

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE LAVAGENS E
TIPOS DE CRIOPROTETORES NA PRODUÇÃO DE
SURIMI DE TILÁPIA

Dayse Lícia de Oliveira

Nutricionista

ARAÇATUBA- SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE LAVAGENS E
TIPOS DE CRIOPROTETORES NA PRODUÇÃO DE
SURIMI DE TILÁPIA

Dayse Lícia de Oliveira

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA- SP

2015

Catálogo na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação - FMVA/UNESP

Oliveira, Dayse Lícia de

OI41

Influência dos processos de lavagens e tipos de crioprotetores na produção de surimi de tilápia/ Dayse Lícia de Oliveira.
Araçatuba: [s.n], 2015
69 f. Il., CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2015.

Orientador: Profª Adj. Elisa Helena Giglio Ponsano

1. Peixe - conservação e tecnologia. 2. Proteínas. 3. Cloreto de sódio. 4. Sacarose. 5. Sorbitol. 6. Tripolifosfato.

CDD 639.977



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba
Seção Técnica de Graduação e Pós-Graduação



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Influência dos processos de lavagens e tipos de crioprotetores na produção de surimi de tilápia.

AUTORA: DAYSE LÍCIA DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRA em CIÊNCIA ANIMAL (MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.


Dra. LIA FERRAZ DE ARRUDA SUCASAS


Dra. ADRIANE CRISTINA GARCIA LEMOS


Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

DATA DA REALIZAÇÃO: 15 de junho de 2015.


Presidente da Comissão Examinadora
Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO
- Orientadora -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DAYSE LÍCIA DE OLIVEIRA – nascida em 09 de agosto de 1988 no município de Itapeçerica da Serra – SP. Coursou o ensino fundamental na EMEIF (Escola Municipal de Ensino Infantil e Fundamental) General Lima Figueiredo e o ensino médio na Escola Estadual Professor Enzo Bruno Carramaschi, no município de Bilac - SP. Ingressou no curso de Nutrição na Universidade Paulista campus de Araçatuba – SP em 2006 e formou-se no ano de 2010. Durante a graduação, realizou estágios curriculares em diversas áreas. Foi bolsista do Programa Universidade para Todos. Realizou seu projeto de iniciação científica com mel, avaliando a qualidade do mel comercializado na cidade de Araçatuba-SP. Iniciou em 08/2013 o curso de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência Animal na FMVA/UNESP, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, sendo orientada pela Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano.

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos a Deus, que me acompanha em toda a minha trajetória, iluminando meu caminho e colocando pessoas tão especiais ao meu lado, cada uma delas a sua maneira, contribuindo para a realização desta pesquisa.

Aos meus pais, Antonio e Fátima, pela minha vida e, por serem quem são, me ensinarem os valores da vida.

Aos meus irmãos Daniel e Débora, pelo apoio e companheirismo, pelos conselhos sinceros e todas as torcidas.

Ao André Luis, pela dedicação, pelo amor, carinho e companheirismo. Pela paciência e a compreensão nos momentos de stress.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Medicina Veterinária e ao Curso de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso de mestrado, nas pessoas do Diretor Francisco Leydson Formiga Feitosa e do Vice-diretor Max José de Araujo Faria Júnior.

Aos professores Max José de Araujo Faria Júnior e Silvia Helena Venturoli Perri pela contribuição no exame geral de qualificação, e à professora Silvia Helena Venturoli Perri pela disposição, apreço e dedicação na realização da análise estatística.

À professora Adriane Cristina Garcia Lemos e à Dra. Lia Ferraz de Arruda Sucasas pelo aceite e contribuição na defesa da dissertação.

À Biblioteca – UNESP – Araçatuba-SP. Em especial à Isabel pela revisão dos dados bibliográficos e pela atenção.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido durante a pesquisa.

Ao Laboratório de Análises de Alimentos – UNESP – Araçatuba-SP. Em especial ao funcionário Wellington Tonon que auxiliou nas práticas laboratoriais, e pela sua atenção.

Aos colegas de pesquisa Edson, Thiago, Marcelo e Jefferson pelo auxílio no experimento, além da amizade, e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa etapa da minha vida.

Agradeço em especial a minha querida orientadora Professora Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano, que acreditou em meu potencial de uma forma que nem eu acreditava ser capaz de corresponder. Sempre disponível e disposta a ajudar. Você não foi somente orientadora, mas sim, conselheira, mãe e amiga. Você é referência profissional e pessoal para minha vida. Obrigada pela oportunidade.

SUMÁRIO

Página

SUMÁRIO	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
RESUMO	
SUMMARY	
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Produção pesqueira.....	11
2.2 Composição química do pescado.....	12
2.2.1 Proteínas do músculo do peixe	13
2.3 <i>Surimi</i>	14
2.4 Etapas envolvidas na elaboração do <i>surimi</i>	15
2.4.1 Lavagem do pescado	15
2.4.2 Adição de agentes crioprotetores	17
2.4.3 Tratamento térmico e gelatinização.....	18
2.5 Textura dos alimentos	19
2.5.1 Medida instrumental da textura dos alimentos	21
2.6 Cor dos alimentos.....	23
2.6.1 Medida instrumental da cor dos alimentos	25
2.7 Análise sensorial dos alimentos.....	26
3 OBJETIVO	27
3.1 Objetivo geral.....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27
4 MATERIAL E METODOS	28
4.1 Local do experimento	28
4.2 Delineamento experimental e matéria prima	28
4.3 Elaboração do <i>surimi</i>	29

4.4	Quantificação dos compostos nitrogenados não protéicos (NNP)	31
4.5	Determinação do rendimento	31
4.6	Determinação da composição centesimal	31
4.7	Preparo de gel de <i>surimi</i>	32
4.8	Determinação da cor objetiva	32
4.9	Determinação do perfil de textura (TPA)	33
4.10	Análise microbiológica	33
4.11	Elaboração do derivado de <i>surimi</i>	33
4.12	Análise sensorial do derivado de <i>surimi</i>	34
4.13	Análise estatística	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Composição centesimal, rendimento e NNP.....	35
5.2	Cor.....	40
5.3	Perfil de textura.....	41
5.4	Análises microbiológicas	43
5.5	Análise sensorial.....	44
5.5.1	Teste de aceitação	44
6	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A – Ficha utilizada na avaliação sensorial do derivado de <i>surimi</i> ...	57
	ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	58

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Processos de elaboração do <i>surimi</i>	28
Tabela 2 – Composição centesimal, em %, nitrogênio não protéico (NNP), em mg N 100 g ⁻¹ e rendimento, em %, do <i>surimi</i> de tilápia, segundo as lavagens e crioprotetores (médias ± desvios padrões).....	36
Tabela 3 – Influência dos processos de lavagens e dos tipos de crioprotetores sobre os parâmetros de cor (<i>L</i> – luminosidade, <i>a</i> – intensidade de vermelho-verde, <i>b</i> – intensidade de amarelo-azul) dos géis de <i>surimi</i> de tilápia (médias ± desvios padrões).....	40
Tabela 4 – Influência dos processos de lavagens e dos tipos de crioprotetores sobre o perfil de textura dos géis de <i>surimi</i> de tilápia (médias ± desvios padrões e medianas)	41
Tabela 5 – Resultados da avaliação microbiológica do <i>surimi</i>	43

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Interpretação gráfica da Análise do Perfil de Textura	23
Figura 2 – Espaço de cor CIELAB	26
Figura 3 – Pesagem dos filés triturados (A) e medição da temperatura da água para realização das lavagens (B).....	29
Figura 4 – Operação de lavagem.....	30
Figura 5 – Drenagem da água (A) e eliminação do excesso de água (B)	30
Figura 6 – Concentrado miofibrilar úmido (A) e comparação da cor da carne antes e depois das lavagens (B)	31
Figura 7 – Preparo do derivado de <i>surimi</i>	34
Figura 8 – Elaboração do molho e cozimento dos derivados de <i>surimi</i>	34
Figura 9 – Apresentação do derivado de <i>surimi</i> para a análise sensorial	35
Figura 10 – Aceitação do produto pelos consumidores	45

INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE LAVAGENS E TIPOS DE CRIOPROTETORES NA PRODUÇÃO DE SURIMI DE TILÁPIA

RESUMO – O *surimi* consiste em um concentrado de proteínas miofibrilares obtido a partir do músculo do peixe triturado, lavado e adicionado de agentes crioprotetores. Este estudo teve o objetivo de caracterizar os *surimis* de tilápia obtidos com variações nos tipos de lavagens (água destilada ou água destilada + NaHCO₃ + NaCl) e nos crioprotetores (NaCl + sacarose ou sorbitol + tripolifosfato de sódio), utilizando um esquema fatorial 2 x 2. Os tratamentos foram avaliados quanto a remoção dos compostos nitrogenados não proteicos (NNP), rendimento e composição centesimal dos produtos finais. Após o tratamento térmico (90°C / 30min), a textura e a cor dos géis de *surimi* foram avaliadas instrumentalmente. O *surimi* foi utilizado na elaboração de derivados, que foram analisados quanto à aceitação global. As concentrações de proteína e umidade dos *surimis* não sofreram influência dos processos de lavagens ou dos crioprotetores, enquanto que a concentração de cinzas foi maior quando NaCl e sacarose foram usados como crioprotetores e o rendimento foi maior quando apenas água destilada foi utilizada nas lavagens. A maior remoção de gordura foi alcançada quando as lavagens foram realizadas apenas com água destilada e os crioprotetores foram NaCl e sacarose. As maiores remoções de NNP foram alcançadas com ambas as combinações: apenas água destilada nas lavagens e NaCl e sacarose como crioprotetores e água com sais nas lavagens e sorbitol e tripolifosfato como crioprotetores. Os tratamentos utilizados produziram géis de cor e textura semelhantes. Os derivados produzidos com o *surimi* foram aprovados por 55% dos provadores.

Palavras-chave: proteínas, cloreto de sódio, sacarose, sorbitol, tripolifosfato

INFLUENCE OF WASHINGS AND CRYOPROTECTORS FOR THE PRODUCTION OF TILAPIA SURIMI

SUMMARY – Surimi is a concentrate of myofibrillar proteins made of fish muscles that are ground, washed and added of cryoprotective agents. This study aimed at characterizing the surimi of tilapia fish obtained from variations at the washings (distilled water or distilled water + NaHCO_3 + NaCl) and cryoprotectors (NaCl + sacarose or sorbitol + sodium tripolyphosphate), using a factorial design 2 x 2. The treatments were evaluated regarding to proximate composition, non-nitrogen protein (NNP) removal and yield. After cooking ($90^\circ\text{C}/30\text{min}$), instrumental texture and color of the surimi gels were evaluated. Then, the surimi was used for the elaboration of a surimi product and sensory analysis regarding to global acceptance. The protein and moisture contents in the surimi were not influenced either by washings or by cryoprotectors, while the ash content was higher when NaCl and sucrose were the cryoprotectors and the yield was higher when only distilled water was used for the washings. The highest lipid removal was achieved with the use of distilled water for the washings and NaCl and sucrose as the cryoprotectors. The highest NNP removals were achieved at both combinations: water for washings and NaCl and sucrose as the cryoprotectors and water with salts for washings and sorbitol and sodium tripolyphosphate as the cryoprotectors. The different treatments produced surimi gels with similar colors and texture. The surimi product was approved by 55% of the panelists

Keywords: protein, sodium chloride, saccharose, tripolyphosphate, sorbitol

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Food and Agriculture Organization - FAO (FAO, 2010), a produção de pescado é o ramo de atividade zootécnica que mais cresce em todo o mundo. Também no Brasil tem-se verificado um aumento expressivo da atividade pesqueira, principalmente da aquicultura continental, onde a tilápia é a espécie mais produzida, tendo atingido 155.450 t em 2010, o que representa 39,4% da produção nacional (BRASIL, 2012).

A tilápia se destaca entre as demais espécies devido a sua facilidade de reprodução, excelente crescimento em condições de cultivo e resistência a doenças. Possui, também, características típicas dos peixes preferidos pelos consumidores, como carne branca de textura firme, sabor delicado e fácil filetagem (ARAÚJO, 2009). Sendo assim, a expansão da tilápia tem sido impulsionada pela demanda de mercado e pela aprovação da população, principalmente pelo valor nutritivo e pelos preços baixos pois, sua alta produção permite a redução do preço final do produto (CARLSON, 2014; SIMÕES, 2007).

O pescado e seus derivados se destacam nutricionalmente pela presença de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis A e D e minerais como cálcio, fósforo, ferro, cobre, selênio e iodo, sendo este último encontrado nos peixes de água salgada. Quando adicionado à dieta, o pescado representa excelente fonte dos aminoácidos lisina, metionina e cisteína, essenciais para uma nutrição balanceada e para a boa saúde (SARTORI; AMANCIO, 2012). Dados da FAO coletados em 2009 mostram que o pescado contribuiu com 16,6% da ingestão mundial de proteína animal e com 6,5% de toda a proteína ingerida (FAO, 2012).

