realizou-se a sementeira por espalhamento à superfície dos meios de cultura seletivos, XLD (Xilose Lisina Desoxicolato) e

HE (Hektoen Enteric) e as placas foram encubadas a 37°C, durante 24 horas.

Para a pesquisa de *Staphylococcus aureus* foi adicionado 1mL das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , em placas de Petri contendo Ágar BP (Baird-Parker), então, para cada diluição, utilizou-se três placas. O inóculo foi espalhado pela superfície do Ágar, com uma alça de Drigalski e as placas, incubadas a 35°C por 24 h.

### **3.4 Pesquisa de Toxina Estafilocócica**

Foi feita a pesquisa de toxina estafilocócica nos tratamentos de surimi anteriormente elaborados. Realizou-se de acordo com o protocolo descrito pelo fabricante (Folder VIDAS SET II® bioMérieux, 2003). Segundo esse, a etapa de extração para produtos do mar, carnes cruas e produtos de charcutaria, consiste em homogeneizar 25 gramas de alimento em 25 ml de água desmineralizada rapidamente, durante 3 minutos, para obter uma suspensão homogênea (etapa essa realizada em stomacher até que se formasse uma pasta homogênea). No caso desta suspensão ficar muito compacta, adicionar mais 25 ml de água desmineralizada. Em seguida, homogeneiza-se novamente e logo após, recupera-se a totalidade do extrato. Para tanto, utilizou-se funis de vidro com um chumaço de algodão no fundo destes. Feita a filtração, ajusta-se o pH da suspensão para 4,0 com ácido clorídrico (HCL) 5 N e armazena-se em estufa de 18° a 25°C, durante 15 a 30 minutos.

Passado esse período de tempo, deve-se centrifugar a amostra homogeneizada na solução de extração, durante 15 minutos a 3000-5000 g a 18°-25°C. Essa solução de extração já foi previamente preparada conforme instruções fornecidas pelo fabricante, no caso, em uma proporção de 1:18 (tampão:água). Sendo assim, foram utilizados 27,5 ml do tampão de extração para 500 ml de água desmineralizada estéril.

Após a centrifugação, deve-se recuperar o sobrenadante e filtrá-lo em algodão hidrófilo umidificado, colocado no interior de uma seringa, empurrando-o com o pistão desta. Ajusta-se novamente o pH do líquido filtrado, dessa vez, entre os valores 7,5 e 8,0 com hidróxido de sódio (NaOH) 1N. Se houver presença de um precipitado, voltar a centrifugar uma alíquota do extrato, como descrito anteriormente.

Em seguida, deve-se pipetar 500 µl de líquido filtrado e transferi-los para os barretes do kit VIDAS Staph enterotoxin (SET)® (bioMérieux SA), finalizando-se assim a etapa de

extração, para daí, ser realizado o teste no aparelho Mini Vidas® (bioMérieux SA) (Figura 8).



**Figura 8.** Aparelho Mini Vidas® (bioMérieux SA).

Para a realização do teste no aparelho, novamente foi seguido o protocolo indicado pelo fornecedor. Para tanto, deve-se iniciar com a calibração do aparelho, utilizando o padrão fornecido no kit, mediante o recebimento de cada novo lote de reagentes, assim também como deve-se calibrar novamente a cada 14 dias (Figura 9). Essa operação permite ajustar a eventual evolução do reagente no decorrer do tempo. O padrão, identificado por “S1”, deve ser testado em duplicata e o seu valor deve estar compreendido nos limites de RFV ("Valor de Fluorescência Relativa") fixados. Senão for esse o caso, deve-se fazer uma nova calibração.



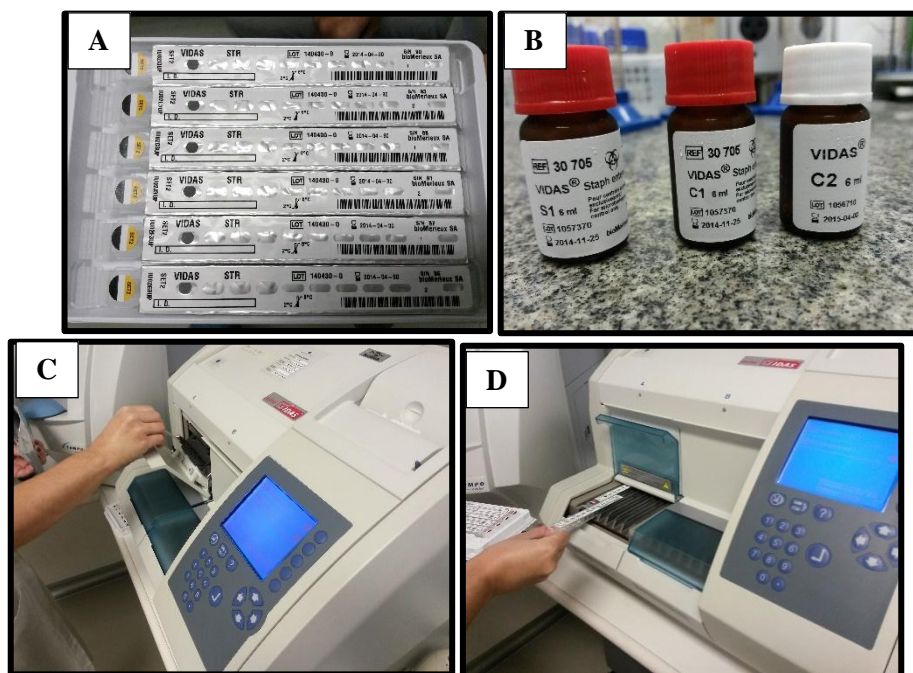
**Figura 9.** Procedimento de calibração realizado no aparelho, antes de sua utilização.

Dando-se continuidade ao procedimento, utiliza-se um barrete “SET2” e um cone SPR® “SET2” para cada amostra, controle ou padrão a ser testado. Deve-se verificar se o



sachê de cones está bem fechado após cada utilização (o interior desses cones SPR® é revestido com anticorpos anti-enterotoxinas estafilocócicas, durante sua fabricação). Então, digita-se ou seleciona-se “SET2” no aparelho para poder introduzir o código do teste. O padrão é identificado, obrigatoriamente, por “S1” e deve ser utilizado em duplicata, já os controles positivo e negativo são identificadas por “C1” e “C2”, respectivamente (Figuras 10 A e B). Em seguida, homogeneiza-se corretamente cada um deles, num agitador tipo vortex, tanto o padrão, quanto os controles e as amostras a serem testadas e a seguir, pipeta-se 500 µl de cada um, padrão, amostra e controle, nos poços intermediários existentes nos barretes. Deve-se então inserir no aparelho os cones e os barretes, verificando-se a concordância dos códigos (cores e letras) entre o cone e o barrete (Figuras 10 C e D). Dessa forma, a análise se inicia e todas as etapas são geridas automaticamente pelo aparelho. A duração do teste é de cerca de 80 minutos.

Terminada a análise, retira-se os cones e os barretes do aparelho e esses são descartados em um recipiente apropriado para resíduos de risco biológico, em conformidade com a legislação em vigor. A leitura então é realizada com expressão do resultado como presença ou ausência de enterotoxina na amostra.



**Figuras 10 A, B, C e D.** Barretes “SET2” (A); Frascos contendo o padrão (“S1”), o controle positivo (“C1”) e o controle negativo (“C2”) (B); Inserção dos cones SPR® no aparelho (C); Inserção dos barretes no aparelho (D).



### **3.5 Análise de Composição Centesimal**

Foram realizadas as análises de composição centesimal (teor de umidade, resíduo mineral, proteínas e lipídios), de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1995) da CMS e dos produtos acabados.

Para quantificação da umidade, utilizou-se o método Gravimétrico, com estufa a vácuo, a uma temperatura de 70°C e pressão a 70mm de Hg; para a avaliação das cinzas, foi utilizado o método Gravimétrico, com incineração a temperatura de 550°C; para determinação da proteína presente nas matrizes alimentares, foi realizado o método de Kjeldahl ( $F = 6,25$ ) e, finalmente, para se determinar o estrato etéreo, realizou-se o método da Hidrólise Ácida.

