**OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE AO CONGELAMENTO
DE MINCES ELABORADOS COM TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis
niloticus*) E TILÁPIA VERMELHA (*Oreochromis spp*)**

SILVIA FILOMENA BISCALCHIN GRÛSCHEK

Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. **MARÍLIA OETTERER**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de Concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 2001

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Grýschek, Sílvia Filomena Biscalchin

Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de *minces* elaborados com Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e Tilápia vermelha (*Oreochromis spp*) / Sílvia Filomena Biscalchin Grýschek. - - Piracicaba, 2001.

84 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
Bibliografia.

1. Despolpamento 2. Pescado congelado 3. Subprodutos como alimento 4. Tecnologia de alimentos 5. Tilápia-do-Nilo I. Título

CDD

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

Aos meus pais
Ao Marcos
Aos meus filhos

AGRADECIMENTOS

À Professora Dr^a. Marília Oetterer, pela oportunidade, pela orientação, pela liberdade e, principalmente, por acreditar.

Ao ITAL, de Guarujá, nas pessoas de Antonio Espindola Filho e Cristiane R. P. Neiva, pelo apoio e cessão de suas instalações para o processamento dos produtos.

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro.

Ao Professor Dr. Cláudio Rosa Gallo, pelo apoio e auxílio decisivos.

À Professora Dr^a. Marisa A. B. Regitano d'Arce, pelas sugestões e estímulos em momentos importantes.

À Professora Dr^a. Marta Fillet Spotto, pela valiosa colaboração na avaliação sensorial.

Aos demais professores do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, pelos ensinamentos que muito contribuíram para meu aprimoramento profissional.

À Cecília Helena Nogueira, pela ajuda técnica imprescindível neste trabalho.

Às Bibliotecárias Beatriz H. Giongo e Mílian Gustinelli, pelo auxílio e presteza no decorrer do curso.

Às Técnicas de Laboratório Ivani M. Moreno, Juliana A. Galvão e Roberta T. R. Bonatto, pelo apoio e colaboração.

Aos colaboradores do ITAL, de Guarujá, Luis e Gilberto e aos estagiários Ricardo e Cláudio, cuja ajuda durante o processamento dos produtos foi imprescindível.

À Alessandra A. Z. Cozzo, pela amizade e incentivo e aos demais colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo convívio no decorrer do curso.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 A tilápia como matéria-prima.....	4
2.2 Composição química do pescado	5
2.3 Elaboração do <i>mince</i>	10
2.3.1 Fatores que interferem na qualidade do <i>mince</i> de pescado	13
2.3.1.1 Efeito do processo de lavagem sobre a qualidade do <i>mince</i>	15
2.3.1.2 Alterações da composição lipídica do <i>mince</i>	18
2.3.2 Efluentes gerados no processo de elaboração do <i>mince</i>	21
2.3.3 Produtos elaborados a partir de <i>mince</i> de pescado	22
2.3.4 Aditivos e ingredientes.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Matéria-prima.....	28
3.2 Processamento.....	29

3.3	Composição química	35
3.4	Análises microbiológicas.....	35
3.5	Monitoramento da estabilidade dos <i>minces</i>	37
3.6	Elaboração dos <i>fishburgers</i>	37
3.7	Análise sensorial de <i>fishburger</i>	40
3.8	Análise estatística	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1	Rendimento	43
4.2	Composição centesimal.....	45
4.3	Minerais.....	49
4.4	Análises microbiológicas.....	52
4.4.1	Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos	54
4.4.2	Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotrófilos	56
4.5	Análises físico-químicas.....	57
4.5.1	TBARS – Substâncias reativas ao ácido tio-barbitúrico	58
4.5.2	pH	61
4.5.3	<i>Drip</i>	64
4.5.4	BVT – Bases nitrogenadas voláteis	66
4.6	Análise química dos <i>fishburgers</i>	68
4.7	Análise microbiológica dos <i>fishburgers</i>	69
4.8	Análise sensorial dos <i>fishburgers</i>	69
5	CONCLUSÕES.....	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Tanque de criação de tilápias.....	28
2 Acondicionamento do pescado em caixas isotérmicas	29
3 Separação e pesagem do pescado	30
4 Evisceração e descabeçamento do pescado.....	30
5 Processamento do pescado em separador mecânico	31
6 <i>Mince</i> obtido a partir do processamento do pescado em separador mecânico	31
7 Lavagem e drenagem do <i>mince</i>	32
8 Prensagem do <i>mince</i>	33
9 Blocos congelados de <i>mince</i>	33
10 Fluxograma da elaboração do <i>mince</i>	34
11 Homogeneização do <i>mince</i> em <i>cutter</i> para elaboração dos <i>fishburgers</i> . ..	39
12 <i>Fishburgers</i> moldados e envoltos por filme plástico.....	39
13 Microrganismos aeróbios mesófilos, (contagem total) em <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica, durante armazenamento por 180 dias a -16°C	54
14 Microrganismos aeróbios psicrotrófilos em <i>minces</i> de tilápias vermelha e nilótica, durante armazenamento por 180 dias a -16°C	56
15 Valores de TBARS de <i>minces</i> de tilápias vermelha e nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C	59