No Brasil, o consumo *per capita* alcançado em 2013 foi de 14,5 kg/habitante, estando, portanto, acima da recomendação da Organização das Nações Unidas, que é de 12 kg/habitante (CARLSON, 2014).

Esse crescimento expressivo nos últimos anos, tanto no volume produzido de tilápia (130% de 2008 a 2011) (CARLSON, 2014) quanto no consumo do pescado, exige o desenvolvimento de tecnologias alternativas no processamento, viabilizando o melhor aproveitamento do pescado disponível e transformando-o em produtos nutritivos e com boa aceitação no mercado, como o *surimi* (FOGAÇA, 2009).

O *surimi* é um extrato de proteínas miofibrilares obtido a partir do músculo do peixe triturado, submetido a lavagens sucessivas, drenado e estabilizado pela adição de crioprotetores (BARRETO; BEIRÃO, 1999; MELLO et al., 2010). As sucessivas lavagens da porção muscular resultam no aumento da concentração das proteínas miofibrilares, o que melhora a força do gel e a elasticidade no produto final (BELIBAGLI, 2003). Além disso, as lavagens também promovem a eliminação de proteínas solúveis, gordura, pigmentos e compostos nitrogenados não protéicos e, conseqüentemente, minimizam o sabor e o odor característicos do pescado e melhoram a cor (SÃO MARTINHO, 2011).

Segundo Vaz (2005), a utilização de solução salina alcalina durante a lavagem da carne do pescado provoca um aumento no pH, diminuindo a desnaturação das proteínas miofibrilares, e promove maior solubilização de lipídeos e de proteínas sarcoplasmáticas, resultando em um *surimi* mais claro e com melhor capacidade de formação de gel. No entanto, as lavagens também podem ser efetuadas apenas com água destilada, como no processo descrito por Fogaça (2009).

Os aditivos crioprotetores utilizados no processo de elaboração do *surimi* estabilizam e protegem as proteínas da desnaturação durante o armazenamento congelado e, de acordo com São Martinho (2011), quanto maior o nível desses aditivos, mais firmes e coesos serão os géis produzidos, com aumento da capacidade de retenção de água e da estabilidade durante o descongelamento.

Após receber condimentos e moldagem adequados, o *surimi* pode servir de base para a elaboração de ampla gama de produtos, como presunto,

salsicha e embutidos de pescado, hambúrguer de peixe (*fishburger*), *nuggets* e palitos de peixe, entre outros (FELTES et al., 2010; MELLO, 2009), que podem ser usados como alternativas úteis para locais onde há subnutrição, com as vantagens de apresentar maior vida útil e sabor mais suave do que o de peixe (FELTES et al., 2010; PESSATI, 2001).

A utilização de tecnologias com o objetivo de diversificar o emprego do pescado e oferecer ao consumidor uma maior variedade de produtos de alto valor nutricional, com características sensoriais diferenciadas, agregando valor e gerando lucro para as indústrias produtoras são de suma importância. Assim, o presente trabalho se propôs a estudar o efeito de variações no processo de obtenção do *surimi* - em relação aos métodos de lavagens e aos tipos de crioprotetores - sobre as características de qualidade do produto e sobre o rendimento do processo, visando à elaboração de produtos diferenciados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Produção pesqueira

De acordo com o Ministério da Pesca, em sua última estatística publicada, a produção de pescado no Brasil em 2010 foi de 1.264.765 t, o que representou um aumento de 2% em relação a 2009, quando foram produzidas 1.240.813 t de pescado (BRASIL, 2012). Em 2010, a pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 536.455 t (42,4% do total de pescado), seguida, sucessivamente, pela aquicultura continental (394.340 t; 31,2%), pela pesca extrativa continental (248.911 t; 19,7%) e pela aquicultura marinha (85.057 t; 6,7%). Esses números refletem o panorama mundial de produção de pescado, em que se verifica um aumento acentuado da aquicultura, maior do que em qualquer outro setor de produção animal e, ainda, em ritmo maior do que o aumento da população mundial (FAO, 2010).

A produção pesqueira pela aquicultura vem apresentando um forte crescimento, aumentando em uma taxa de crescimento médio anual de 6,1% (FAO, 2009a). No Brasil, em 2010, foi registrado um aumento de 16,9% na aquicultura em relação ao ano anterior, tendo a aquicultura continental contribuído com 82,3% do total dessa produção. Segundo o Ministério da Pesca, esse crescimento pode ser atribuído ao desenvolvimento do setor, decorrente da ampliação de políticas públicas que facilitaram o acesso aos programas governamentais (BRASIL, 2012). Os avanços científicos e tecnológicos verificados na aquicultura moderna vêm resultando em grande incremento de produção e produtividade, reafirmando a potencialidade do setor (FAO, 2009b).

O Brasil é o 6º produtor mundial de tilápia cultivada, ficando atrás apenas da China, Taiwan, Filipinas, Tailândia e México. A produção nacional de tilápias caminha a passos largos para um modelo empresarial, deixando de ser uma atividade secundária (SUSSEL, 2007).

Em termos globais, em 2009, 84% da produção mundial de pescado foi destinada à alimentação humana e os restantes 16% à elaboração de produtos não comestíveis, principalmente a farinha e o óleo de peixe. Do pescado destinado ao consumo humano, 47% foi na forma fresca, o que significa que o restante do montante consumido foi na forma de produtos derivados de pescado (FAO, 2009).

A tilápia é uma espécie exótica nativa do continente africano e da Ásia Menor. Encontra-se amplamente distribuída no mundo inteiro e constitui o terceiro maior grupo de peixes cultivados, depois de carpas e salmonídeos (EL-SAIDY; SAAD, 2011). Sua criação destaca-se pela disponibilidade de alevinos, pelo domínio das técnicas reprodutivas, pela capacidade de aclimação aos diferentes ambientes de criação, pelos bons índices zootécnicos e pela aceitação de sua carne pelo mercado consumidor (ARAÚJO, 2009; SIMÕES, 2007).

2.2 Composição química do pescado

Os peixes são compostos basicamente por água, lipídios, proteínas, carboidratos e minerais, cujas quantidades variam de acordo com sexo, idade, época do ano, meio em que vivem, estado nutricional e maturação sexual, espécie a que pertencem e tipo do músculo (claro ou escuro). Sua composição química é de grande importância para o valor nutricional, as propriedades texturais, a qualidade sensorial e a capacidade de armazenamento (DURÃES, 2009; OLIVEIRA FILHO, 2009; VAZ, 2005).

No pescado, a água é encontrada em maiores concentrações, variando aproximadamente de 60 a 85%, sendo maior em peixes magros do que nas espécies gordas. O pescado é rica fonte de vitaminas do complexo B e, no caso de peixes gordurosos, também das vitaminas A e D, além de ser fonte de minerais como cálcio, fósforo, ferro, cobre e selênio e, em peixes de água salgada, de iodo (SARTORI; AMANCIO, 2012).

O conteúdo lipídico presente no músculo do pescado serve como critério de classificação em magro e gordo. Em geral, peixes de carne escura possuem grandes quantidades de lipídios, em comparação aos de carne branca (VAZ, 2005). Dentre os ácidos graxos que compõem os lipídios dos peixes, os pertencentes à família ômega-3, como os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) têm recebido maior atenção, pois reduzem os fatores de risco associados a doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite entre outras, o que eleva a carne de peixe ao patamar de alimento funcional (ANDRADE et al., 2009; DURÃES, 2009).

Considerado como uma importante fonte proteica, o pescado contém todos os aminoácidos essenciais, com elevado teor de lisina, apresenta fácil digestibilidade e alta absorção. Ao contrário dos lipídios, o percentual proteico é um pouco menor na carne de peixe escura do que na branca (VAZ, 2005). Assim, o conhecimento da composição química deste alimento é de suma importância tanto para os benefícios nutricionais como, também, para viabilizar um melhor aproveitamento e servir de apoio à criação de novas perspectivas

industriais, com agregação de valor econômico ao setor e consequentes respostas sociais (DURÃES, 2009).

O consumo de pescado e derivados aumenta a cada dia devido a seu elevado valor nutricional, mostrando forte tendência na substituição da carne vermelha. Por isso, o desenvolvimento de novos produtos a partir de tecnologias alternativas, dentre os quais se inclui o *surimi*, vem despertando o interesse de muitas indústrias (VAZ, 2005).

2.2.1 Proteínas do músculo do peixe

As proteínas do músculo do peixe normalmente são divididas em três grupos, com base em sua solubilidade: sarcoplasmáticas, miofibrilares e insolúveis ou do estroma. No músculo do pescado, 20 a 30% do total de proteínas são do sarcoplasma, 65 a 75% são proteínas miofibrilares e 3 a 10% são as do estroma, variando claramente de espécie para espécie (ORDONÉZ PEREDA, 2005). As proteínas possuem elevado valor nutricional e propriedades funcionais como viscosidade, geleificação e texturização (KUHN et al., 2004).

As proteínas sarcoplasmáticas são encontradas no sarcoplasma, integram o líquido extracelular, estão presentes nas organelas celulares e, estruturalmente, são consideradas proteínas globulares. Essas proteínas diminuem a formação dos géis, pois interferem na união da miosina à actina, retardando a formação da actomiosina, responsável pela construção da rede de gel (SIMÕES et al., 1998). Por isso, os ciclos de lavagem do *surimi* são fundamentais para a remoção dessas proteínas, que são solúveis em água e em soluções salinas diluídas (KIRSCHNIK, 2007; VAZ, 2005).

As proteínas miofibrilares, que constituem a maior parte do total das proteínas, são constituídas, principalmente, de miosina e actina (proteínas contrácteis) e são responsáveis pela contração muscular, pela capacidade do músculo do pescado em reter água e pela capacidade de formação de gel

(SÃO MARTINHO, 2011). A tropomiosina, proteína reguladora da contração, encontra-se em menores proporções na estrutura das miofibrilas. As proteínas miofibrilares possuem grande importância nutritiva e tecnológica, pois fornecem aminoácidos essenciais, influenciam a textura do pescado e possuem propriedades emulsificantes, essenciais para a formulação de derivados como o *surimi* (FOGAÇA, 2009; VITAL, 2007).

As proteínas do estroma são de alguma importância na textura do pescado e compreendem o colágeno e a elastina, que fornecem sustentação ao tecido muscular. (ORDONÉZ PEREDA, 2005). O colágeno está presente em maior conteúdo nos tecidos, enquanto que a elastina encontra-se principalmente nos tendões, ligamentos e nervos. Em soluções de ácido clorídrico ou hidróxido de sódio, o estroma é insolúvel, portanto, durante as lavagens do *surimi* com água ou soluções alcalinas, as proteínas do estroma não são extraídas (VITAL, 2007).

Em função de sua composição nutricional, a carne de peixe é altamente susceptível à deterioração, requerendo a aplicação de métodos de conservação para prolongar sua vida de prateleira e gerar novos produtos (LIU, 2007). Dentre as tecnologias emergentes utilizadas na conservação do pescado, o *surimi* se destaca nutricionalmente quanto à quantidade e qualidade das suas proteínas.

2.3 Surimi

O *surimi* consiste em um concentrado de proteínas miofibrilares obtido a partir do músculo do peixe triturado, lavado repetidamente com água, e adicionado de agentes crioprotetores para manter a elasticidade e evitar a desnaturação das proteínas durante o congelamento. Praticamente sem sabor e odor de espécies específicas e com grande capacidade de retenção de água, o *surimi* permite que se obtenha textura e sabor desejáveis na elaboração de produtos derivados análogos ao pescado. O *surimi* possui outras propriedades

funcionais, como a capacidade de formar géis termicamente irreversíveis e de alta firmeza, elasticidade e coesividade, além de ser um ótimo estabilizador de emulsões e atuar como dispersante (VAZ, 2005).

O termo japonês *surimi* significa “músculo de pescado picado” (SÃO MARTINHO, 2011), que serve como matéria-prima na preparação de tradicionais alimentos da cozinha japonesa, como o *kamaboko*, que é um gel termoestável formado ao se aquecer o *surimi* (BARRETO; BEIRÃO, 1999). O desenvolvimento da tecnologia do preparo do *surimi* teve origem no Japão no século XII e, nos últimos 30 anos, sua produção expandiu-se para a Coreia e outros países no sudeste da Ásia, bem como para os Estados Unidos. A produção mundial de *surimi* como uma forma de aproveitamento do pescado fresco tem evoluído e aumentado consideravelmente, alcançando 600.00 t no ano de 2004, e tendo os Estados Unidos, a Tailândia e o Japão como os maiores produtores (FOGAÇA, 2009; MELLO, 2009; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

Para a obtenção do *surimi*, podem ser utilizadas tanto espécies magras como gordas (FOGAÇA, 2009), sendo as espécies magras as melhores para o processamento desse tipo de produto, pois produzem um *surimi* com cor clara e sabor neutro, diferente das espécies gordas que apresentam maior tendência à oxidação lipídica e coloração escura (MIRA; LANFER-MARQUES, 2005). Em geral, utilizam-se as espécies mais abundantes, com baixo preço e dificuldades de escoamento de produção, além da porção muscular que fica aderida ao espinhaço do peixe após a retirada dos filés e que é extraída mecanicamente, recebendo o nome de “carne mecanicamente separada” (CMS) (FOGAÇA, 2009; MELLO, 2009; SARY et al., 2009).