### **3.6 Processamento das Salsichas de Tilápia**

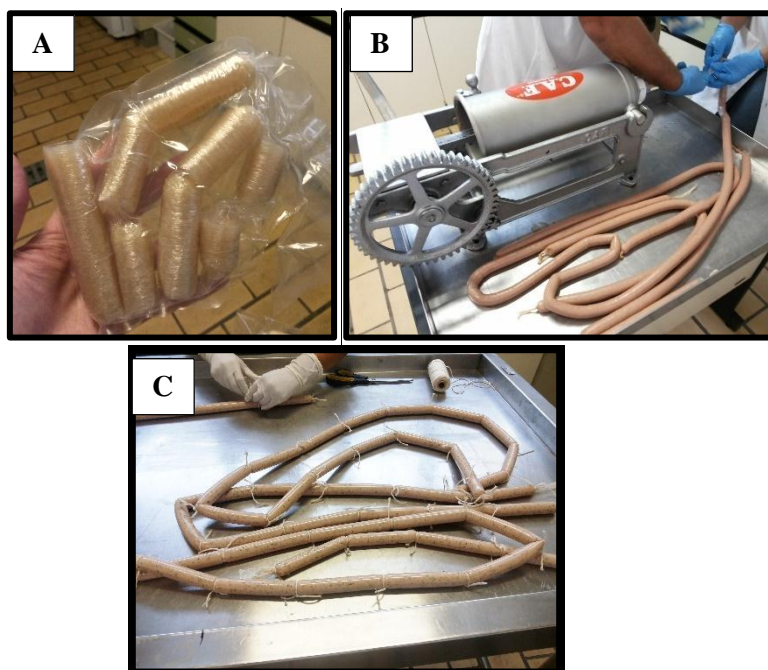
Foi utilizada a metodologia tradicional para processamento de salsicha (CANHOS & DIAS, 1981), porém utilizando-se três formulações diferentes em que, dentre essas, variou-se apenas a matéria-prima principal. Todas levaram em torno de 80% de carne de tilápia (entre CMS, surimi e filé), sendo que no primeiro ensaio utilizou-se 50 % de CMS + 30 % de filé; no segundo, foram colocados 20% de surimi + 30% de CMS + 30% de filé, e o terceiro e último levou em sua formulação 20% de surimi + 60% de filé. Esses valores levaram em consideração o que está preconizado pela legislação para salsichas, que diz que a adição de amido deve ficar restrita ao máximo de 2%. Como o surimi utilizado na elaboração das salsichas foi o L2M10 (2 lavagens e 10% de amido), esse não poderia ser adicionado em mais do que 20% na formulação, para que os limites máximos exigidos, quanto à adição de amido, não fossem ultrapassados. Esses materiais foram descongelados, porém ainda mantidos em temperatura fria para serem utilizados no processamento.

O restante da formulação compreende sal, condimentos, aditivos, entre outros, dentro dos valores permitidos pela legislação (BRASIL, 2000), cada um pesado adequadamente, atendendo suas devidas proporções dentro da formulação. Todos os ingredientes foram misturados em cutter, em torno de 5 minutos, até que a mistura se tornasse homogênea e com a cor uniforme. Ao final da mistura, a massa se encontrava a uma temperatura em torno de 1°C e, para tanto, utilizou-se gelo como um dos ingredientes (Figura 11).



**Figura 11.** Massa já homogênea, após a mistura no cutter.

Em seguida, essa massa foi retirada do cutter e colocada em uma embutideira manual CAF®, pela parte traseira, e nessa, em sua parte dianteira, já estava inserida a tripa sintética, à base de celulose, a ser utilizada para embutir as salsichas (Figura 12 A). Após o embutimento, as salsichas foram amarradas com barbante, de forma que cada uma delas tivesse em torno de 15 cm e assim, cada processamento rendeu, aproximadamente, 43 salsichas (Figuras 12 B e C).



**Figuras 12 A, B e C.** Tripas sintéticas de celulose (A); Processo de embutimento (B); Salsichas sendo amarradas com um barbante, cada uma medindo em torno de 15 cm (C).

O cozimento foi feito por vapor úmido durante, aproximadamente, 1 hora e 20 minutos, até que as salsichas alcançassem a temperatura interna de 72°C e, para medir isso, colocou-se um termopar no interior de uma delas. Ao término do cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água, com auxílio de uma mangueira e, em seguida, as tripas foram retiradas manualmente; as salsichas foram então embaladas a vácuo, identificadas (Figura 13) e mantidas sob refrigeração, a uma temperatura em torno de 5°C e aí permaneceram até serem encaminhadas, tanto para análise sensorial, quanto para análises diversas (análise microbiológica e composição centesimal, tendo sido separado em torno de 100 g de cada amostra para cada uma dessas análises).



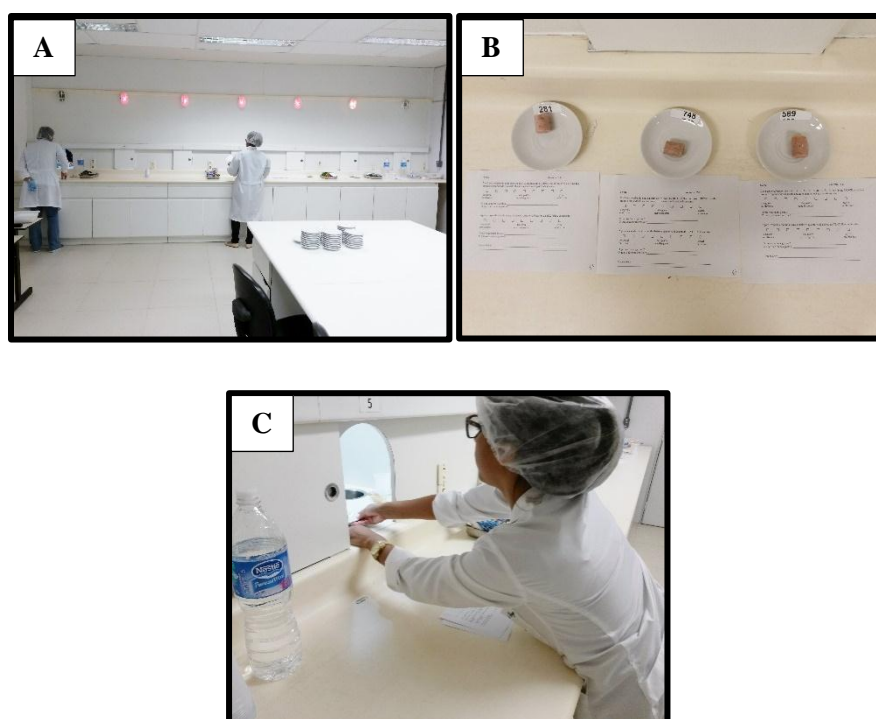
**Figura 13.** Salsichas embaladas a vácuo e identificadas.

### **3.7 Análise Sensorial**

Considerando-se que os produtos obtidos podem ser considerados novos, a avaliação dos mesmos em relação à aceitação pelos potenciais consumidores tornou-se recomendada. Foi realizado um Teste de aceitação, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos e, para isso, conseguiu-se recrutar 87 provadores (STONE & SIDEL, 2004).

O teste de aceitação (MEILGAARD et al., 1999) foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, em cabines individuais sob luz branca. Enquanto o provador estivesse em avaliação, esse mantinha a luz vermelha externa acesa, apagando-a quando estivesse pronto a receber a amostra seguinte, tornando visível aos assistentes que executavam a análise o momento adequado de abrir a portinha da cabine e oferecer uma nova amostra, seguida de sua ficha correspondente. As amostras eram aquecidas em micro-ondas, pelo tempo aproximado de 12 segundos, antes de serem fornecidas aos

provedores. Os atributos avaliados foram: “sabor” e “textura”, através de escala hedônica de 9 pontos, onde 1, 5 e 9 representavam “desgostei muitíssimo”, “não gostei nem desgostei”, e “gostei muitíssimo”, respectivamente. Antes da avaliação, os provedores preencheram um questionário sócio-econômico (Anexo A), em que respondiam qual o seu sexo, idade, renda, se consomem ou não produtos embutidos e, por fim, se consomem ou não salsicha. Assim sendo, cada provador recebeu três amostras de salsicha e uma ficha correspondente (Anexo B) a cada uma delas, para ser preenchida de acordo com a sua avaliação (Figuras 14 A, B e C).