16	Valores de pH de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C.....	62
17	<i>Drip</i> (%) de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C	65
18	<i>Drip</i> (%) de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica, com adição de tripolifosfato, armazenados por 180 dias a -16°C.....	65
19	Bases nitrogenadas voláteis totais de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por um período de 180 dias a -16°C	67

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Rendimento em carne (%) obtido por desossa mecânica, de duas espécies de tilápia.....	44
2 Rendimento em carne (%) obtido por desossa mecânica, de duas espécies de tilápia, separadas por categorias de peso.....	44
3 Composição centesimal (%) de filés e <i>minces</i> de duas espécies de tilápia	45
4 Valores de F obtidos da análise de variância, para composição de duas espécies de tilápia.....	48
5 Minerais (mg/100g) em filés e <i>minces</i> de tilápia vermelha.....	49
6 Valores de F obtidos da análise de variância, para alguns minerais encontrados em filés e <i>minces</i> de duas espécies de tilápia.....	50
7 Microrganismos em amostras de gelo; água; tilápia vermelha e tilápia nilótica. <i>in natura</i>	53
8 Microrganismos em amostras de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica no início do congelamento.....	53
9 Microrganismos em amostras de <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica ao final do período de armazenamento.	54
10 Valores de F, obtidos da análise de variância, para características físico-químicas de <i>minces</i> não lavado e lavados I e II, de duas espécies de tilápia	58
11 Valores de F, obtidos da análise de regressão polinomial, referentes ao TBARS, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie.....	61

12	Valores de F, obtidos da análise de regressão polinomial, referentes ao pH, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie	63
13	Valores de F, referentes ao <i>drip</i> , obtidos da análise de regressão polinomial, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie.....	66
14	Composição centesimal de <i>fishburgers</i> elaborados com <i>minces</i> de duas espécies de tilápia.....	68
15	Microrganismos em amostras <i>fishburgers</i> elaborados com <i>minces</i> de tilápia vermelha e tilápia nilótica ao final do período de armazenamento...	69
16	Médias dos pontos obtidos em Teste Hedônico para <i>fishburgers</i>	70

LISTA DE QUADROS

Página

1	Formulações utilizadas para elaboração de <i>fishburgers</i>	38
2	Ficha de aplicação de Teste Hedônico	41

**OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE AO CONGELAMENTO
DE MINCES ELABORADOS COM TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis
niloticus*) E TILÁPIA VERMELHA (*Oreochromis spp*)**

Autora: SILVIA FILOMENA BISCALCHIN GRÿSCHEK

Orientadora: Prof^a. Dr^a. MARILIA OETTERER

RESUMO

A industrialização é um fator fundamental para o incremento na demanda de peixes cultivados e se constitui no elo de ligação entre a produção primária e o mercado consumidor. Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (TN) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp*) (TV) foram desossadas mecanicamente em condições industriais. Não houve diferença significativa em rendimento nas categorias de peso entre 200g e 500g para as duas espécies. No entanto, a espécie vermelha apresentou maior rendimento médio. O uso de despoldadores permite obter um rendimento consideravelmente maior em carne, quando comparado aos procedimentos convencionais de filetagem, além de possibilitar a utilização do peixe nas diversas fases de crescimento, sem necessitar de