2.4 Etapas envolvidas na elaboração do *surimi*

2.4.1 Lavagem do pescado

A operação de lavagem da carne de pescado permite a eliminação de grande parte das substâncias que reduzem a estabilidade e a capacidade funcional do *surimi*. A eliminação de substâncias solúveis em água como sangue, proteínas sarcoplasmáticas, sais inorgânicos, substâncias de baixo peso molecular e outras impurezas melhora a coloração e o aroma da carne e promove a concentração das proteínas miofibrilares, originando produtos mais homogêneos e com boa formação gelatinosa e elástica (BELIBAGLI, 2003; OLIVEIRA FILHO, 2009; SARY et al., 2009; VAZ, 2005).

Embora a qualidade do *surimi* melhore com o número de lavagens, o inchamento do músculo e a dificuldade de eliminar o excesso de água posteriormente se intensificam, além de conduzir perdas significativas de proteínas (ORDONÉZ PEREDA, 2005). Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) observaram diminuição nos teores de proteína nas CMS lavadas e atribuíram essa diminuição à remoção da maioria das proteínas solúveis sarcoplasmáticas. Tal fato também foi relatado por outros autores, que observaram consideráveis perdas de proteínas e outros componentes hidrossolúveis após os processos de lavagens (FOGAÇA, 2009; SÃO MARTINHO, 2011).

O método desenvolvido pela Associação Japonesa de Fabricantes de *Surimi* compreende três ciclos de lavagem onde, no primeiro, utiliza-se uma solução de bicarbonato de sódio a 0,5%, a fim de neutralizar o pH do músculo. Em seguida, realizam-se lavagens com água fria e, por último, com uma solução de NaCl a 0,3% para aumentar a força iônica e facilitar a eliminação do excesso de água (SÃO MARTINHO, 2011; VAZ, 2005).

Os principais fatores que determinam a eficácia da água de lavagem são sua dureza ou força iônica, o pH e a temperatura (KIRSCHNIK, 2007). Quanto maior a força iônica da água, melhor será a remoção do excesso de água da carne. Quanto menor a força iônica, as ligações de hidrogênio entre as proteínas e as moléculas de água ocorrem com mais facilidade, dificultando o ajuste do conteúdo de umidade no produto final e a formação dos géis, que se tornam menos resistentes (SÃO MARTINHO, 2011). A dissolução de sais nas

águas de lavagens facilita a entrada da água pela união dos íons salinos aos grupos com carga oposta das proteínas, aumentando a solubilidade proteica (KUHN et al., 2004). Valores elevados de pH favorecem a retenção de água na carne, e a recomendação para a remoção mais eficiente é de pH próximo do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (MELLO, 2009). Já a temperatura da água na operação de lavagem deve estar abaixo de 10 °C, para evitar a desnaturação proteica (KIRSCHNIK, 2007; MELLO, 2009).

Assim, os ciclos de lavagens e a adição de cloreto de sódio (NaCl) no processamento do *surimi* auxiliam na qualidade e na força dos géis, pois melhoram a agregação das fibras musculares, além de eliminar agentes oxidantes que induzem a degradação proteica (FOGAÇA, 2009).

O grande volume de água potável utilizado na produção do *surimi* e a resultante quantidade de água rica em matéria orgânica gerada após os processos de lavagens representam um problema na sua produção (LIN; PARK, 1997). As águas residuárias produzidas requerem tratamento adequado antes de serem despejadas no sistema de coleta de esgoto, gerando custos de eliminação de resíduos. Além disso, a água das lavagens do *surimi* contém de 0,5 e 2,3% de proteínas, que são perdidas no processo de elaboração, sugerindo a necessidade de novas tecnologias para a recuperação dessas substâncias de maneira viável, reduzindo o impacto negativo no ambiente e gerando lucros (LIN; PARK, 1997; STINE et al., 2012).

2.4.2 Adição de agentes crioprotetores

Para manter a qualidade do *surimi* é fundamental a estabilidade ao congelamento e ao descongelamento (KUHN; SOARES, 2002). A desnaturação das proteínas ocorre quando há uma alteração na estrutura original da proteína, sem haver rompimento ou modificações de ligações químicas primárias, que unem os aminoácidos entre si. Quando essa alteração acontece principalmente na actina e na miosina durante o congelamento, gera

alterações no produto final, que pode se apresentar ressecado, com perda de suculência e textura (OLIVEIRA FILHO, 2009).

Os crioprotetores previnem a desnaturação pelo congelamento, pois agem retendo a água livre e cobrindo a superfície das proteínas, uma vez que possuem mais de dois radicais distantes entre si que se ligam ao mesmo tempo com as moléculas de água em torno da proteína e nela própria (OGAWA; MAIA, 1999; SÃO MARTINHO, 2011; VAZ, 2005). Além disso, os crioprotetores também atenuam o problema causado com o descongelamento, quando as proteínas miofibrilares perdem parte de sua capacidade de formação de géis, devido à agregação intermolecular promovida pela água imobilizada em forma de gelo (OGAWA; MAIA, 1999; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

São considerados crioprotetores substâncias com grande habilidade de hidratação e baixo ponto de fusão e que, em temperaturas baixas, são estáveis e suas moléculas não exercem força de atração entre si, exercendo esse papel alguns aminoácidos e peptídeos, ácidos carboxílicos, mono e dissacarídeos, polióis e sais, principalmente os polifosfatos (KUHN; SOARES, 2002).

Dentre os crioprotetores utilizados pela indústria, o sorbitol e a sacarose são os mais empregados (VAZ, 2005). A sacarose é um crioprotetor que impede a desnaturação da actomiosina mas, quando utilizada em quantidades superiores a 8%, causa sabor adocicado ao *surimi*, sendo o mais indicado uma mistura de sacarose e sorbitol (OLIVEIRA FILHO, 2009). Os polifosfatos melhoram a capacidade de retenção de água e reduzem a perda por descongelamento (MELLO, 2009), porém, concentrações superiores a 0,3% podem desenvolver sabores indesejáveis (NOPIANTI et al., 2012). Os glicerídeos reduzem o tamanho dos cristais de gelo e proporcionam maior suavidade ao produto final (ORDONÉZ PEREDA, 2005). Quanto maior o nível de crioprotetores adicionados ao *surimi*, mais firmes e coesos serão os géis produzidos, com aumento da capacidade de retenção de água e da estabilidade durante o descongelamento (SÃO MARTINHO, 2011; VAZ, 2005).

Medina e Garrote (2002) avaliaram o efeito crioprotetor das misturas sacarose e sorbitol (1:1) e maltodextrina e sorbitol (1:1) sob a qualidade funcional do *surimi* de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) estocado por 6 meses (4, 45, 90 e 180 dias). Os resultados demonstraram que, mesmo com a adição dos crioprotetores, a força do gel de *surimi* fresco diminuiu 32% durante o congelamento. Entretanto, a mistura de sacarose e sorbitol mostrou-se mais efetiva para manter a resistência do gel, especialmente com 45 e 90 dias de estocagem.

Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) utilizaram eritorbato de sódio (0,1%) e tripolifosfato de sódio (0,5%) como crioprotetores para a produção de *surimi* elaborado com CMS de tilápia do Nilo e observaram que a adição de tripolifosfato melhorou a capacidade de retenção de água, impedindo o aumento da perda de água no descongelamento e mantendo, assim, a umidade natural do produto.

2.4.3 Tratamento térmico e gelatinização do *surimi*

Uma das propriedades funcionais mais importantes do *surimi* é a capacidade de formar géis com textura e consistência apropriadas para os produtos análogos ao pescado e derivados à base de *surimi* (KUHN et al., 2004; SÜHNEL, 2007).

Para obter esses géis, é necessário adicionar sal ao *surimi* e elevar sua temperatura. Com a adição de sal, as proteínas miofibrilares são solubilizadas, formando um colóide de actomiosina; com o aquecimento, ocorre a estabilização da actomiosina e das ligações intra e intermoleculares das proteínas mediante ligações iônicas, interações hidrofóbicas, ligações covalentes (pontes dissulfito) e pontes de hidrogênio (KUHN et al., 2004; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

A miosina é constituída, em mais da metade, de aminoácidos hidrofílicos que ficam expostos na superfície molecular, com cargas positivas e negativas.

Quando ligações intermoleculares são formadas e as miofibrilas apresentam-se associadas umas às outras, agregados insolúveis em água são formados. Na presença do cloreto de sódio (NaCl), a solubilidade proteica aumenta devido à união dos íons salinos aos grupos com carga oposta, facilitando a entrada de água (KUHN et al., 2004; VAZ, 2005). Sendo assim, a função do sal é a de agente peptizante da miofibrila, pois ele provoca sua solubilização, formando uma solução pastosa de actomiosina que possibilita a formação da elasticidade (VAZ, 2005). Com a aplicação de tratamento térmico, esses efeitos são favorecidos, resultando em géis com elevada capacidade de retenção de água e propriedades elásticas acentuadas, não apresentando sinérese (KUHN et al., 2004; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

A gelatinização está intimamente relacionada com a temperatura em que esta se produz, visto que diferentes temperaturas produzem qualidades variadas de gel. Na temperatura de 40 °C e com a adição de NaCl aparece um gel translúcido chamado *suwari*, formado pela solubilização das proteínas miofibrilares que, ao hidratarem-se, criam uma rede proteica unida por pontes de hidrogênio. Elevando-se a temperatura lentamente a 60 °C, ocorre a ruptura do gel, levando-o a um estado irreversível conhecido como *modori*, não sendo mais possível a formação do gel *kamaboko*. Esse efeito ocorre devido à ação proteolítica de certas proteases alcalinas que não são removidas totalmente durante os ciclos de lavagens no processo de obtenção do *surimi*. Quando o *suwari* é aquecido entre 80 e 90°C, forma um gel opaco, firme e definitivo, denominado *kamaboko*. Nesse gel, a actomiosina aprisiona moléculas de água por ligações cruzadas e interações hidrofóbicas, formando uma rede homogênea e estável (FOGAÇA, 2009; KUHN et al., 2004; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

Em seu conjunto, os diversos géis obtidos a partir do *surimi* são denominados *neriseihin*, sendo o *kamaboko* o mais conhecido. Esse gel difere de outros similares por sua textura perceptível à mastigação e muito similar à do pescado *in natura*, com alta firmeza, elasticidade e coesividade (FOGAÇA, 2009; OGAWA; MAIA, 1999; ORDONÉZ PEREDA, 2005).

2.5 Textura dos alimentos

A textura é um atributo fundamental nos alimentos, sendo muitas vezes a característica determinante da aceitabilidade de novos produtos pelos consumidores. Ao ser mastigado, várias interações ocorrem entre o alimento e os sentidos humanos, gerando uma série de informações fundamentais que influenciam na satisfação que o consumidor terá em relação ao produto (GARCIA, 2007).

Considerada como atributo físico, a textura é avaliada por meio de três características: mecânicas, geométricas e residuais. Quando o alimento é submetido a uma determinada força, a resistência que ele apresenta à deformação resulta das características mecânicas, que englobam os parâmetros primários dureza, coesividade, viscosidade, elasticidade e adesividade, e os secundários, fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade. As características geométricas englobam o tamanho, o formato e as partículas dentro do alimento, informando se ele é fibroso, cristalino, granuloso ou áspero, enquanto que as características residuais estão relacionadas com a percepção de umidade e o teor de óleos e gorduras do alimento, informando se o mesmo é seco, úmido, molhado e aguado ou oleoso e gorduroso (SÜHNEL, 2007).

Sensorialmente, os parâmetros mecânicos dos alimentos semi-sólidos e sólidos são definidos pela força ao mastiga-lo. A dureza ou firmeza é a força requerida para a compressão de uma substância entre os dentes molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (para semi-sólidos). A coesividade é o grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper. A viscosidade é a força requerida para puxar um líquido da colher para a língua. A elasticidade é o grau com o qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes. A adesividade é a força requerida para remover o material que adere na boca (geralmente o palato) durante o processo normal de comer. A fraturabilidade é a força com a qual uma amostra esmigalha, racha ou quebra em pedaços (força com que os pedaços saltam). A mastigabilidade é o tempo (em segundos) requerido para mastigar uma

amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la a uma consistência adequada para a deglutição. A gomosidade é a densidade que persiste durante a mastigação ou, ainda, a energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para a deglutição (SZCZESNIAK, 2002).