**Figuras 14 A, B e C.** Laboratório de Análise Sensorial com a análise em andamento (A); Três amostras de salsicha e suas fichas correspondentes (B); Assistente entregando nova amostra ao provador (C).

### 3.8 Análise Estatística

A análise de variância (ANOVA) dos resultados da análise sensorial foi realizada no programa estatístico XLSTAT/Excel<sup>®</sup> e pelo teste de Tukey a 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de Textura dos Surimis

Os resultados dessa análise foram obtidos em Newtons, conforme demonstrado na Tabela 2. A força de cisalhamento (FC) avalia a resistência do surimi ao corte ou “mordida”, e, por isso, menores valores são mais indicados, porém, não existem padrões ou valores sugeridos pela literatura, sendo assim, os resultados devem ser comparados apenas entre os tratamentos. Dessa forma, foram eleitos para serem experimentados na formulação de salsicha os dois tratamentos que obtiveram os menores valores de FC, no caso, L3M0 (3 lavagens e 0% de amido) e L2M10 (2 lavagens e 10% de amido).

O surimi é usado na fabricação de uma variedade de produtos análogos de frutos do mar, cuja propriedade mais importante para aceitação sensorial é a textura. Assim, propor formulações com níveis diferentes de ingredientes é um ponto crítico na produção do surimi (CHEN et al., 1993).

O aumento da FC do surimi de tilápia com a adição de amido de mandioca pode ser explicado pelos efeitos da inclusão desse ingrediente nos alimentos. Isso porque os grânulos de amido preenchem o espaço intersticial da rede proteica do surimi, e esse se expande durante o tratamento térmico, até que o amido seja totalmente confinado pela matriz protéica, resultando em uma estrutura firme e coesa (PARK, 2005). Esse comportamento resulta em uma maior força do gel (YOO & LEE, 1993). Com relação ao volume ou número de lavagens da CMS, também é um parâmetro importante, principalmente quando existe interação entre processo e ingredientes. Estudos têm demonstrado que a maior parte das proteínas solúveis em água é removida nas primeiras lavagens (LIN & PARK, 1996), sendo que lavagens subsequentes podem causar severos danos nas proteínas miofibrilares, prejudicando a textura do surimi e gerando maior quantidade de efluentes, por isso também, poluição ambiental, além de custos para indústria (PARK & LIN, 2005). Sendo assim, esses aspectos também foram levados em consideração no momento da escolha do surimi a ser usado na elaboração das salsichas, fazendo com que o L3M0 ficasse em desvantagem com relação ao L2M10. Na Tabela 2 estão demonstrados os resultados da textura obtido de cada amostra.

**Tabela 2.** Resultados da textura obtidos para cada amostra.

<b>Amostra</b>	<b>Força-grs</b>	<b>Média</b>	<b>Newtons</b>
L1M0	484,09 466,28 458,63 403,42	476,012	4,67
L3M0	223,16 232,33 207,52 211,07	209,68	2,06
L2M10	256,23 296,65 269,93 269,91	286,03	2,80
L1M20	581,7 579,9 515,45 525,7	550,69	5,92
L3M20	1032,24 1106,63 1120,19 1234,47	1123,38	10,18

#### **4.2 Análises Microbiológicas**

A análise microbiológica de alimentos é um meio objetivo de verificação da salubridade dos alimentos, sendo também utilizada para garantir a sua qualidade comercial. Nem sempre a presença de micro-organismos nos alimentos significa um perigo para a saúde do consumidor, por isso é de suma importância determinar quais micro-organismos estão presentes e em que quantidade. A evolução da microbiota é um dos aspectos mais importantes para a determinação do prazo de validade.

Com relação aos resultados obtidos a partir das amostras, tanto de CMS de tilápia, quanto dos surimis e das salsichas, todas encaminhadas para a realização das análises

microbiológicas, foi indicado que as mesmas se encontravam dentro dos limites microbiológicos aceitáveis, em relação aos micro-organismos apurados, de acordo com a resolução da ANVISA RDC n° 12 (BRASIL, 2001). Não foram detectados micro-organismos patogênicos (*Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp.) e, além disso, todas as amostras examinadas apresentaram o mesmo resultado para todos os três micro-organismos pesquisados, tanto *Staphylococcus aureus*, quanto *Salmonella* sp. e coliformes fecais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resultados das análises microbiológicas nas salsichas. Valores estimados referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pela metodologia. O limite máx. estabelecido é: \* 500 UFC/g.

Nome da Análise	Identificação da Amostra				
	CMS de tilápia	Surimi	Salsicha 1 (CMS + Filé)	Salsicha 2 (Surimi + CMS + Filé)	Salsicha 3 (Surimi + filé + filé)
Staphylococcus Coagulase Positiva*	<1,0 x 10 <sup>1</sup> estimado	<1,0 x 10 <sup>1</sup> estimado	<1,0 x 10 <sup>1</sup> estimado	<1,0 x 10 <sup>1</sup> estimado	<1,0 x 10 <sup>1</sup> estimado
Salmonella sp. (ausência em 25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45° C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3

De acordo com o padrão estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001), produtos derivados de pescado podem apresentar os limites de contaminação bacteriana: coliformes fecais, máximo de 10<sup>2</sup>/g; *Staphylococcus aureus*, máximo 5 x 10<sup>2</sup> UFC/g; *Salmonella*, ausência em 25 g de amostra, não havendo limites para coliformes totais e contagem total de bactérias aeróbias psicrotróficas, portanto, a CMS de tilápia, assim também como os surimis e todas as salsichas avaliadas, se mostraram adequados para o consumo.

### 4.3 Pesquisa de Toxina Estafilocócica

Apesar das bactérias *Staphylococcus aureus* não estarem presentes nas amostras de surimi, isso não quer dizer que suas toxinas não possam estar presentes. Ainda que esse material tenha sofrido tratamento térmico suficiente para eliminar as células viáveis, essas podem, previamente, ter produzido as enterotoxinas, já que essas podem ser produzidas em poucas horas, quando em temperatura ambiente.

São as toxinas pré-formadas no alimento, e não os próprios estafilococos, as responsáveis pelo desenvolvimento de gastroenterite. A quantidade de enterotoxina necessária para causar intoxicação ainda não foi exatamente estabelecida, mas considera-se que o consumo de um alimento contaminado com enterotoxina estafilocócica (EE) em concentrações da ordem de 1ng/g possa levar ao desencadeamento dos sintomas de intoxicação. Quanto ao número de células de estafilococos necessárias à produção de enterotoxinas, em quantidade suficiente para causar gastroenterite, considera-se que sejam necessários números em torno de  $10^6$  células/g (BENNETT & MONDAY, 2003).

Porém, um estudo de Pereira e colaboradores (1991), com creme de confeitaria e presunto cozido, demonstrou que  $10^3$  células de *S. aureus*/g foram suficientes para produção de enterotoxina D em concentrações superiores a 1ng/g após 24h de incubação a 37°C.

Levando-se em consideração esses aspectos, torna-se de extrema relevância a investigação da possível presença de toxinas estafilocócicas em determinadas matrizes alimentares, embora essa análise ainda não seja uma exigência das legislações vigentes. Porém, não são poucos os estudos que comprovam que a mera ausência de *S. aureus* em um alimento, não o torna livre de causar prejuízos ao ser humano, já que esses podem ser gerados pelas toxinas que estejam ali presentes.

Assim sendo, esse trabalho procurou dar ênfase ao potencial perigo em questão e, dessa forma, averiguar sua possível formação nas amostras de surimis elaboradas a partir da CMS de tilápia. Abaixo, seguem os resultados da pesquisa de toxina estafilocócica feita no Mini Vidas® (Tabela 4).