padronização. O teor de lipídeos (base úmida) no filé variou entre 2,0% (TN) e 1,7% (TV); no *mince* não-lavado variou entre 4,2% (TN) e 5,5% (TV), sendo menor após a lavagem do *mince*. O teor de proteína no filé variou entre 17,1% (TN) e 16,6% (TV). Não houve diferença significativa entre as espécies nilótica e vermelha quanto aos teores médios de proteína no *mince* não-lavado (15,5%) sendo menores após a lavagem do *mince*. Não foi observada diferença significativa no filé, entre as espécies, quanto aos teores de minerais. Os teores médios de minerais em mg/100g observados nos filés analisados foram os seguintes: P (197,3), Ca (9,4), Mg (30,7), K (379,0), Na (45,1) e Fe (0,41). A estabilidade físico-química e microbiológica dos *minces* congelados em congelador de placas a -40°C e armazenados a -16°C foi avaliada por um período de 180 dias, conforme determinações mensais de TBARS, pH, BVT e *drip* os teores máximos destes componentes, a saber TBARS, 2,75 mg/kg; pH, 7,1; *drip*, 18 % e BVT, 15,7 mg/100g estão em conformidade com a legislação. Os *minces* mantiveram-se estáveis e em condições de consumo, durante o período de armazenamento, apresentando contagens de mesófilos de até $4,0 \times 10^4$ UFC/g e de psicrotrófilos de até $2,0 \times 10^4$ UFC/g. A análise sensorial conduzida nos *fishburgers* preparados utilizando os *minces* como matéria-prima, mostrou 100% de aceitabilidade em teste de escala hedônica.

**PREPARATION, CHARACTERIZATION AND FROZEN STORAGE
STABILITY OF MINCED NILE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) AND RED
TILÁPIA (*Oreochromis spp*).**

Author: SILVIA FILOMENA. BISCALCHIN GRÿSCHEK

Adviser: Prof^a. Dr^a. MARILIA OETTERER

SUMMARY

An important advantage in fish-processing industry is the increase of cultured fish consumption. An increasing demand for fish and fish products will enable aquaculture to jump from an artisanal to an economical industry. Mechanical separation of flesh in fish is an economical and efficient process, which results in a higher yield than the filleting process. The process permits mincing fish from different size-classes and weight-classes. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp*) were mechanically deboned in industrial conditions. The red tilapia showed higher yield than the nile tilapia. Mince average yield was similar in the weight range from 200g to 500g. Chemical composition of fillet, unwashed and washed minces were determinated. The fat

content (wet base) of fillet was higher for Nile tilapia (2.0% as compared to 1.7% for red tilapia), while the fat in the unwashed mince was higher for red tilapia (5.5% as compared to 4.2% for Nile tilapia) and decreased in washed mince after washing. The protein content (wet base) of fillet varied from 16.6% (red tilapia) to 17.1% (Nile tilapia); there were no significant differences in unwashed mince (15.5%) and it decreased in washed mince after washing. There were no significant differences in the mineral composition (mg/100g - wet base) of the two species: P (197.3), Ca (9.4), Mg (30.7), K (379.0), Na (45.1), Fe (0.41) (fillet) and P (193.4), Ca (65.7), Mg (27.5), K (318.9), Na (60.0) and Fe (2.05) (unwashed mince). Physico chemical and microbiological stability of minces frozen at -40°C and stored at -16°C for 180 days were monthly evaluated. Samples were analysed for TBARS, pH, N-TVB, drip, and total mesophylic and psychrotrophic microorganisms. The results of the present study indicated that minces were physically stable and in good condition for consumption after 180 days at the level studied. Total mesophylic and psychrotrophic maximum counts after storage period were: 4.0×10^4 CFU/g and 2.0×10^4 CFU/g respectively. The maximum values of TBARS, pH, drip and N-TVB after 180 days were: 2.75 mg/kg; 7.1; 18 % and 15.7 mg/100g, respectively.

1 INTRODUÇÃO

Com um dos maiores espelhos d'água de todo o mundo e uma expectativa de que, no prazo de dez anos, o Brasil se torne um dos grandes produtores mundiais de pescado de cultivo, estão previstos para o Programa de Desenvolvimento da Aqüicultura, recursos orçamentários da ordem de R\$ 50 milhões para o período de 2000 a 2003. O PROCAMOL – Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Produção de Tilápias, Camarões Marinhos e Moluscos, regulamentado pela Resolução 2.752, de 29/06/2000, do Banco Central, tem como objetivo o aumento da produção da aqüicultura em todo território nacional, e a ocupação de espaços no mercado interno e externo (Madrid, 2000).

O estabelecimento de programas de pesquisa para aqüicultura nas áreas de genética, nutrição e doenças, manejo de água e engenharia, possibilita o estudo de novas espécies com potencial para aqüicultura, o que implica no domínio da reprodução e do crescimento dos peixes, até tamanho de mercado, em ambiente controlado.