As características de textura dos géis de *surimi* estão relacionadas, principalmente, às propriedades funcionais de suas proteínas, que possuem grande capacidade de retenção de água, que se mantêm mesmo que o produto seja submetido a diferentes tratamentos térmicos, permitindo que se obtenham géis com qualquer textura desejável e com consistência que não podem ser igualadas por outras proteínas utilizadas na indústria de alimentos (ORDONÉZ PEREDA, 2005).

A umidade desempenha importante papel na textura dos géis e na estabilidade durante o congelamento. A utilização de amido ao final da elaboração do *surimi* permite uma melhora na textura final do gel e um aumento da força de penetração, pois os grânulos de amido preenchem o espaço intersticial da rede proteica da massa, absorvendo água e expandindo durante o tratamento térmico. A capacidade de ligação da água com o amido utilizado aumenta a viscosidade, melhorando a firmeza e a coesividade do gel (FOGAÇA, 2009).

A avaliação da textura dos produtos alimentícios possui diversas funções para a indústria de alimentos mas, nem sempre, a mensuração das características físicas do alimento é percebida com precisão pelos sentidos humanos, já que estes podem descrever diferentes propriedades físicas com o mesmo adjetivo (MELLO, 2009). Para determinar a textura dos géis de *surimi*, por exemplo, indicam-se análises sensoriais junto com as instrumentais, a fim de permitir uma melhor aferição da força e da deformação por pressão e tração, fornecendo informações de uso prático no monitoramento e desenvolvimento do produto (MELLO, 2009).

2.5.1 Medida instrumental da textura dos alimentos

Os métodos instrumentais de análise de textura avaliam as propriedades mecânicas dos alimentos a partir de testes que utilizam a aplicação de forças como perfuração ou penetração, compressão, cisalhamento, corte e tensão, sendo que a aplicação de força deve ser relacionada à característica que melhor define os parâmetros de textura para aquele alimento específico (MELLO, 2009). O uso desses testes para a determinação de parâmetros de textura permite desenvolver habilidades tecnológicas para recriar texturas naturais em alimentos elaborados (SOMBRIIO, 2005).

A Análise do Perfil de Textura (TPA) é um teste instrumental que imita a mastigação, gerando informações importantes para avaliar o controle da qualidade e prever respostas sensoriais dos consumidores (SÃO MARTINHO, 2011). A TPA é caracterizada por duas penetrações na amostra com uma pausa entre elas, simulando a ação de compressão e corte dos dentes durante a mastigação, imitando duas dentadas. A curva de força-tempo obtida na análise (Figura 1) permite estimar vários parâmetros de textura, sendo cinco primários e dois secundários (GARCIA, 2007).

Dentre os parâmetros primários, a fraturabilidade (fragilidade) é a força necessária para iniciar a fratura do material. A dureza é a força necessária para produzir uma deformação. A coesividade corresponde à medida que um material pode ser deformado antes da ruptura. A adesividade é o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a sonda. A elasticidade (flexibilidade) nada mais é do que a velocidade na qual um material deformando volta à sua condição normal, depois de removida a força de deformação e a adesividade é o trabalho necessário para vencer as forças atrativas entre o alimento e a superfície de contato (SZCZESNIAK, 2002).

Dentre os parâmetros secundários, a mastigabilidade é a energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição; a gomosidade é a

energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para a deglutição (SZCZESNIAK, 2002).

A fibrosidade é um oitavo parâmetro que também pode ser obtido da curva de deformação do teste de TPA. Esse parâmetro está diretamente relacionado com a adesividade, sendo definido como a distância em que o produto é estendido durante a descompressão, antes da sua separação da sonda (RAMOS; GOMIDE, 2007; SZCZESNIAK, 2002).

Outros parâmetros também podem ser obtidos da curva de TPA que são: o módulo de deformação e a resiliência. O módulo de deformação reflete a rigidez da amostra, ou seja, se ela deforma ou não facilmente, e é definida pela inclinação inicial da curva de deformação. A resiliência pode ser considerada a medida de como a amostra se recupera da deformação em termos de velocidade e força derivada. Este último, não se trata de um parâmetro original da TPA, mas permite desenvolver uma avaliação mais próxima da recuperação elástica da amostra, sendo definido como a razão entre a área oriunda da primeira descompressão pela área da primeira compressão, devendo as velocidades de compressão e de descompressão serem iguais (GARCIA, 2007; RAMOS; GOMIDE, 2007).

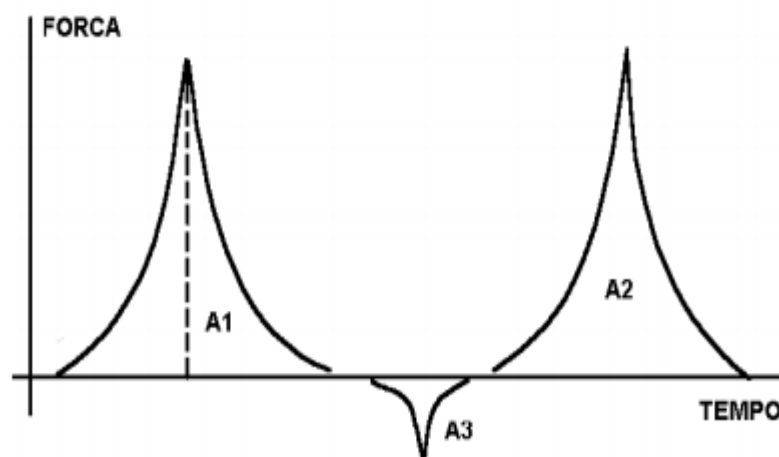


FIGURA 1 - Interpretação gráfica da Análise de Perfil de Textura (SOMBRIIO, 2005).

Segundo Sombrio (2005), A1 e A2 são as áreas do primeiro e segundo picos e A3 representa a área da força negativa. A dureza é definida no primeiro pico de força, e a fraturabilidade é determinada na primeira queda da curva do primeiro ciclo de compressão. A razão das áreas positivas das forças do primeiro e segundo ciclos ($A1/A2$), é a coesividade. A adesividade é a área da força negativa do gráfico (A3), representando o esforço que a sonda exerce para desgrudar da amostra: quanto mais negativa essa força, maior é a adesividade da amostra. A elasticidade (flexibilidade) é dada pela distância de recuperação da amostra durante o fim do primeiro ciclo e o início do segundo. A gomosidade corresponde ao produto de baixo grau de dureza x alto grau de coesividade e a mastigabilidade é dada pelo produto de dureza x coesividade x elasticidade (flexibilidade) (SZCZESNIAK, 2002).

2.6 Cor dos alimentos

Para o consumidor, os atributos de qualidade mais importantes são suas características sensoriais como textura, sabor, aroma e cor (PEREDA et al., 2005). A cor dos alimentos é um atributo fundamental para a sua aceitação, pois influencia diretamente a preferência do consumidor, uma vez que serve como critério de qualidade. Alterações da cor de um alimento, muitas vezes, são acompanhadas por mudanças em textura, sabor e odor (VAZ, 2005).

Em várias espécies de pescado, pigmentos como mioglobina, hemoglobina, bilinas, hemocianina, carotenoides e melaninas são responsáveis pela coloração, e ficam contidos dentro das células dos tecidos musculares, no líquido corporal, nas gônadas e vísceras, na pele ou no couro (RIBEIRO et al., 2007).

Dentre os principais pigmentos, a mioglobina e a hemoglobina são responsáveis pelo avermelhamento da carne, e estão envolvidos nos processos respiratórios. A mioglobina, ao contrário da hemoglobina, é o principal pigmento responsável pela coloração marrom-avermelhada, enquanto

que a hemoglobina pouco contribui para a coloração da carne, exceto quando ocorre ruptura dos vasos sanguíneos com acúmulo de sangue nos tecidos musculares. Presente na biliar, as bilinas são pigmentos coloridos ou não que, através de uma série de reações, podem apresentar coloração verde, como a biliverdina e a bilirrubina, coloração amarelo-amarronzada aos sucos biliares, quando ligada com o ácido glucônico e transportado para a vesícula biliar, e o complexo biliverdina-proteína, que caracteriza a tonalidade azulada das escamas e da pele de certas espécies de pargo e no sangue de enguia. A hemocianina é um complexo cromoprotéico de coloração azul ou incolor e ocorre em moluscos gastrópodos, cefalópodos e em todos os crustáceos artrópodos. Presente na hemolinfa, a hemocianina torna-se azulada ao ligar-se ao oxigênio e, na ausência deste, é incolor (OGAWA; MAIA, 1999).

Outro grupo de pigmentos coloridos são os carotenoides, compostos amplamente distribuídos nos reinos animal e vegetal. Os peixes como salmão e truta, quando na natureza, devem sua coloração rosado-avermelhada à astaxantina, proveniente da alimentação com organismos, tais como a alga *Haematococcus pluvialis*, que produz tal pigmento. Em situações em que essas espécies de peixes não têm acesso a algas e a outras fontes naturais de pigmentos, como na criação em cativeiro, a astaxantina é utilizada como suplementação na ração, proporcionando a pigmentação característica dessas espécies e aumentando a qualidade e a aceitação de seus produtos no mercado (BAKER, 2001).

A coloração da carne dos peixes influencia diretamente na aceitação dos produtos elaborados com *surimi* pois, quanto mais claro for o *surimi*, mais rapidamente este será comercializado, visto que os consumidores preferem esses produtos, e o que facilita, também, a aplicação de sabor e corantes (VAZ, 2005).

Os peixes magros e com músculo claro são melhores para a produção do *surimi*, uma vez que, durante as lavagens, os pigmentos que dão cor à carne são facilmente removidos. Os peixes considerados gordos como, por exemplo, cavala (*Scomberomus cavala*) e jurel (*Scomber japonicus*)

apresentam maior tendência de oxidação lipídica e coloração escura, resultando em uma menor aceitação pelos consumidores e apresentam características que podem afetar a capacidade funcional do *surimi*, uma vez que, durante as lavagens, a remoção desses pigmentos é mais difícil devido a sua estrutura rígida (MIRA; LANFER-MARQUEZ, 2005; VAZ, 2005).

2.6.1 Medida instrumental da cor dos alimentos

Envolvida na quantificação e na investigação física e psicológica do fenômeno de percepção de cores pelos seres humanos, a colorimetria é a ciência das cores, que especifica numericamente a cor de um determinado estímulo visual utilizando equipamentos apropriados, tais como os colorímetros e os espectrofotômetros (MORI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2007). A medida instrumental da cor depende de uma série de fatores como iluminação, tamanho e cor da amostra, cores em torno da amostra e observador (VAZ, 2005).

A luminosidade, a tonalidade e a saturação são atributos da percepção visual, sendo a luminosidade a capacidade de emitir mais ou menos luz, como grau de claro ou escuro. A tonalidade é percebida como vermelho, amarelo, verde ou azul e a saturação é a distinção de uma cor forte para a fraca ou a quantidade de cor existente. Já o branco, o preto e o cinza não possuem tonalidade e saturação (VAZ, 2005).

Em 1931, a CIE (Comissão Internacional de Iluminação) adotou métodos para medição e especificação da cor com o objetivo de normalizar sua mensuração, utilizando para as leituras fontes de luz e iluminação padrões, evitando, assim, as oscilações de iluminação do dia e permitindo a expressão por meio de unidades matemáticas apropriadas (RIBEIRO et al., 2007). Em 1976, a CIE recomendou o uso da escala de cor CIE *Lab* ou CIELAB, que é um dos sistemas mais utilizados para a medição de cores, pois permite medir a cor de maneira mais uniforme. De acordo com a Figura 2, o eixo *L* (luminosidade)

ocorre de cima para baixo, e seu valor máximo é 100 (branco), enquanto que o valor mínimo é zero (preto). Os eixos a e b não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a varia do vermelho ($+a$) ao verde ($-a$), e a coordenada b do amarelo ($+b$) ao azul ($-b$) (HUNTERLAB, 1996).

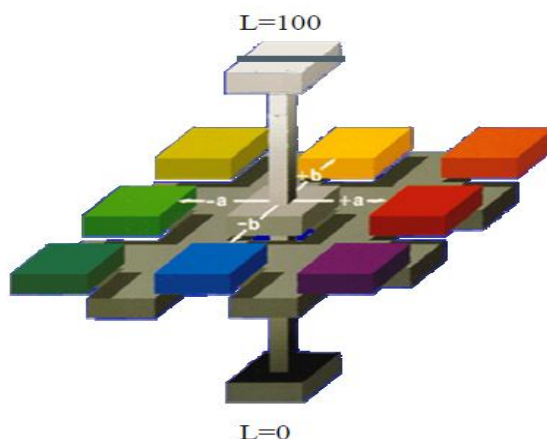


FIGURA 2 - Espaço de cor CIELAB (RIBEIRO et al., 2007).