**Tabela 4.** Resultados apresentados pelo aparelho ao final da análise. O padrão é testado em duplicata.

<b>Padrão / ID amostra</b>	<b>RFV</b>	<b>Resultado</b>
Padrão*	4490	Negativo
Padrão*	4537	Negativo
L1M0	3	Negativo
L3M0	8	Negativo
L2M10	6	Negativo
L1M20	5	Negativo
L3M20	6	Negativo

O aparelho efetua duas medidas de fluorescência na cuvete de leitura para cada teste. Essa cuvete é o último poço dos dez existentes no barrete “SET2”, que permite a leitura em fluorimetria, já os poços intermediários contêm os diferentes reagentes necessários à análise. A primeira leitura corresponde ao branco da cuvete antes do substrato entrar em contato com o cone. A segunda leitura é efetuada após o contato do substrato com a enzima presente no cone. O cálculo do RFV (Valor de Fluorescência Relativa) é o resultado da diferença das duas medidas.

O RFV obtido para cada amostra é interpretado pelo sistema VIDAS® da seguinte maneira:

$$\text{Valor do teste} = \frac{RFV_{amostra}}{RFV_{padrão}}, \text{ onde:}$$

<b>Valor do teste</b>	<b>Interpretação</b>
< 0,13	Negativo
≥ 0,13	Positivo

Um resultado com um valor de teste inferior ao valor limiar indica uma amostra que não contém enterotoxinas ou que contém uma concentração de enterotoxinas inferior ao limite de detecção, enquanto que um resultado com um valor de teste superior ou igual ao valor limiar indica uma amostra contaminada com enterotoxinas. Assim sendo, nenhuma das amostras foram positivas à presença de enterotoxina, visto que todas obtiveram valores de teste inferiores a 0,13.

#### 4.4 Análise de Composição Centesimal

A composição química, tanto da CMS de tilápia, quanto das salsichas que foram elaboradas, se encontram demonstradas na Tabela 5.

**Tabela 5.** Composição química da CMS de tilápia e das três amostras de salsichas.

<b>Composição química (%)</b>	<b>CMS de tilápia</b>	<b>Salsicha 1 (CMS + filé)</b>	<b>Salsicha 2 (Surimi + CMS + filé)</b>	<b>Salsicha 3 (Surimi + filé + filé)</b>
<b>Umidade (g/100g)</b>	82,51	67,27	67,73	67,58
<b>Proteína (g/100g)</b>	14,94	22,56	17,37	18,19
<b>Lipídios</b>	3,09	6,29	4,86	4,59
<b>Cinzas</b>	0,27	2,93	3,36	3,39

Observa-se que a CMS apresentou maior teor de umidade que as salsichas, já que essas passaram por um processamento em que, na sua etapa final, realizou-se um tratamento térmico (cozimento até atingir 72°C internamente por, aproximadamente, 1 hora e 20

minutos). A variação de umidade entre as diferentes amostras de salsicha foi pouco significativa. Já os maiores teores de proteína foram encontrados nas salsichas 1 e 3 contendo, CMS (50%) + filé (30%) e Surimi (20%) + filé (30%) + filé (30%), respectivamente. A diminuição nos teores de proteína na salsicha 2 pode ser explicado pelo fato de o surimi sofrer aquele ciclo de lavagens da CMS em seu processamento e esse processo acaba por lixiviar as proteínas sarcoplasmáticas, nitrogênio não protéico (NNP) e, conseqüentemente, diminui a porcentagem de proteína total do produto (PARK e LIN, 2005). Embora a salsicha 3 também leve a mesma quantidade de surimi em sua composição, ela é compensada pela maior quantidade de filé (60%); já a salsicha 1 não leva surimi, apenas CMS e filé, totalizando os dois 80% da composição dessa salsicha.

A Legislação Brasileira prevê que salsichas comuns, elaboradas com carne bovina, suína ou de aves, devem apresentar os seguintes valores de composição química: umidade máxima de 65%, proteína mínima de 12% e lipídio máximo de 30% (BRASIL, 2000). Portanto, de acordo com a Legislação, todos os tratamentos das salsichas atenderam as exigências em proteína e lipídio, porém apresentaram valores um pouco mais altos de umidade que o permitido pela legislação. Vale ressaltar que não existe ainda no Brasil uma legislação específica para produto cozido tipo salsicha à base de pescado. É bom também chamar atenção para o fato de o teor de lipídios ter ficado bem abaixo do limite máximo aceitável na legislação, o que sugere que a salsicha à base de tilápia é um produto bem menos gorduroso, portanto bem menos calórico e mais desejável, sob o ponto de vista do mercado consumidor atual, se comparada às salsichas formuladas com a carne das espécies de açougue.

#### **4.5 Processamento das Salsichas de Tilápia**

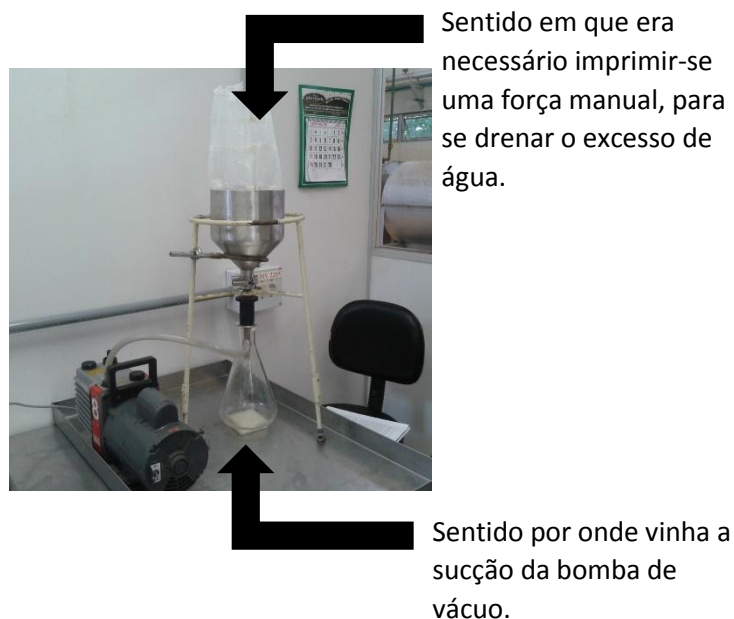
Dos três tratamentos de salsicha realizados, dois deles receberam surimi em sua formulação. Os ensaios de surimi escolhidos para serem adicionados na elaboração das salsichas foram o L3M0 (3 lavagens e 0% de amido) e L2M10 (2 lavagens e 10% de amido), já que obtiveram menores valores de FC (força de cisalhamento).

Após alguns experimentos feitos, observou-se que quando se utilizava nas salsichas o surimi previamente cozido, essas ficavam com a consistência muito macia, quase pastosa, ao ponto de desmancharem. Assim sendo, foi testada a utilização dos surimis não-cozidos, ou seja, que em sua elaboração, após à mistura no cutter, fossem armazenados diretamente sob

congelamento, sem sofrer tratamento térmico, já que as próprias salsichas, ao final de seu processamento, já passam por esse tratamento, no caso, o cozimento a vapor.

Dessa forma, o que apresentou melhores características para ser utilizado nas salsichas foi o L2M10, adotando-se as seguintes justificativas:

O L3M0 teve um ciclo de lavagem a mais e, por isso, apresentava visivelmente um maior teor de umidade e, isso pode estar relacionado ao fato do ajuste da umidade em seu processamento ter sido realizado de maneira parcialmente manual, havendo portanto certa dificuldade de retirada do excesso de água contida na carne. Embora com o auxílio do funil a vácuo, fazia-se necessário imprimir uma força, no sentido de cima para baixo, na massa que se encontrava dentro de um tecido telado, colocada dentro do funil. A sucção vinha por baixo do funil, logo, necessitava-se por cima uma força impressa manualmente, para poder espremer a carne (Figura 15).