2.7 Análise sensorial dos alimentos

Desenvolvida para medir, analisar e interpretar as características dos alimentos com o auxílio dos órgãos da visão, olfato, paladar, tato e audição, a análise sensorial possui grande importância na indústria de alimentos, uma vez que auxilia no desenvolvimento de novos produtos e na sua aceitabilidade pelos consumidores (MININ, 2006; TEIXEIRA, 2009; VAZ, 2005).

Os métodos Sensoriais Descritivo, Discriminativo e Afetivo são os métodos mais utilizados segundo o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (1993). O Método Sensorial Descritivo define a intensidade dos principais atributos de um alimento (sabor, textura, aroma, etc.) utilizando equipes treinadas e empregando a análise descritiva quantitativa (ADQ). O Método Sensorial Discriminativo avalia as diferenças sensoriais entre dois ou mais produtos, utilizando o Teste Duo-Trio que determina a diferença entre um padrão e uma amostra, a Comparação Pareada, que analisa se há diferença

entre duas amostras quanto a uma determinada qualidade sensorial, o Teste Triangular, usado para detectar se houve mudança entre duas amostras que sofreram processos diferentes, o Teste de Ordenação, adequado para verificar se há diferença entre várias amostras, e o Teste de Comparação Múltipla que diferencia muitas amostras de uma amostra padrão. O Método Sensorial Afetivo tem como objetivo avaliar a preferência e a aceitação dos consumidores por um ou mais produtos, utilizando julgadores não treinados com equipes acima de 40 ou 50 participantes, e pode ser realizado em condições de laboratório (ABNT, 1993; MELLO, 2009).

O teste de aceitação avalia se o consumidor gostou ou não do produto, ao contrário do teste de preferência, que determina a preferência de um produto em relação a outro (MININ, 2006). A aceitação do consumidor é fundamental no processo de desenvolvimento de produtos, sendo que fatores como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e propaganda, influenciam esse parâmetro (MELLO, 2009).

A escala hedônica é a mais utilizada nesse tipo de teste. Nela, o consumidor expressa sua aceitação pelo produto segundo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente do “gostar” ao “desgostar”. O julgador recebe a amostra e é solicitado a interpretar as suas sensações de prazer e desprazer, podendo-se avaliar somente a aceitação global, ou seja, o produto como um todo, ou avaliar a aceitação dos atributos do produto, como cor, espessura, sabor, aroma, etc. (MININ, 2006; SÜHNEL, 2007).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes processos de lavagem e tipos de crioprotetores sobre a qualidade do *surimi*.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar quatro formulações diferentes de *surimi* (em relação aos sais utilizados nas lavagens e aos crioprotetores);
- Avaliar o efeito das lavagens sobre a remoção de compostos nitrogenados não proteicos no *surimi*;
- Avaliar o rendimento dos processos de obtenção do *surimi*;
- Avaliar a composição bromatológica do *surimi*;
- Elaborar o gel de *surimi* e avaliar suas características físicas – cor e textura;
- Elaborar um derivado produzido com o *surimi* e avaliar sua aceitação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Medicina Veterinária - Campus de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

4.2 Delineamento experimental e matéria prima

O experimento utilizou um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 2, onde os fatores foram as lavagens (água destilada e água destilada + NaHCO₃ + NaCl) e os crioprotetores (NaCl + sacarose e sorbitol + tripolifosfato de sódio), totalizando quatro tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Processos de elaboração de *surimi* utilizados no experimento

Crioprotetores	Lavagens	
	3 lavagens com água destilada	1ª lavagem com NaHCO ₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3%
NaCl 2%	Processo 1 (P1)	Processo 3 (P3)
Sacarose 1%		
Sorbitol 5%		
Tripolifosfato de sódio 0,3%	Processo 2 (P2)	Processo 4 (P4)

A carne de tilápia (*Oreochromis niloticus*) criada em cativeiro foi fornecida por um experimento concomitante cujo objetivo era investigar o papel de diferentes pigmentantes sobre as características físicas e químicas dos filés. Consequentemente, grandes porções de filés foram geradas, motivando, assim, sua utilização como matéria prima. Para este experimento, as porções excedentes dos filés foram misturadas, embaladas e congeladas a -20 °C.

4.3 Elaboração do *surimi*

Após o descongelamento a 5 °C por 24 horas, a carne foi triturada, pesada e transferida para um recipiente que permitia o recebimento de água para a realização das lavagens (Figura 3). As operações de lavagens (Tabela 1) foram realizadas utilizando sempre a proporção de 3:1 para a relação água:carne, 6 °C para a temperatura da água (KIRSCHNIK, 2007; MELLO, 2009) e 5 minutos de leve agitação durante cada ciclo de lavagem (Figura 4), seguidos de 5 minutos de repouso. Em um dos processos, foram realizados três ciclos de lavagens somente com água destilada. No outro processo, à água da primeira lavagem foi adicionado 0,5% de NaHCO₃ e às águas das duas lavagens subsequentes foram adicionados 0,3% de NaCl.

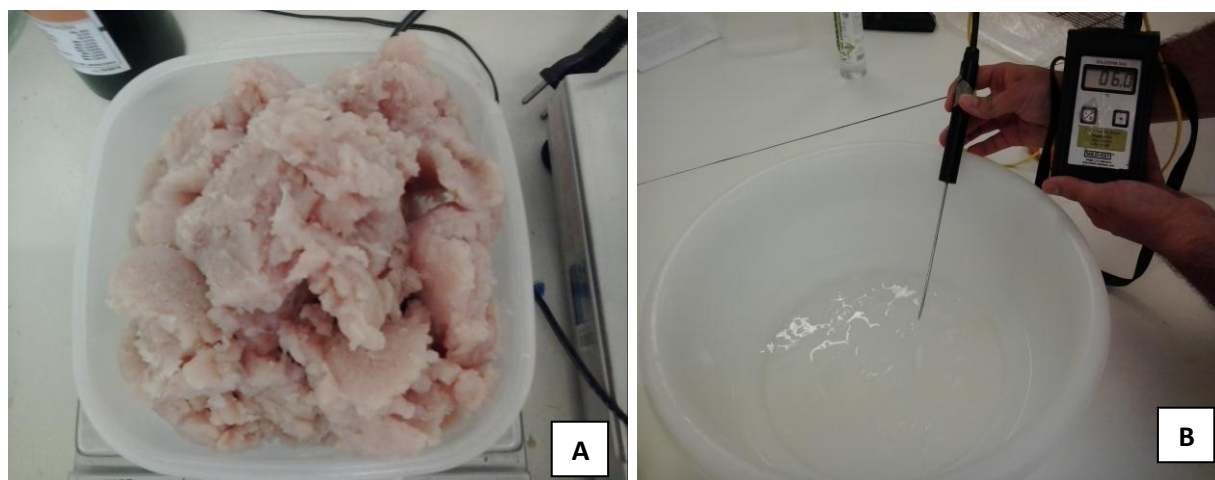


FIGURA 3 – Pesagem dos filés triturados (A) e medição da temperatura da água para realização das lavagens (B)



FIGURA 4 – Operação de lavagem

Em ambos os processos, entre as lavagens, a água foi drenada com o auxílio de um tecido de helanca bailarina (100% poliéster) e, após cada lavagem, o excesso de água foi eliminado manualmente torcendo-se o tecido (Figura 5).



FIGURA 5 – Drenagem da água (A) e eliminação do excesso de água (B).

Na sequência, foram utilizadas duas diferentes combinações de crioprotetores, NaCl 2% + sacarose 1% ou sorbitol 5% + tripolifosfato de sódio 0,3% (Tabela 1). Os crioprotetores e o amido de mandioca, na proporção de 10%, foram misturados à massa lavada e drenada, dando origem aos *surimis* (Figura 6), que foram embalados em filmes plásticos e congelados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises. Foram realizadas quatro repetições de cada processo, originando 16 diferentes amostras para as análises descritas a seguir.

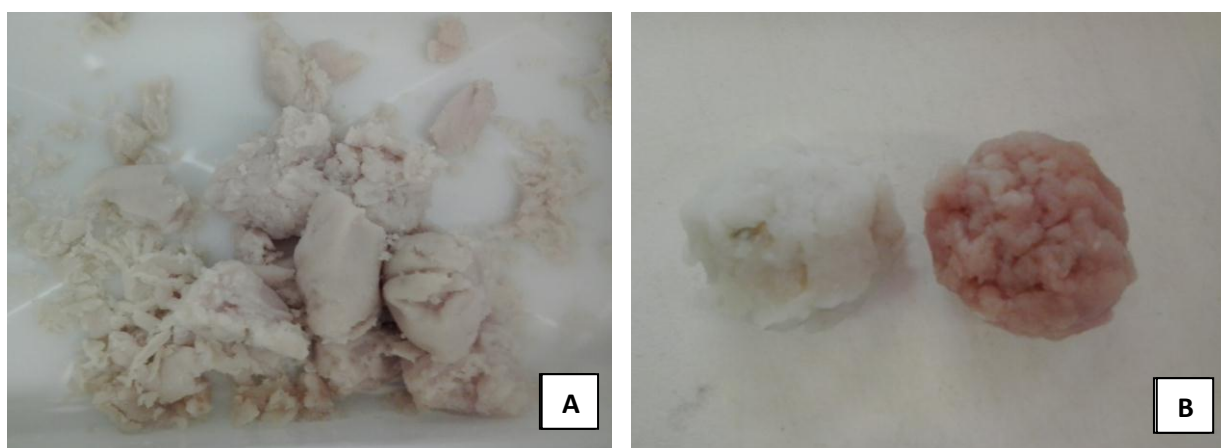


FIGURA 6 – Concentrado miofibrilar úmido (A) e comparação da cor da carne antes e depois das lavagens (B).

4.4 Quantificação dos compostos nitrogenados não protéicos (NNP)

Os NNP das amostras de *surimi* foram determinados pelo método de micro Kjeldahl no filtrado obtido após a precipitação das proteínas da carne com ácido tricloroacético (TCA) a 15% (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2006). Essa dosagem foi realizada em duplicata, após cada processo de lavagem.

4.5 Determinação do rendimento

Para estimar o rendimento dos tratamentos, foram registrados os pesos das porções musculares utilizadas para o preparo do *surimi* (p inicial) e os pesos dos *surimis* (p final), por meio da relação:

$$\text{Rendimento (R) \%} = \frac{(\text{p final} \times 100)}{\text{p inicial}}$$

4.6 Determinação da composição centesimal

Os componentes umidade, proteínas, lipídeos e cinzas (sais minerais) foram determinados em duplicata em cada uma das amostras de *surimi*, após o descongelamento a 5 °C durante 24 h. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico em estufa a 105 °C; a proteína bruta foi determinada pelo método de micro Kjeldhal, a partir da quantificação do nitrogênio das amostras (N x 6,25), passando pelas etapas de digestão, destilação e titulação; os lipídeos foram determinados pelo método de Folch et al. (1957), após a extração com uma mistura de clorofórmio e metanol e separação com solução de cloreto de potássio e, as cinzas foram obtidas por gravimetria após incineração em mufla a 550 °C (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2006).

4.7 Preparo do gel de *surimi*

Após o descongelamento a 5 °C durante 24 horas, as amostras de *surimi* foram embutidas manualmente em tripa celulósica com diâmetro de 24 mm, amarradas manualmente, tratadas termicamente em banho-maria a 90 °C/30 min e imediatamente resfriadas por imersão em água gelada contendo gelo picado (aproximadamente 1 °C) durante 15 minutos. O armazenamento dos géis de *surimi*, realizado após a retirada manual das tripas, foi feito a 5 °C durante o período destinado à realização das análises instrumentais (cor e perfil de textura), de aproximadamente 2 dias.

4.8 Determinação da cor objetiva

A avaliação da cor foi realizada para pesquisar possíveis alterações na cor dos géis de *surimi* de tilápia causadas pelos diferentes processos de lavagens. Para a determinação da cor dos géis, foi utilizado o espaço CIELab (L – luminosidade, *a* – intensidade de vermelho-verde, *b* – intensidade de amarelo- azul). As medidas foram realizadas com o colorímetro MiniScan XE Plus (Hunterlab) calibrado com padrões preto e branco, utilizando iluminação D65 e 10 ° para o ângulo de observação. Três medidas consecutivas foram realizadas em pontos próximos dos géis para gerar uma média dos atributos de cor.

4.9 Determinação do perfil de textura

O perfil de textura foi determinado em texturômetro TAXT2 (SMS), utilizando um *probe* cilíndrico de aço inoxidável com fundo chato de 25 mm de diâmetro, com velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2,0 mm/s e distância da plataforma de 10 mm, onde os parâmetros analisados foram:

dureza, fraturabilidade, adesividade, viscosidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência. Foram realizadas três leituras consecutivas em cada amostra e o valor médio foi o considerado.

4.10 Análise microbiológica

Com a finalidade de avaliar a adequabilidade microbiológica do *surimi* para a análise sensorial, juntaram-se os *surimis* provenientes das quatro repetições dos quatro processos. Os grupos microbianos pesquisados foram *Salmonella* sp, coliformes a 45 °C e estafilococos coagulase-positiva e as determinações foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos pela American Public Health Association - APHA (DOWNWS; ITO, 2001). Tendo sido constatado o atendimento do produto aos critérios microbiológicos exigidos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária para produtos derivados de pescado (*surimi* e similares refrigerados ou congelados) (ANVISA, 2001), o *surimi* pôde ser destinado à elaboração dos derivados.

4.11 Elaboração do derivado de *surimi*

O *surimi* foi descongelado a 5 °C por 24 horas, misturado e moldado manualmente em formato de bolas (Figura 7), utilizando como medida de referência uma colher de sopa (aproximadamente 20 g). Após essa etapa, os produtos foram cozidos por 30 minutos em um litro de água contendo realçador de sabor para peixe e caldo de peixe industrializado e emergidos em molho de tomate previamente aquecido por 15 minutos (Figura 8).



FIGURA 7 – Preparação do derivado do *surimi*.



FIGURA 8 – Elaboração do molho e cozimento dos derivados do *surimi*.

4.12 Análise sensorial

A análise sensorial dos derivados do *surimi* foi realizada no mesmo dia do processamento do produto. Eles foram apresentados em pratos plásticos descartáveis (Figura 9) a 40 consumidores voluntários adultos não-treinados, selecionados previamente pela preferência por consumir produtos cárneos e pela disponibilidade e interesse em participar do teste. Os provadores avaliaram o produto por meio de uma escala hedônica de aceitabilidade estruturada em cinco pontos, onde o ponto cinco correspondia a “gostei muito”,

e o ponto um correspondia a “desgostei muito” (Anexo A) (MINIM, 2006). Os procedimentos realizados na análise sensorial foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba (Processo 2013/01329). Os voluntários receberam informações sobre o projeto e assinaram um termo de consentimento (Anexo B) onde atestavam ciência e concordância com a pesquisa.



FIGURA 9 – Apresentação do derivado de *surimi* para a análise sensorial.

4.13 Análises estatísticas

Os resultados das análises químicas, de rendimento e de cor foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey. Para os dados do perfil de textura, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.3) e o nível de significância adotado foi de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal, rendimento e compostos nitrogenados não proteicos (NNP)

Os valores da composição centesimal, NNP e rendimento em função dos diferentes processos de produção do *surimi* de tilápia estão ilustrados na Tabela 2. Observou-se que as variáveis cinzas, lipídios, NNP e rendimento apresentaram diferença significativa entre alguns tratamentos, ficando evidente a influência dos diferentes processos de produção sobre esses parâmetros.

Os diferentes processos não alteraram o teor de umidade das amostras de *surimi* ($P > 0,05$), o que sugere que as forças empregadas nas operações de drenagem das águas de lavagens foram uniformes, apesar do processo ter sido realizado manualmente (Tabela 2). Esses valores estão abaixo do observado por Mello et al. (2010), que encontraram um teor de umidade de 80,82%, para o *surimi* produzido com três lavagens sucessivas, feitas com NaHCO_3 0,5% na primeira e NaCl 0,2% na segunda e terceira. Segundo ele, o teor de umidade final é um fator importante na classificação da qualidade do *surimi*, e os percentuais recomendados variam de 72 a 77%. Valores próximos de umidade foram observados por Fogaça (2009), que encontrou 75,44% utilizando três lavagens sucessivas com água destilada para a obtenção do *surimi*. No entanto, as umidades das amostras de *surimi* apresentaram-se inferiores ao verificado por São Martinho (2011), que obteve valores de 81,40% utilizando processos semelhantes de lavagens. O mesmo autor, porém, encontrou teores de umidade acima de 72,63% utilizando ácido láctico durante as lavagens para produzir *surimi* com carne mecanicamente separada (CMS) de Goete (*Cynoscion jamaicensis*). Essa diferença pode ser decorrente dos diferentes processos de retirada da água e/ou pela melhor capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares, que estão presentes em grande quantidade na CMS devido à remoção das proteínas sarcoplasmáticas durante a

lavagem. Este fato também foi observado Kirschnik (2007), que obteve valores de 78,31% para a CMS não lavada e 81,28% para a CMS lavada.

O uso de NaCl e sacarose como crioprotetores (P1 e P3) promoveu um aumento significativo ($P < 0,05$) no teor de cinzas do *surimi*. Esses resultados estão próximos dos encontrados por Peixoto et al. (2000) que obteve 1,81% para o *surimi* produzido com pescada gó (*Macrodon ancylodon*) com 2% de cloreto de sódio e 4% de sacarose, porém, são superiores ao encontrado por Mello et al. (2010) para o *surimi* de tilápia adicionado 5% de sacarose e 0,3% de tripolifosfato (0,98%). Os menores valores de cinzas foram encontrados nos tratamentos 2 e 4, que estão próximos aos 0,46% de cinzas encontrados por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009). São Martinho (2011) relata teores de 0,58% e 0,81% de cinzas para o *surimi* produzido com Goete (*Cynoscion jamaicensis*) e adicionado sorbitol (5,0%) e tripolifosfato de sódio (0,3%) como crioprotetores. Segundo eles, o menor valor pode ser decorrente da baixa retenção de sais minerais decorrente do aumento da solubilização proteica.

Neste trabalho, verificou-se um efeito significativamente superior na remoção de lipídeos ($P < 0,05$) quando foi utilizada apenas a água destilada nas lavagens e os crioprotetores foram NaCl e sacarose (P1). Esse resultado apresenta relevância na medida em que a presença de altos teores de lipídios no *surimi* pode provocar alterações sensoriais indesejáveis no produto, tais como alterações da cor e do odor, além de favorecer a estabilidade química (MIRA; LANFER-MARQUES, 2005). Os teores de lipídios encontrados para as amostras de *surimi* neste experimento estão abaixo do encontrado por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), que obtiveram valor médio de 1,63%, porém, estão próximos dos encontrados por outros autores que relataram teores médios de 0,62% (VAZ, 2005) e 0,60% para o *surimi* de Goete (*Cynoscion jamaicensis*), com lavagem em solução de NaCl (SÃO MARTINHO, 2011).

Tabela 2 - Composição centesimal, em %, nitrogênio não proteico (NNP), em mg N100 g⁻¹, e rendimento, em %, do *surimi* de tilápia, segundo as lavagens e crioprotetores (médias $\pm$ desvios padrões)

Análises	Crioprotetores ¹	Lavagens		Média
		3 lavagens com água destilada	1ª lavagem com NaHCO ₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3%	
Umidade	C1	78,11 $\pm$ 2,45	75,86 $\pm$ 1,95	76,98
	C2	76,80 $\pm$ 4,01	74,00 $\pm$ 1,40	75,40
	Média	77,45	74,93	
Cinzas	C1	1,70 $\pm$ 0,24	1,74 $\pm$ 0,17	1,72 ^a
	C2	0,49 $\pm$ 0,22	0,44 $\pm$ 0,08	0,46 ^b
	Média	1,10	1,09	
Lipídios	C1	0,38 $\pm$ 0,08 ^{Bb}	0,82 $\pm$ 0,19 ^A	0,60
	C2	0,72 $\pm$ 0,18 ^a	0,66 $\pm$ 0,11	0,69
	Média	0,55	0,74	
Proteína	C1	12,14 $\pm$ 2,22	13,56 $\pm$ 1,01	12,85
	C2	11,38 $\pm$ 1,95	12,43 $\pm$ 1,41	11,91
	Média	11,76	13,00	
NNP	C1	0,10 $\pm$ 0,01 ^{Bb}	0,13 $\pm$ 0,02 ^{Aa}	0,11
	C2	0,13 $\pm$ 0,02 ^{Aa}	0,09 $\pm$ 0,00 ^{Bb}	0,11
	Média	0,12	0,11	
Rendimento	C1	68,82 $\pm$ 9,58	61,17 $\pm$ 7,60	65,00
	C2	80,37 $\pm$ 10,73	56,24 $\pm$ 10,99	68,30
	Média	74,60 ^A	58,71 ^B	

¹C1 = NaCl 2% + Sacarose 1% e C2 = Sorbitol 5% + Tripolifosfato de sódio 0,03%. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Essas variações no teor de lipídios podem ocorrer devido a espécie, condições ambientais, fisiológicas e alimentares em que os peixes se encontram, e aos ciclos de lavagens utilizados na elaboração do *surimi*, que eliminam boa parte da gordura contida no músculo (SARY et al., 2009). Mello et al. (2010) observou uma diminuição do percentual de lipídios durante as lavagens da polpa (3,14%) até a obtenção do *surimi* (0,27%), fato também observado por Kirschnik (2007), que obteve uma redução de cerca de 7% do teor lipídico após os processos de lavagem.

Em relação à proteína, não houve diferença significativa entre os processos de lavagem ($P > 0,05$). Considerando que a maior parte do *surimi* é composta de proteínas, a concentração desse componente está diretamente relacionada com a eliminação da água utilizada nas lavagens. Portanto, as concentrações de água e proteína mantiveram-se constantes, ratificando a padronização das forças aplicadas nas etapas de drenagem das águas de lavagens. Os valores de proteína encontrados neste experimento estão próximos dos determinados por Vaz (2005), Mello et al. (2010) e Peixoto et al. (2000) que encontraram valores de 11,19%, 14,6%, e 11,63% respectivamente.

Houve uma interação significativa ($P < 0,05$) entre os tipos de lavagens e de crioprotetores sobre a remoção dos compostos nitrogenados não proteicos (Tabela 2). Assim, encontrou-se que as lavagens apenas com água destilada foram mais eficientes na remoção do NNP quando os crioprotetores adicionados foram NaCl e sacacore (P1). Já as lavagens com os sais foram mais eficientes na remoção desses compostos quando os crioprotetores sorbitol e tripolifosfato de sódio foram utilizados (P4). A quantidade de NNP na carne é utilizada como parâmetro de frescor, por serem as proteínas os primeiros compostos metabolizados pelos microrganismos decompositores (ALBUQUERQUE et al., 2004). Segundo Kirschnik (2007), os ciclos de lavagens removem grande quantidade de enzimas bacterianas e proteases musculares que poderiam hidrolisar as proteínas e, conseqüentemente, elevar os valores de NNP do *surimi* durante o armazenamento. Após os processos de lavagem, esse mesmo autor observou uma diminuição significativa nos teores

de NNP nas CMS, que foi atribuída à lixiviação dos componentes nitrogenados solúveis formadores do NNP. Os valores de NNP obtidos nos diferentes processos foram semelhantes aos encontrados por Furlan et al. (2009) para o *surimi* feito com a polpa de anchoíta (*Engraulis anchoita*). Esses autores encontraram 0,185, 0,093, 0,110 e 0,088 mg100g⁻¹ de NNP aplicando 4 ciclos de lavagens onde, na primeira foram utilizadas concentrações de NaHCO₃ de 0,1; 0,2; 0,3; e 0,5% para os ciclos A, B, C e D, respectivamente, seguindo-se duas lavagens com água destilada e uma com NaCl 0,3%.

Durante as lavagens são eliminadas enzimas, proteínas solúveis, gordura e sangue, proporcionando significativa perda em sólidos no efluente, o que pode influenciar o baixo rendimento do produto (VAZ, 2005). Além disso, o rendimento também pode ser influenciado pela espécie utilizada, pelo tipo e número de lavagens, pela temperatura da água e pela eficiência na sua retirada (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). O uso de apenas água destilada nas lavagens para a produção de *surimi* de tilápia promoveu um aumento significativo ($P < 0,05$) no rendimento do produto. Os resultados aqui relatados são próximos aos encontrados por São Martinho (2011). Esse autor obteve rendimentos de 54,7% (S1) e 82,4% (S2), para o *surimi* de Goete (*Cynoscion jamaicensis*) produzido com três ciclos de lavagens onde, no *surimi* S1, a primeira lavagem foi realizada com solução de bicarbonato de sódio 0,5%, seguida de lavagem com solução de ácido láctico 0,2% e, por último, uma lavagem com solução de cloreto de sódio 0,3% e, no *surimi* S2, a primeira lavagem foi realizada com solução de bicarbonato de sódio 0,5%, seguida de duas lavagens com cloreto de sódio a 0,3%. Vaz (2005) encontrou um rendimento 62,41% para o *surimi* obtido a partir da polpa de tilápia e Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) encontraram um rendimento médio de 84,7% para o *surimi* elaborado com a carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia.