**Figura 15.** Demonstração dos sentidos da força impressa manualmente e da sucção da bomba de vácuo.

Outro motivo levado em consideração, foi em relação ao volume ou número de lavagens da CMS, pois esse também é um parâmetro importante, principalmente quando existe interação entre processo e ingredientes. Já foi demonstrado em estudos que a maior parte das proteínas solúveis em água já é removida logo nas primeiras lavagens (LIN & PARK, 1996), sendo assim, lavagens subsequentes podem, não somente, causar severos danos às proteínas

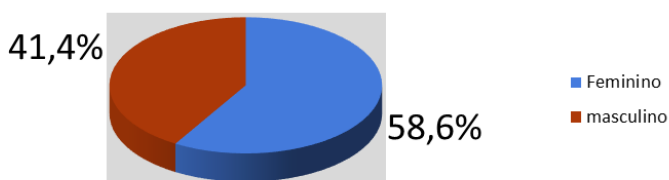
miofibrilares, prejudicando a textura do surimi, como também acabam por gerar maior quantidade de efluentes, culminando em maiores custos para indústria e aumentando os impactos ambientais (PARK & LIN, 2005).

Além disso, a adição de amido em produtos à base de surimi, melhoram suas propriedades físico-químicas, por sua habilidade em modificar sua textura, sua estabilidade em processos de “congelamento-descongelamento” e diminuir custos de produção.

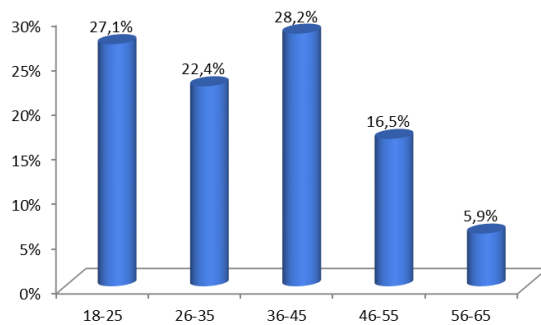
Por essas razões e, após os testes realizados, chegou-se à conclusão de que o surimi L2M10 correspondeu melhor às expectativas, resultando também em salsichas com consistência mais próxima daquelas que estamos acostumados a encontrar no mercado.

#### 4.6 Análises Sensorial e Estatística

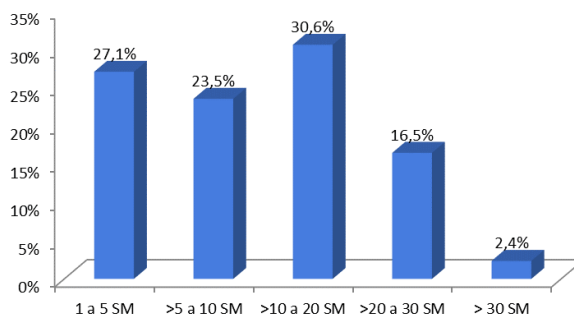
Foram recrutados 87 provadores e esses preencheram a um breve questionário sócio-econômico, que deviam responder fornecendo informações quanto ao sexo, idade (18-25, 26-35, 36-45, 46-55, 56-65, >66), renda (1 a 5 SM, >5 a 10 SM, >10 a 20 SM, >20 a 30 SM, > 30 SM), se consumiam ou não produtos embutidos e, por fim, se consumiam salsichas (“não consumo”, “raramente”, “às vezes”, “frequentemente”, “sempre”). Foram realizados gráficos que quantificam cada um desses parâmetros dentro do grupo de provadores:



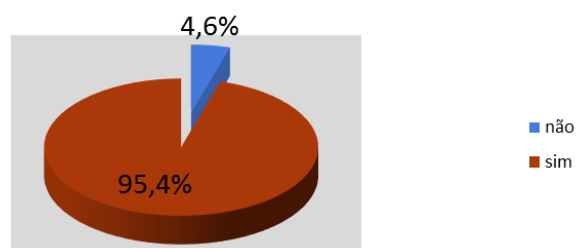
**Figura 16.** Porcentagem de homens e mulheres dentre os provadores testados.



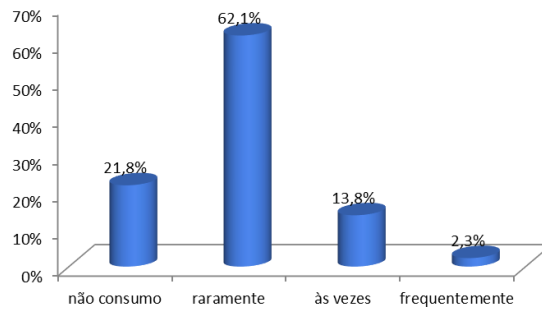
**Figura 17.** Porcentagem de cada faixa etária existente no grupo total de provedores testados.



**Figura 18.** Porcentagem de cada faixa de renda existente no grupo de provedores testados.



**Figura 19.** Porcentagem dos que consomem e não consomem produtos embutidos



**Figura 20.** Porcentagem dos que consomem salsichas e com que frequência.

Com relação a avaliação da textura sensorial das salsichas, os tratamentos 1 (CMS + filé), 2 (surimi + CMS + filé) e 3 (surimi + filé + filé) apresentaram as seguintes médias, respectivamente: 6,103; 6,264 e 4,885. Sendo assim, o tratamento 2 foi o que obteve o maior valor numérico nesse quesito, porém, estatisticamente, esse tratamento se iguala ao 1 (média 6), sendo esses dois os mais bem aceitos quanto à textura, tendo sido obtidos resultados positivos (“gostei ligeiramente”) embora aceitos moderadamente (Tabelas 6 A e B).

Tratamento	Média	
589	6,241	A
748	5,839	A
281	5,172	B

**Tabelas 6 A e B.** Análise de variância (ANOVA), demonstrando que existe diferença entre os tratamentos ( $P < 0,005$ ) (A); Teste de Tukey a 5%, demonstrando qual a diferença entre as amostras (B) – Continua.

**A**

FV	GL	SC	CM	Fc	P
<b>Tratamento</b>	2	98,973	49,487	17,573	< 0,0001
<b>Provador</b>	86	663,479	7,715	2,740	< 0,0001
<b>Erro</b>	172	484,360	2,816		
<b>Total</b>	260	1246,812			

Tabelas 6 A e B. Continuação

B

Tratamento	Média	
1	6,103	A
2	6,264	A
3	4,885	B

A salsicha que obteve menor nota no quesito textura foi aquela que levou em sua composição a maior porcentagem de filé (60%) e uma baixa porcentagem de surimi (20%). Provavelmente, os tratamentos 1 e 2, que contêm maior quantidade de CMS (50%) e de CMS + surimi (30% + 20% = 50%), possuem uma consistência mais firme, em consequência das características próprias da CMS e do surimi, já anteriormente descritas. De acordo com Vaz (2005) quando a carne é lavada, podem ser elaborados produtos mais homogêneos e com boa consistência elástica. A(s) lavagem(ns) promove a eliminação das proteínas sarcoplasmáticas (o que contribui diretamente para uma melhor elasticidade do produto), lipídios e componentes extrativos que não contribuem para a formação da estrutura de rede, fazendo com que a miofibrila se torne mais pura e concentrada.

Em relação ao sabor das salsichas, esse foi aceito moderadamente pelos provadores, apresentando, assim como a textura, média 6,0 (“gostei ligeiramente”), já que os tratamentos 1, 2 e 3 obtiveram os seguintes valores, respectivamente: 5,839; 6,241 e 5,172. Logo, estatisticamente, os tratamentos 1 e 2 obtiveram a mesma média, portanto, o mesmo nível de aceitação (Tabelas 7 A e B).



**Tabelas 7 A e B.** Análise de variância (ANOVA), demonstrando que existe diferença entre os tratamentos ( $P < 0,005$ ) (A);  
 Teste de Tukey a 5%, demonstrando qual a diferença entre as amostras (B).

**A**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>
<b>Tratamento</b>	2	50,720	25,360	12,096	< 0,0001
<b>Provador</b>	86	739,479	8,599	4,101	< 0,0001
<b>Erro</b>	172	360,613	2,097		
<b>Total</b>	260	1150,812			

**B**

<b>Tratamento</b>	<b>Média</b>	
<b>1</b>	<b>5,839</b>	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>6,241</b>	<b>A</b>
<b>3</b>	<b>5,172</b>	<b>B</b>

Os tratamentos preferidos, novamente, foram o 1 (50% CMS + 30% filé) e o 2 (20% surimi + 30% CMS + 30% filé). O tratamento 3 foi o que levou a maior porcentagem de filé (60%) e, provavelmente por isso, alguns provadores alegaram que essa amostra estava com um sabor de peixe muito acentuado e, portanto, exagerado.