Considerando que a remoção de NNP e de lipídios é de grande importância para a qualidade final do *surimi* e que a condição que promoveu a maior eliminação desses compostos coincide com a condição que promoveu também o maior rendimento, sugere-se, a adoção do uso apenas de água

destilada nas operações de lavagem da carne de tilápia visando à elaboração do produto, o que também representa uma diminuição no custo do processo em razão de se dispensar o uso de sais.

5.2 Cor

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram que não houve influência significativa ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre os parâmetros de cor. A cor final do surimi se deve à perda de sangue, pigmentos carotenóides e outros, durante os processos de lavagem. Dessa forma, pode-se concluir que os ciclos de lavagens foram igualmente eficazes na remoção de componentes indesejáveis para a cor final do produto.

Tabela 3 - Influência dos processos de lavagens e dos tipos de crioprotetores sobre os parâmetros de cor (L – luminosidade, a – intensidade de vermelho-verde, b – intensidade de amarelo-azul) dos géis de *surimi* de tilápia (médias $\pm$ desvios padrões)

Parâmetros de cor	Processos ¹				Valor P
	1	2	3	4	
L	70.82 $\pm$ 2.69	71.26 $\pm$ 0.53	70.02 $\pm$ 2.82	71.49 $\pm$ 1.68	0,7765
a	2.57 $\pm$ 0.23	2.58 $\pm$ 0.26	2.98 $\pm$ 0.30	2.79 $\pm$ 0.24	0,1294
b	10.03 $\pm$ 1.00	11.05 $\pm$ 1.53	10.42 $\pm$ 1.02	10.41 $\pm$ 1.44	0,7255

¹Processos: 1 (três lavagens com água destilada e crioprotetores NaCl 2% e sacarose 1%), 2 (três lavagens com água destilada e crioprotetores sorbitol 5% e tripolifosfato de sódio 0,3%), 3 (1ª lavagem com NaHCO₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3% e crioprotetores NaCl 2% e sacarose 1%) e 4 (1ª lavagem com NaHCO₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3% e crioprotetores sorbitol 5% e tripolifosfato de sódio 0,3%).

O produto apresentou cor clara (altos valores de L), o que é desejado pelos consumidores pois, quanto mais claro for o *surimi*, mais rapidamente ele será comercializado, devido à facilidade da utilização de aromas, saborizantes

artificiais e corantes (VAZ, 2005). Fogaça (2009) obteve valores de luminosidade de 69,48 para o gel de *surimi* produzido com três lavagens e adição de 10% de amido e 74,58 para o produzido com cinco lavagens e 40% de adição de amido, ambos aquecidos a 90 °C por 30 minutos, e observou que a adição de amido eleva os valores de brancura do *surimi*, sendo o ideal L maior que 50.

Segundo Fogaça (2009), existe grande preferência pelo *surimi* com alta luminosidade e baixa coloração amarela. Ainda, segundo a autora, que obteve valores de b de 2,15 para o *surimi* produzido com cinco lavagens, quanto maior o numero de lavagens, menor será a intensidade de amarelo. O mesmo raciocínio se aplica para a intensidade de vermelho, devido à remoção de sangue e pigmentos carotenoides durante as lavagens.

Vaz (2005) comparou a cor da polpa de tilápia utilizada na elaboração de *surimi* com o produto final e encontrou valores de L de 56,88 e 65,26, valores de a de 4,03 e 0,29 e valores de b de 16,26 e 12,84, respectivamente, para polpa e *surimi*, comprovando que, com os ciclos de lavagens, os carotenoides, pigmentos do sangue e compostos nitrogenados solúveis são removidos, resultando em um *surimi* com coloração menos intensa e com alta luminosidade.

5.3 Perfil de textura

O TPA dos géis está apresentado na Tabela 4 e mostra grande variação, com elevado desvio padrão, demonstrando a falta de uniformidade e homogeneidade do teste.

Tabela 4 - Influência dos processos de lavagens e dos tipos de crioprotetores sobre o perfil de textura dos géis de *surimi* de tilápia (médias $\pm$ desvios padrões e medianas)

Parâmetros de textura	Processos ¹							
	1		2		3		4	
Dureza (kgf)	17,68 $\pm$ 20,66	12,95	3,75 $\pm$ 8,78	-0,18	33,15 $\pm$ 25,16	38,37	16,05 $\pm$ 18,70	13,74
Fraturabilidade (kgf)	5,45 $\pm$ 10,99	0,21	23,43 $\pm$ 19,22	23,77	15,08 $\pm$ 30,38	0,21	24,00 $\pm$ 30,63	15,70
Adesividade	-1,80 $\pm$ 1,05	-1,85	-1,56 $\pm$ 0,82	-1,64	-1,88 $\pm$ 1,00	-2,10	-1,16 $\pm$ 0,40	-1,18
Viscosidade	0,82 $\pm$ 0,09	0,81	0,78 $\pm$ 0,08	0,78	0,91 $\pm$ 0,03	0,91	0,80 $\pm$ 0,18	0,79
Coesividade	0,30 $\pm$ 0,10	0,29	0,28 $\pm$ 0,13	0,23	0,43 $\pm$ 0,08	0,43	0,32 $\pm$ 0,20	0,29
Mastigabilidade (kgf)	5,04 $\pm$ 6,50	2,92	0,77 $\pm$ 1,80	-0,10	13,70 $\pm$ 11,49	15,34	1,77 $\pm$ 2,08	1,34
Resiliência	0,06 $\pm$ 0,03	0,06	0,07 $\pm$ 0,06	0,04	0,12 $\pm$ 0,05	0,12	0,08 $\pm$ 0,07	0,06

¹Processos: 1 (três lavagens com água destilada e crioprotetores NaCl 2% e sacarose 1%), 2 (três lavagens com água destilada e crioprotetores sorbitol 5% e tripolifosfato de sódio 0,3%), 3 (1ª lavagem com NaHCO₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3% e crioprotetores NaCl 2% e sacarose 1%) e 4 (1ª lavagem com NaHCO₃ 0,5%, 2ª e 3ª lavagens com NaCl 0,3% e crioprotetores sorbitol 5% e tripolifosfato de sódio 0,3%).

As oscilações observadas nos parâmetros de textura dos géis de *surimi* podem ser ocasionadas pelo desdobramento da molécula de miosina, que produz aumento na fluidez do semigel que pode separar algumas redes proteicas já formadas (KUHN et al., 2008). A textura também pode ser influenciada pela presença dos ingredientes e pela forma de processamento. De acordo com Kuhn et al. (2003), a presença de ar no interior dos géis limita a obtenção dos dados de textura, uma vez que causa rompimento precoce da estrutura durante o aumento da pressão. Também a densidade e a uniformidade dos géis de *surimi* podem influenciar o TPA, já que, nesta prova, somente um lado do gel é submetido à penetração (BARRETO; BEIRÃO, 1999; MELLO, 2009).

Os parâmetros de textura não variaram significativamente entre os tratamentos ($P > 0,05$, Tabela 4). Os valores mais constantes e de menores desvios padrões foram encontrados para os parâmetros adesividade, viscosidade, coesividade e resiliência. Em relação à fraturabilidade, valores semelhantes foram encontrados por São Martinho (2011), que obteve 14,33 para o *surimi* elaborado com processos de lavagens semelhantes ao do tratamento 3, onde se utilizou bicarbonato de sódio a 0,5% e cloreto de sódio a 0,3%.

Uma das melhores maneiras para verificar a habilidade de formação dos géis de *surimi* é através do parâmetro coesividade, pois este representa a capacidade das moléculas do gel em se manterem ligadas (BARRETO; BEIRÃO, 1999). No TPA deste experimento, a coesividade dos géis de *surimi* apresentou valores próximos e baixos desvios-padrões, podendo ser considerada um indicador de que os diferentes tratamentos não influenciaram a textura final do produto. Valores próximos foram encontrados por São Martinho (2011), que obteve coesividade média de 0,44 e 0,58 kgf para os géis de *surimi*. A mastigabilidade está intimamente relacionada à dureza (GARCIA, 2007). Mello (2009) obteve valores de 3,45 e 13,36 de mastigabilidade para o *kamaboko* aquecido em Banho-Maria a 95 °C por 30 minutos, sendo que o primeiro continha 2% de sal e 0,5% de *flavor* de peixe defumado e o segundo

2% de sal, 5% de amido, 3% de clara de ovo desidratada e 0,5 de *flavor* de peixe defumado.

Hajidoun e Jafarpour (2013) encontraram valores de 47,32, 0,80, -1,20 e 0,99 para dureza, coesividade, adesividade e elasticidade, respectivamente, no gel de *surimi* de carpa com 1,5% de quitosana e de 28,18, 0,65, -0,59 e 0,96 para os mesmos parâmetros de textura no gel de *surimi* controle com 2,5% de NaCl. Segundo esses autores, o uso de quitosana na elaboração do *surimi* de carpa promoveu uma pequena redução no conteúdo da miosina de cadeia pesada em função da polimerização e, simultaneamente, aumentou a formação de componentes das ligações cruzadas entre as cadeias de miosina pesada, melhorando o TPA.

5.4 Análises microbiológicas

A Tabela 5 mostra os resultados da análise microbiológica do *surimi* e os padrões microbiológicos definidos na RDC nº 12 da ANVISA (ANVISA, 2001).

Tabela 5 - Resultados da avaliação microbiológica do *surimi*

Grupos microbianos pesquisados	<i>Surimi</i>	RDC nº 12/2001
<i>Salmonella</i> sp (25 g)	Ausência	Ausência
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	3,6	$\leq 10^2$
Estafilococos coagulase-positiva (UFC/g)	zero	$\leq 5 \times 10^2$

NMP/g - número mais provável por grama de produto; UFC/g - unidade formadora de colônias por grama de produto; RDC - Resolução da Diretoria Colegiada (ANVISA, 2001).

Os resultados obtidos na avaliação microbiológica do *surimi* apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, o que reflete as condições adequadas de higiene no processamento e na

manipulação, originando um produto apropriado para o consumo. Esse resultado permitiu a continuidade do trabalho, onde se previa a experimentação de produto elaborado com o *surimi*.

Mello et al. (2010), trabalhando com *surimi* obtido de quatro diferentes lotes de espinhaço residual da filetagem de tilápia, detectou estafilococos coagulase-positiva no primeiro e no segundo lotes e *Salmonella* sp no segundo lote, e atribuiu essa contaminação às condições de manipulação insatisfatórias e à qualidade da matéria prima utilizada. Simões et al. (2007), realizando análise microbiológica em filés de tilápias in natura, observou ausência de estafilococos coagulase-positiva e *Salmonella* sp e cita que, se fosse confirmada a presença dessas bactérias, a matéria-prima deveria ser descartada para impedir qualquer tipo de toxinfecção alimentar, normalmente transmitida por alimentos contaminados, por manipuladores ou pelo contato com superfícies higienizadas inadequadamente.

5.5 Análise sensorial

5.5.1 Teste de aceitação

A análise sensorial avaliou a aceitação global do derivado do *surimi* de tilápia. O desempenho obtido no teste de aceitação (Figura 10) indicou que 25% dos participantes “gostaram muito” do produto, optando pela nota 5, em uma escala que varia de 1 a 5 e outros 30% “gostaram moderadamente” (nota 4), o que indica a boa aceitação do derivado produzido com o *surimi*. Este resultado pode ser considerado satisfatório, indicando a possibilidade de obtenção de um derivado de pescado com as porções excedentes de filés. Na elaboração do *surimi* geralmente são utilizados resíduos da industrialização do pescado e peixes de baixo valor comercial (FOGAÇA, 2009; MELLO, 2009; SARY et al., 2009), porém, neste experimento, o uso dos filés representou uma forma de agregar valor ao produto. Dentre os comentários apontados, foi

ressaltada a “falta de sal”, um problema que pode ser facilmente resolvido pelo acréscimo deste ingrediente e de condimentos. É importante ressaltar que nenhum comentário negativo relacionado ao produto foi emitido.

Vários autores relataram uma boa aceitação para os produtos elaborados com o *surimi*, como Oliveira et al. (2012), que obteve 98% para o atributo aparência e 90% para o atributo sabor de almôndegas elaboradas com polpa bruta de tilápia e proteína texturizada de soja de coloração marrom e sabor carne. Peixoto et al. (2000) também observou bons resultados, obtendo “muito boa” aceitação (89,6%) para o produto moldado sabor camarão elaborado com *surimi* de pescada gó (*Macrodon ancylodon*) homogeneizado com camarão seco triturado e demais ingredientes, e Kirschnik (2007) alcançou bons resultados no teste de aceitação global de *nuggets* de carne mecanicamente separada lavada de tilápia.

As diferentes formulações de um produto podem influenciar positiva ou negativamente no resultado da análise sensorial, uma vez que a aceitabilidade de um alimento por parte dos consumidores está ligada não só à avaliação visual, mas a um conjunto de características como cor, odor, sabor e textura, que podem influenciar a aceitação (TEIXEIRA, 2009). Os hábitos e padrões culturais, a sensibilidade individual, a idade do consumidor, entre outros fatores, também influenciam a preferência por um produto (OLIVEIRA et al., 2012).