A média da aceitação global das salsichas foi de 5,8 (“gostei ligeiramente”). Essa aceitação moderada das salsichas elaboradas pode ser resultado da dificuldade de aceitação por parte dos consumidores de produtos novos, diferentes dos comumente comercializados. Além disso, as salsichas foram consumidas sem quaisquer tipos de acompanhamentos, hábito

esse incomum por parte dos consumidores, já que a salsicha é um produto que, geralmente, é consumido junto a molhos, pães, massas etc. Outro fator que contribui é o fato de a grande maioria dos provadores testados raramente consumir salsichas e, apenas a minoria é que consumia frequentemente.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com o exposto neste trabalho, chega-se à conclusão de que o surimi pode ser empregado como matéria-prima na elaboração de salsichas de peixe, em conjunto com a CMS, por terem apresentado aceitação global e aceitação de textura, embora moderadas, superiores aos outros tratamentos.

A adição de amido melhora as propriedades físicas do gel de surimi de tilápia, proporcionando um produto mais estável ao congelamento e descongelamento, quando comparado à CMS *in natura*. Pôde-se ainda perceber que as lavagens e a adição de amido de mandioca ao músculo da tilápia transformam a proteína original em um tecido flexível e modelável, possibilitando a utilização do surimi na elaboração de diversos tipos de alimentos.

O valor nutricional do surimi deve ser estudado por novas pesquisas, avaliando-se a quantidade e qualidade da sua composição protéica, testando-se outros ingredientes que melhorem a aceitabilidade dos produtos à base de surimi.

Em relação à presença ou ausência de enterotoxinas, foi demonstrado que nenhuma das amostras de surimi, ainda que possam ter sido colonizadas por bactérias estafilocócicas coagulase positiva antes do tratamento térmico, apresentou contaminação por enterotoxinas. Apesar disso, é importante que a análise de estafilococos enterotoxigênicos em alimentos seja acompanhada da análise de enterotoxinas estafilocócicas, para uma maior confiabilidade dos resultados e, conseqüentemente, segurança do consumidor.

Com relação às salsichas, tanto a CMS dos resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, quanto o surimi feito a partir dessa CMS, podem ser usados como matéria-prima na elaboração desses produtos.

As salsichas apresentaram boa qualidade nutricional devido aos altos teores de proteína

e baixos teores de lipídios. Os atributos sensoriais de sabor e textura foram, no geral, bem aceitos pelos provadores, tendo como melhores resultados as salsichas formuladas com 20% de surimi + 30% de CMS + 30% de filé.

Seria interessante, para uma melhor conclusão quanto à aceitação desse produto, realizar uma análise sensorial em que, além das amostras de salsicha de tilápia, também se utilize amostras de salsicha comum, proveniente das espécies de açogue, para que sirvam de parâmetro em relação ao novo produto, onde esse poderá ser mais ou menos aceito do que a salsicha que já vende nos mercados. Além disso, também poderia ser feita uma comparação entre a salsicha de tilápia e essa salsicha comum, com relação à sua composição química e valor nutricional e, quem sabe, ser mais um fator de convencimento para os consumidores de que, o produto derivado de pescado possui proteínas de alto valor biológico e reduzido teor de gordura, em relação as outras. Outro fator a se pensar seria o de recrutar-se apenas provadores que tenham o hábito de consumir salsichas e, quem sabe, oferecer o produto acompanhado de algum molho, visto que essa é a forma habitual de se consumir salsichas no Brasil.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABABOUC, L. H.; SOUIBRI, L.; RHALIBY, K.; OUHADI, O.; BATTAL, M.; BUSTA, F. F. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. **Food Microbiology**, v. 13, p. 123-132, 1996.

ABREU, R.L. **Correlação entre tempo, temperatura e pH com a concentração de hipoxantina e hidroxiprolina em carne resfriada de javali (*Sus scrofa scrofa*)**. Niterói, 2008. 86f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária – Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2008.

AGNESE, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; SILVA, P.P.O.; OLIVEIRA, G.A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.88, p.67-70, 2001.

ALFARO, A. *et al.* Definição de fatores para o planejamento experimental de um produto de tipo presunto processado a partir de carne de pescado mecanicamente separada (CPMS). In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2002, Porto Alegre, Anais... Porto Alegre: SBCTA, 2002. p 80-84.

ÁLVARES, P.P.; MARTINS, L.; BORGHOFF, T. *et al.* Análise das características higiênicosanitárias e microbiológicas de pescado comercializado na grande São Paulo. **Revista Higiene Alimentar**, v.22, n.161, p.88-93, 2008

ANDREWS, W.H., *et al.* Salmonella. In: DOWENS, F.P.; ITO K. (ed.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington, D.C.: **American Public Health Association (APHA)**, 2001. Cap. 37. p. 357-380

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. V. II, 16 ed. (3rd ver.) Gaithersburg, Maryland: A. O. A. C., 1995.

BARRETO, P. L. M.; BEIRÃO, L. H. Influencia do amido e da carragena nas propriedades texturiais de tilápia (*Oreochromis sp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, p.183-188, 1999.

BELIBAGLI, K. B.; SPEERS, R. A; PAULSON, A. T. Thermophysical properties of silver hake and mackerel surimi at cooking temperatures. **Journal of Food Engineer**, v.60, p.439-448, 2003.

BENJAKUL, S.; MORRISSEY, M.T. Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. **Journal of Agriculture & Food Chemistry**, Davis, v. 45, n. 9, p. 3423-3430, 1997.

BENNETT, R.W.; MONDAY, S.R. Staphylococcus aureus. In: MILLIOTIS, M.D.; BIER, J.W. **International Handbook of Foodborne Pathogens**. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003, cap. 4, p. 41-59

BERGDOLL, M. (2000) – Detection of staphylococcal enterotoxins. In: ROBINSON, R.; BATT, C. & PATEL, P. – **Encyclopedia of food microbiology**. Volume 3. Bath: Academic Press. ISBN 0-12-227070-3. pp. 2076-2083.

BIOLAB-MÉRIEUX. **Manual Mini VIDAS**. Jacarepaguá: Design gráfico da Crazy World Design, [s.d.]. 69p.

BLAIOTTA, G.; FUSCO, V.; EIF, C.; VILLANI, F.; BECKER, K. Biotyping of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* by enterotoxin Gene Cluster (egc) polymorphism and spa typing analyses. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 9, p. 6117-6123, 2006.

BORDERIAS, A. J.; TEJADA, D. El “surimi”. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 1-14, 1987.

BORGES, M. F.; NASSU, R. T.; PEREIRA, J. L.; ANDRADE, A. P. C.; KUAYE, A. Y. Perfil de contaminação por *Staphylococcus* e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo de coalho. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1431-1438, 2008.

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

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de Tilápias**. GFM Gráfica & Editora, 2007.p. 172.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Aprovado pelo Decreto n. 30.691, de 29/03/1952. Diário Oficial da União, 07/07/1952.

BRASIL. Resolução-RDC nº 12, de 2 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. 54p.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha**. 2000. Disponível em:

<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1638>>.

Acesso em: 03 ago. 2012.

CAKLI, S.; KILINC, B.; CADUN, A. *et al.* Quality differences of whole ungutted sea bream (*S. aurata*) and sea bass (*D. labrax*) while stored in ice. **Food Chemistry**, v.18, p.391–397, 2007.

CANHOS, D. A.; DIAS, E. L. **Tecnologia de Carne Bovina e Produtos Derivados**. Fundação Tropical de Pesquisa e tecnologia – Governo do Estado de São Paulo, São Paulo – SP, 1981.

CARDONHA, A.M.S.; CASIMIRO, A.R.S.; VIEIRA, R.H.S. F. Identificação de bactérias psicotróficas em caudas de lagosta, durante processo industrial com tripolifosfato de sódio. **Rev. Higiene Alimentar**, v. 8, n. 31, p. 29-34, 1994.

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

CASTRO, R.; OLIVARES, W. **Procesamiento de pastas y embutidos de pescado**. Instituto Tecnológico Pesquero Del Peru. p.54, 1998.

CHEN, J. S.; LEE, C. M.; CRAPO, C. Linear Programming and Response Surface Methodology to Optimize Surimi Gel Texture. **Journal of Food Science**, v. 58, n.3, p.535-538, 1993.

CHOKESAJJAWATEE, N.; PORNAEM, S.; ZO, Y.; KAMDEE, S.; LUXANANIL, P.; WANASEN, S.; VALYASEVI, R. Incidence of *Staphylococcus aureus* and associated risk factors in Nham, a Thai fermented pork product. **Food Microbiology**, v. 26, n. 5, p. 547-551, 2009.

DOORES, S. (1993) – Organic acids. In: DAVIDSON, P.; BRANEN, A. - **Antimicrobials in foods**. 2nd Ed. Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc.. ISBN 0-8247-8906- 7. pp. 95-136.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Circular Técnica, 45 – Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Teresina, dezembro de 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/69806>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Assesment and management of seafood safety and quality**. FAO Fisheries Technical Paper, n° 444. 2004. p.230.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Fish and fishery products: world apparent consumption statistics based on food balance sheets**. 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/fi.website/FIR>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) - Globefish. **Tilapia – June 2014: Supported by growing demand in local and foreign markets, production increased in Asia and Latin America**. 2014a. Disponível em: <<http://www.globefish.org/tilapia-june-2014.html>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) - Globefish. **Tilapia - March 2014: Strong festival demand for live tilapia during the Lunar New Year is keeping the current market strong in Asia. Prices at retail and in restaurant trade have strengthened by 50% in January. To support this increased demand, supplies have increased in China, Malaysia, Taiwan PC, Thailand and Indonesia**. 2014b. Disponível em: <<http://www.globefish.org/tilapia-march-2014.html>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) / WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). **Codex Alimentarius Commission**. Report of 21<sup>st</sup> Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Rome; 1994. p.47-57.

GABIS, D.; FAUST, R.E. Controlling microbial growth in food processing environments. **Food Technology**, v. 42, n. 12, p. 74-80, 1988.

FORSYTHE, S. J.; **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed; 2002.

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

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**, 2. ed., ver. ampl., São Paulo. Varela, 2003, 665p.

GILDBERG, A. Utilization of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production – evaluation of fermentation conditions. **Bioresource Technology**, Essex, v. 76, n. 2, p. 119-123, 2001.

GOMIDE, L.A.M.; PEREIRA, A.S.; GOMES, J.C. **Efeito da relação umidade:proteína sobre a estabilidade da emulsão de salsichas enlatadas**. Boletim SBCTA, v.21, n.3/4, p.170-178, 1987.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado – Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. Ed. Atheneu, 2011. p.197.

GRAM, L.; DALGAARD, P. Fish spoilage bacteria – problems and solutions. **Current Opinion in Biotechnology**. V. 13, p. 262-266, 2002.

HARVEY, J. & GILMOUR, A. (2000) – Staphylococcus aureus. In: ROBINSON, R.; BATT, C. & PATEL, P. – **Encyclopedia of food microbiology**. Volume 3. Bath: Academic Press. ISBN 0-12-227070-3. pp. 2066-2071.

HSU, C. K., CHIANG, B. H. Effects of water, oil, starch, calcium carbonate and titanium dioxide on the color and texture of threadfin and hair tail surimi gels. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.387-393, 2002.

HUBBERT, W.; HAGSTAD, H.; SPANGLER, E.; HINTON, M. & HUGHES, K. (1996) – **Food safety and quality assurance: foods of animal origin**. Second Edition. Iowa: Iowa State University Press. ISBN 0-8138-0714-X.

ICMSF (1996) – Microorganisms in foods. Microbiological specifications of food pathogens. 1st Ed. **Great Britain: International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Biological Societies**. ISBN 0-412-47350-X. 513 p.

INGRAM, M.; ROBERTS, T. (1980) – Radiación ionizante. In: SILIKER, J.; ELLIOTT, R.; BAIRD-PARKER, A.; BRYAN, F.; CHRISTIAN, J., CLARK, D.; OLSON, J.; ROBERTS, T. – Ecología microbiana de los alimentos. Volumen I. **Factores que afectan la supervivencia de los microorganismos en los alimentos**. 1ª Edición Española. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.. ISBN 84-200-0519-3. pp. 48-73.

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



- KIM, J. M.; LEE, C. M. Effect of starch of textural properties of surimi gel. **Journal of Food Science**, v.52, p.722, 1987.
- KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms, and Escherichia coli as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001. p. 69-82.
- KRATSCHMER, P. Tripas Naturais. **Revista Nacional da Carne**. Ano XVII, nº 194, p. 31-33, 1993.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: 2000, 285p.
- KYAW, Z. Y. et al. Effect of fish to starch ratio on viscoelastic properties and microstructure of fish cracker ('keropok') dough. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, p.741-747, 2001.
- LAMAITA, H. C.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; CARMO, L. S., SANTOS, D. A.; PENNA, C. F. A. M.; SOUZA, M. R. Contagem de *Staphylococcus* sp. e detecção de enterotoxinas estafilocócicas e toxina da Síndrome do Choque Tóxico em amostras de leite cru refrigerado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 5, p. 702-709, 2005.
- LANCETTE, G.A.; BENNETT, R.W. Staphylococcus aureus and staphylococcal enterotoxins. In. DOWNES, F.P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: **American Public Health Association (APHA)**, 2001. Cap.39, p.387-400.
- LANIER, T.; LEE, C. M. **Surimi technology**. New York: Marcel Decker, 1992. 396p.
- LEE, W. C.; LEE, M. J.; KIM, J. S.; PARK, S. Y. Staphylococcus aureus. In VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, Higiene e qualidade do pescado – teoria e prática**. São Paulo: Varela Editora, p. 380, 2004.
- LEE, C. M. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Technology**, p. 115-124, 1986.

- LEE, C.M. Surimi process technology. **Food Technology**. 1984; 38: 69-80
- LEMOS A.L.S.C. **Valor agregado e conveniência para produtos cárneos**. In: Seminário e curso teórico prático, Campinas-ITAL, 2000.
- LIMA, A. F. **Staphylococcus coagulase positiva e enterotoxinas em queijo de coalho**. 2005, 85f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- LIN, T. M.; PARK, J. W. Effective washing conditions reduce water usage for surimi processing. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.6, n.2, p. 65-79, 1996.
- LOGUERCIO, A. P.; ALEIXO, J. A. G. Microbiologia de queijo tipo minas frescal produzido artesanalmente. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1063-1067, 2001.
- LUPPENS, S.; REIJ, M.; VAN DER HEIJDEN, R.; ROMBOUTS, F.; ABEE, T. (2002) - Development of a standard test to assess the resistance of Staphylococcus aureus biofilm cells to disinfectants. **Applied and Environmental Microbiology**. Volume 68, Issue 9, September. pp. 4194-4200.
- MARTIN, S. & LANDOLO, J. (2000) – Staphylococcus. In: ROBINSON, R.; BATT, C. & PATEL, P. – **Encyclopedia of food microbiology**. Volume 3. Bath: Academic Press. ISBN 0-12-227070-3. pp. 2062-2065.
- MARTINS, C.V.B.; VAZ S.K., MINOZZO, M.G. Aspectos sanitários de pescados comercializados em “pesque-pagues” de Toledo (PR). **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.98, p.51-56, 2002.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: Flórida: CRC, 1999.
- MENDES, L.H.; VELOSO, T. Importação cobre alta do consumo de pescados. **Valor Econômico**, Agronegócios; p. B16, 05/10/2012.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2010. Brasília, fevereiro de 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2011. Brasília, setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BOSCOLO, W. R. Utilização de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patês cremoso e pastoso. **Alimentos & Nutrição**. v.19, n.3, p.315-319, 2008.