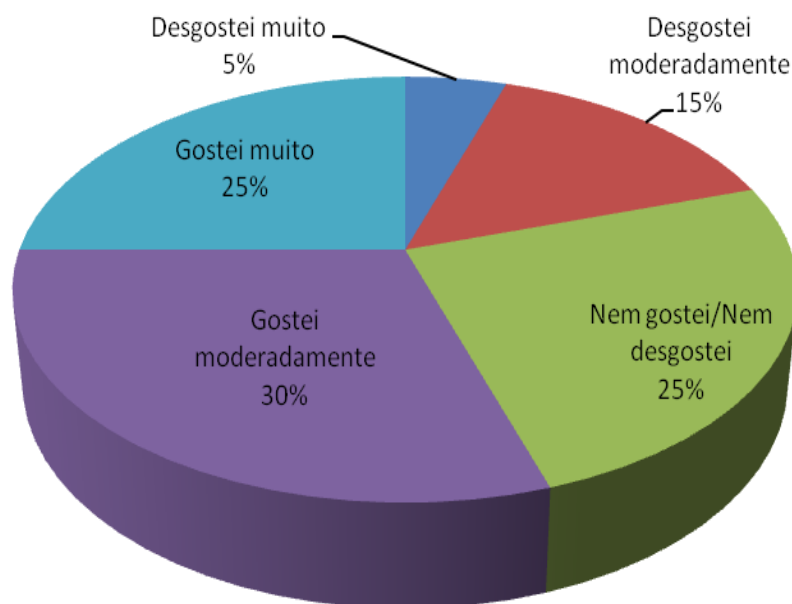


FIGURA 10 - Aceitação do produto pelos consmidores

Os resultados obtidos na análise sensorial demonstraram que o *surimi* empregado como matéria-prima para a elaboração de derivados pode ser viável comercialmente, pois estes apresentaram boa aceitação. Dessa forma, verifica-se que o uso do *surimi* na formulação de produtos alimentícios possui potencial para a comercialização, uma vez que permite a produção de alimentos com alto valor nutricional e tecnológico, características desejáveis tanto para os consumidores quanto para as indústrias.

6 CONCLUSÃO

As concentrações de proteína e umidade dos *surimis* não sofreram influência dos processos de lavagens ou dos crioprotetores, enquanto que a concentração de cinzas foi maior quando NaCl e sacarose foram usados como crioprotetores e o rendimento foi maior quando apenas água destilada foi utilizada nas lavagens. A maior remoção de gordura foi alcançada quando as

lavagens foram realizadas apenas com água destilada e os crioprotetores foram NaCl e sacarose. As maiores remoções de NNP foram alcançadas com ambas as combinações: apenas água destilada nas lavagens e NaCl e sacarose como crioprotetores e água com sais nas lavagens e sorbitol e tripolifosfato como crioprotetores. Os tratamentos utilizados produziram géis de cor e textura semelhantes. A maioria dos provadores aprovou o derivado de *surimi*.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12806: **Análise sensorial de alimentos e bebidas: terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 f.

ALBUQUERQUE, W. F.; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, número especial, p. 264–271, 2004.

ANDRADE, G. Q.; BISPO, E. S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p.721-726, 2009.

ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.abic.com.br/arquivos;leg_resolucao12_01_anvisa.pdf. Acesso em: 6 out. 2014.

ARAÚJO, D. M. **Fontes de lipídeos poliinsaturados na nutrição e saúde da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

BAKER, R. T. M. Canthaxanthin in aquafeed applications: Is there any risk? **Trends in Food Science and Technology**, v.12, n.7, p.240-243, 2001.

BARRETO, P. L. M.; BEIRÃO, L. H. Influência do amido e carragena nas propriedades texturiais de surimi de tilápia (*Oreochromis* sp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.183-188, 1999.

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

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%C3%ADstico%20MPA%202010.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Potencial brasileiro**. Brasília: MPA, 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 19 maio 2014.

CARLSON, V. **Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. Rio de Janeiro: ACEB, 2014. 136p.

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

DURÃES, J. P. **Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento**. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – área de Qualidade e Produção Animal). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2009.

EL-SAIDY, D. M. S. D.; SAAD, A. S. Effects of partial and complete replacement of soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization and haematological indexes for mono-sex male Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. **Aquaculture Research**, v.42, p.351-359, 2011.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.669–677, 2010.

FOGAÇA, F. H. S. **Caracterização do surimi de tilápia (*Oreochromis niloticus*): morfologia e propriedades físicas, químicas e sensoriais**. 2009. 75 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FOLCH, J.; LEE, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biology and Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Fishery and aquaculture statistics**: Yearbook 2009. Roma: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/ba0058t/ba0058t.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.a.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2009**. Roma: FAO, 2009. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2010**. Roma: FAO, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2012**. Part one - World review of fisheries and aquaculture. Roma: FAO, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e01.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

FURLAN, V. J. M.; SILVA, A. P. R.; QUEIROZ, M. I. Avaliação da Eficiência de Extração de Compostos nitrogenados da polpa de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p.834-839, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-206120090004000-21&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago 2014.

GARCIA, G. A. C. **Efeito do uso de enzimas proteolíticas na maturação de queijo prato com teor reduzido de gordura**. 2007. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos - área de Ciência e Tecnologia de Alimento). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, 2007.

HORWITZ, W.; LATIMER, JR. G.W. (Eds.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2006.

HUNTERLAB. CIE L* a* b* color scale. **Insight on Color**. v.8, n.7, p. 1- 4, 1996. Disponível em: <http://lib3.dss.go.th/fulltext/glass/GlassTheories/CIE_Lab_info.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2015

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 91 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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

KUHN, C. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; VENDRUSCOLO, J. L.; SOARES, G. J. D. Surimi of king weakfish (*Macrodon ancylodon*) wastes: texture gel evaluation with protease inhibitors and transglutaminase. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.6, p.895–901, 2004.

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

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

KUHN, C. R.; TORRES, L. M.; ALFARO, A. T.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; SOARES, G. J. D. Avaliação reológica e físico-química da gelificação térmica do surimi de jundiá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1793-1798, 2008.

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, 1997.

LIU, S. X. **Food and agricultural utilization and treatment**. 1.ed. Ames: Blackwell, 2007.

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

MELLO, S. C. R. P. **Caracterização físico-química, bacteriológica e sensorial de “fishburger” e “kamaboko” obtidos da polpa e “surimi” de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 116 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

MELLO S. C. R. P.; FREITAS M. Q.; CLEMENTE S. C. S.; FRANCO R. M, NOGUEIRA E. B.; PINTO M. D. S. R. Caracterização química e bacteriológica de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem de tilápia. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p.648-653, 2010.

MININ, V. P. R. **Análise sensorial: estudos em consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 225p.

MIRA, N. V. M.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e mercúrio contaminante de surimi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.665-71, 2005.

MORI, C. L. S. O.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P. F.; GONCALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, v.11, n.2, p.137-146, 2005.

NOPIANTI, R.; HUDA, N.; FAZILAH, A.; ISMAIL, N.; EASA, A. M. Effect of different types of low sweetness sugar on physicochemical properties of threadfin bream surimi (*Nemipterus* spp.) during frozen storage. **International Food Research Journal**, v.19, n.3, p.1011-1021, 2012.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca**. São Paulo: Varela, 1999. v.1.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de “almôndegas” à base de polpa de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.1, p.37-44, 2012.

ORDONÉZ PEREDA, J. A. (org.). **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2.

ORDONÉZ PEREDA, J. A. (org.). **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1.

PEIXOTO, M. R. S.; SOUSA, C. L.; MOTA, E. S. Utilização de pescada (*Macrodontom ancylo don*) de baixo valor comercial na obtenção de surimi para elaboração de moldado sabor camarão. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.18, n.2, p.151-162, 2000.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003/2000, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes**: fundamentos e metodologias. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2007. 599 p.

REBOUÇAS, M. C.; RODRIGUES, M. C. P.; CASTRO, R. J. S.; VIEIRA, J. M. M. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.697–704, 2012.

RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C. F. A.; PARK, K. J.; ARAUJO, E. A. F.; TOBINAGA, S. Alteração da cor da carne de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) desidratada osmoticamente e seca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.2, p.125-135, 2007.

SÃO MARTINHO, H. C. R. P. **Produção de surimi e derivados em comunidade pesqueira desfavorecida do Rio de Janeiro**. 2011. 57f. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Alimentar). Instituto Superior de Agricultura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.19, n.2, p.83-93, 2012.

SARY, C.; FRANCISCO, J. G. P.; DALLABONA, B. R.; MACEDO, R. E. F.; GANECO, L. N.; KIRSCHNIK, P. G. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, n.4, p.423-432, 2009.

SAS Institute inc. **The SAS System, release 9.3**. SAS Institute Inc., Cary: NC, 2014.

SIMÕES, D. R. S.; PEDROSO, M. A.; AUGUSTO RUIZ, W.; ALMEIDA, T. L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, 1998.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.608-613, 2007.

SOMBRIIO, P. S. **Produção de conserva de mexilhões (*Perna perna*) em embalagem flexível: avaliação sensorial e instrumental da textura**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

STINE, J. J.; PEDERSEN, L.; SMILEY, S.; BECHTEL, P. J. Recovery and utilization of protein derived from surimi wash-water. **Journal of Food Quality**, v.35, n.2012, p.43-50, 2012.

SÜHNEL, J. A. G. **Uso e avaliação de transglutaminase em reestruturado de peixe obtido com aparas de tilápia (*Oreochromis sp*)**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SUSSEL, F. R. Para onde vai a tilápia. **Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC)**, p.1–4, 2007.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p.215-225, 2002.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.64, n.366, p.12-21, 2009.

VAZ, S. K. **Elaboração e caracterização de linguiça fresca “tipo toscana” de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VIDAL, J. M. A. **Utilização de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na obtenção de concentrado protéico de peixe: caracterização físico-química e aceitação sensorial**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ANEXO A**ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO****Nome:****Data:**

1 - Você está recebendo uma amostra codificada de um **derivado** elaborado com “surimi”. Por favor, **prove e avalie** o quanto você gostou deste produto, utilizando a escala abaixo.

Amostra: nº _____

- () 5. Gostei muito
- () 4. Gostei moderadamente
- () 3. Nem gostei/ nem desgostei
- () 2. Desgostei moderadamente
- () 1. Desgostei muito

Comentários: _____

Obrigado pela participação!

ANEXO B

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: **Influência dos processos de lavagens e tipos de crioprotetores na produção de surimi de tilápia.**

Pesquisadores: Elisa Helena Giglio Ponsano; Dayse Lícia de Oliveira (Mestranda).

Orientadora: Elisa Helena Giglio Ponsano

1. **Natureza da pesquisa:** você está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade avaliar sensorialmente de “derivados produzidos com *surimi*” obtido a partir de files de tilápias.
2. **Participantes da pesquisa:** 50 consumidores adultos não-treinados, selecionados previamente pela preferência por consumir produtos cárneos e pela disponibilidade e interesse em participar do teste.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo você permitirá que os pesquisadores verifiquem o nível de aceitação dos “derivados produzidos com *surimi*” pelo consumidor. Você tem liberdade de se recusar a participar da pesquisa, sem qualquer prejuízo. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Sobre as entrevistas:** Será empregada uma escala hedônica de aceitabilidade estruturada em 5 pontos, onde o ponto 1 corresponde a “desgostei extremamente”, e o ponto 5 corresponde a “gostei extremamente”.
5. **Riscos e desconforto:** as amostras a serem avaliadas foram analisadas e encontram-se dentro dos parâmetros microbiológicos regulamentares e, portanto, são seguras para o consumo. No entanto, caso você apresente sensibilidade a algum dos ingredientes da formulação, poderá desenvolver alergia ou distúrbios gastrointestinais. A participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.
6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores terão conhecimento de sua identidade e se comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.
7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo resulte em informações importantes sobre a aceitação pública dos “derivados produzidos com *surimi*” elaborado com as formulações propostas na metodologia do

presente trabalho, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa incentivar o aproveitamento de subprodutos da indústria de processamento de pescado na elaboração de novos produtos. Os pesquisadores se comprometem a divulgar os resultados obtidos, respeitando o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.

8. **Pagamento:** você não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem.

Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvidas.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador

Pesquisador: Dayse Lícia de Oliveira (Mestrado) (18) 99732-4247

Orientador: Elisa Helena Giglio Ponsano (18) 3636-1381

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Ana Cláudia de Melo Stevanato Nakamune

Vice-Coodenador: Prof. Wilson Galhego Garcia

Telefone do Comitê: (18) 3636-3234

E-mail cep@foa.unesp.br