MINOZZO, M.G.; WASZCZYNSKYJ, N.; GRANATO, D. *et al.* Caracterização microbiológica de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*), armado (*Pterodoras granulosus*) e flaminguinha (*Paralonchurus brasiliensis*) como potencial para desenvolvimento de novos produtos. **Revista Higiene Alimentar**, v.22, n.164, p.75-79, 2008.

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

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

MOSSEL, D., CORRY, J., STRUIJK, C.; BAIRD, R. (1995) - **Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies**. England: John Wiley and Sons Ltd. ISBN 0-471-93036-9. 699p.

MOSSEL, D. & GARCIA, B. (1985) – **Microbiologia de los alimentos. Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos**. 1ª ed. Española. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.. ISBN 84-200-0561-4. 375 p.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFAUER, M. A. **Microbiologia Médica**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2006, 962p.

NIVEN, C. F.; JEFFREY, M. B.; CORLETT, D. A. Differential plating medium for quantitative detection of histamine-producing bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 41, p. 321-322, 1981.

NORMANNO, G.; LA SALANDRA, G.; DAMBROSIO, A.; QUAGLIA, N. C.; CORRENTE, M.; PARISI, A.; SANTAGADA, G.; FIRINU, A.; CRISSETTI, E.; CELANO, G.

V. Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, n. 3, p. 290-296, 2007.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de Pesca – Ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, v 01, 1999. p.307-319; p.429.

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

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2009.

ORDÓÑEZ-PENEDA, J.A. *et al.* **Tecnologia de Alimentos (Alimentos de origem animal; vol.2)**. Porto Alegre (RS): Artmed, 2005. P. 241-267.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7ª ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 330p.

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

PARDI, M.C.; SANTOS, dos I.F.; SOUZA, de E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Vol. II, p. 794 – 835, Editora UFG, Goiânia, 1996.

PARK, J. W.; LIN, T. M. J. Surimi: manufacturing and evaluation. In: Park, J. W. **Surimi and surimi seafood**. New York: Marcel Decker, 2005. Capítulo 2, p. 33-106.

PARK, J. W. **Surimi and surimi seafood**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 2005. 923 p.

PEREIRA, A.A.F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 720-725, 2005.

PEREIRA, J. L.; SALZBERG, S. P.; BERGDOLL, M. S. Production of staphylococcal enterotoxin D in foods by low-enterotoxin-production staphylococci. **International Journal of Food Microbiology**, v. 14, n. 1, p. 19-26, 1991.

POLI, B.M., MESSINI, A., PARISI, G. et al. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in European sea bass (*D. labrax*) fillets packed under modified atmosphere/air or prepared from whole fish stored in ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.444–454, 2006.

REINOSO, E.; EL-SAYED, A.; LÄMMLER, C.; BOGNI, C.; ZSCHÖCK, M. (2008) – Genotyping of *Staphylococcus aureus* isolated from humans, bovine subclinical mastitis and food samples in Argentina. **Microbiological Research**. Volume 163, Issue 3, May. pp. 314-322.

SANDEL, M. K.; MCKILLIP, J. L. Virulence and recovery of *Staphylococcus aureus* relevant to the food industry using improvements on traditional approaches. **Food Control**, v. 15, n. 1, p. 5-10, 2004.

SCHULZ, D. F. **Desenvolvimento de Método Rápido de Análise de Histamina por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência em Atum**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

SHAHIDI, F; JONES, Y; KITTS, D.D. **Seafood safety, processing, and biotechnology**. CRC Press; 1997. p. 119-129.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, p.17-27, 2006b.

STATFORD, M. (2000) – Traditional preservatives. Organic acids. In: ROBINSON, R.; BATT, C.; PATEL, P. – **Encyclopedia of food microbiology**. Volume 3. Bath: Academic Press. ISBN 0-12227070-3. pp. 1729-1737.

STONE, H. & SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Elsevier. 377p., 2004.

SUCASAS, L. F. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011.

TATINI, S.; BENNETT, R. (2000) – *Staphylococcus*. Detection by cultural and modern

techniques. In: Robinson, R.; Batt, C. & Patel, P. – **Encyclopedia of food microbiology**. Volume 3. Bath: Academic Press. ISBN 0-12-227070-3. pp.2071-2076.

TENUTA, A.F.; JESUS, R.S. **Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial**. Boletim SBCTA. 2003 jul./dez.; 37(2):59-64.

RAI, T. S. M. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.557-566, 2006.

VAL, A.L.; MAZUR, C.F.; SALVO-SOUZA, R.H.; IWAMA, G.K.; Effects of experimental anaemia on intra-erythrocytic phosphate levels in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Journal of Fish Biology**, v.45, p.269-277, 1994.

VAZ, S. K. **Elaboração e caracterização de lingüiça fresca “tipo toscana” de tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. 2005. 113f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

VIDAL-GIRAUD B.; CHATEAU D. **World Surimi Market**. Globefish Research Programme, Vol.89 Rome, FAO. 2007. p. 125.

VIEGAS, E.M.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. P.405-480.

VIGNOLO, G. & FADDA, S. (2007) – Starter cultures: Bioprotective cultures. In: TOLDRÁ, F; HUI, Y.; ASTIASARÁN, I.; NIP, W.; SEBRANEK; J.; SILVEIRA, E.; STAHNKE; L. & TALON, R. – **Handbook of fermented meat and poultry**. Oxford: Blackwell Publishing. ISBN 978-0-8138-1477-3. pp. 147-157.

WIRTANEN, G. & SALO, S. (2005) – Biofilm risks. In: LELIEVELD, H.; MOSTERT, M. & HOLAH, J. – **Handbook of hygiene control in the food industry**. First Edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. ISBN 0-8493-3439-X. pp. 46-68.

YANG, H.; PARK, J. W. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi-starch gels. **Leberns.-Wiss.u. – Technol.**, v.31, p.344-353, 1998.

YONGSAWATDIGUL, J.; PARK, J. W.; VIRULHAKUL, P. Proteolytic degradation of tropical tilapia surimi. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 129-133, 2000.

YOO, B.; LEE, C. M. Rheological relationships between surimi Sol and gel as affected by ingredients. **Journal of Food Science**, v.58, p. 880-883,1993.

ZICAN, C.A. O Ministério da Agricultura iniciou o controle sanitário através do sistema de pontos críticos. O pescado é o carro chefe desse sistema. **Higiene Alimentar**, v.8, n.31, p.9-10, 1994. Apresentado no 1º Seminário de Vigilância Sanitária Pesqueira: Qualidade dos Pescados, 1994, São Paulo.

## ANEXOS

### ANEXO A – Questionário de estudo do perfil do consumidor do teste sensorial da salsicha de tilápia

1- Consumidor:

Data:

2- Sexo:      ( ) feminino              ( ) masculino

3- Idade:

( ) 18-25      ( ) 26-35      ( ) 36-45      ( ) 46-55      ( ) 56-65      ( ) >66

4- Renda familiar mensal: (SM: Salário Mínimo = R\$724,00)

( ) 1 a 5 SM                      ( ) >5 a 10 SM  
( ) >10 a 20 SM              ( ) > 20 a 30 SM      ( ) >30 salários mínimos.

5- Consome produtos embutidos?

( ) Sim                      ( ) Não

6- Com que frequência você consome salsicha?

não consumo       raramente       às vezes       frequentemente       sempre



**ANEXO B – Ficha de avaliação do sabor e textura de cada amostra de salsicha entregue aos provadores**

Você está recebendo uma amostra de SALSICHA DE TILÁPIA. Por favor, PROVE e avalie o produto respondendo na escala abaixo o quanto você gostou da amostra:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desgostei muitíssimo				não gostei nem desgostei				gostei muitíssimo

O que você mais gostou? \_\_\_\_\_  
O que você menos gostou? \_\_\_\_\_

Agora, responda usando a escala abaixo o quanto você gostou da TEXTURA da amostra:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desgostei muitíssimo				não gostei nem desgostei				gostei muitíssimo

O que você mais gostou? \_\_\_\_\_  
O que você menos gostou? \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_