A aqüicultura, apesar de ainda incipiente, poderá contribuir, no futuro, com a produção pesqueira nacional, bem como, sob o ponto de vista social,

para fixação de mão de obra rural, elevação da renda e abastecimento alimentar, além de associar interesse econômico à manutenção da qualidade da água. As recentes tecnologias disponíveis tornam a aquicultura uma oportunidade de investimento lucrativo, pois pode haver um controle mais efetivo da oferta e de preço (Watanabe, 2000). A qualidade do produto pode ser mantida, devido à possibilidade de controle das condições de produção e despesca. Porém, as tomadas de decisões, no estabelecimento de projetos de piscicultura interior, devem ser baseadas no trinômio interações sócio econômicas, tecnologia e interações ecológicas, necessitando como em qualquer outro empreendimento, de uma análise de risco do sistema a ser adotado (Cyrino & Gröschek, 1997).

Bom valor de mercado, habilidade de reproduzir-se em cativeiro, rapidez de crescimento, boa aceitação na forma de alimento preparado, resistência a doenças, além de tolerância a variação de oxigênio dissolvido e temperatura da água, são características desejáveis para as espécies destinadas à aquicultura (Lovell, 1991). Entretanto, o avanço da piscicultura, com exploração de novas espécies, como a tilápia, utilizando técnicas mais aprimoradas de manejo da criação e despesca, deve ser complementado com o aproveitamento racional do pescado após o abate. Neste cenário, a industrialização é um fator importante para o incremento na demanda de peixes cultivados e será o elo de ligação entre a produção primária e o mercado consumidor. A geração de conhecimentos sobre as características tecnológicas, vida útil, processos e

produtos, aproveitamento e tratamento dos resíduos, distribuição e estocagem, será fundamental (Madrid, 2000).

Este estudo tem por objetivos avaliar o rendimento em carne obtido no processamento de duas espécies de tilápia, em forma de *minces*; caracterizar o músculo e os *minces* não-lavados e lavados, observando as alterações do músculo após o processamento, além de verificar a estabilidade dos *minces* durante armazenamento sob congelamento por seis meses sob os aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A tilápia como matéria-prima

Segundo Gurgel & Freitas (1972), a utilização de tilápias como matéria prima para industrialização é uma boa opção pois, são peixes que além de apresentarem alto teor protéico e sabor muito apreciado, mostram-se resistentes a doenças e apresentam tolerância às variações de temperatura e às condições de baixas concentrações de oxigênio na água; possuem um crescimento rápido, se reproduzem muito bem em condições de cultivo e têm boa aceitação como alimentos preparados. Loomis (1990) relata que as fêmeas de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) são extremamente fecundas e a utilização de híbridos possibilita aumento de resistência a doenças e maior ganho de peso, com conseqüente melhoria na aparência e no rendimento em filés.

A exemplo do frango, as agroindústrias estão interessadas em produzir filé de peixe em sistema de integração, utilizando as tilápias, que possuem as características desejáveis para uma produção intensiva. A necessidade de padronização do tamanho do peixe, para a utilização das máquinas

processadoras na obtenção de filés, muitas vezes inviabiliza sua utilização na indústria, uma vez que a maioria dos pequenos produtores não utiliza técnicas apropriadas de cultivo que levariam à produção uniforme (Cyrino & Grýschek, 1997; Maschio, 1998).

2.2 Composição química do pescado

O conhecimento da composição química do pescado tem grande importância no que diz respeito ao aspecto tecnológico, visando seu melhor aproveitamento, é fator fundamental em se tratando de processamento e varia tanto de espécie para espécie, como de peixe para peixe dentro de uma mesma espécie, sendo que tais variações podem ser devidas à área geográfica, época do ano, ciclo metabólico, mobilidade, alimentação, tamanho, sexo e parte do pescado do qual se obteve a amostra (Andrade, 1975; Gurgel & Freitas, 1972; Suzuki, 1987).

A porção comestível do pescado varia com a forma, idade e época de captura se feita antes ou após desova, encontrando-se na faixa de 45 a 50%. Em peixes fusiformes é superior a 60%, porém em peixes com região abdominal muito desenvolvida, a porção comestível varia entre 35 e 40%, conforme Suzuki (1987).

A umidade é o principal componente do peixe, atingindo 80% de sua parte comestível. Comumente é observada uma relação inversa entre lipídeos e umidade do músculo do peixe. Embora a proteína esteja em segundo lugar

depois da umidade, em uma faixa que vai de 6 a 28% (comumente entre 18 e 20%), é o mais importante componente do peixe.

A concentração relativa de aminoácidos essenciais é o fator determinante do valor nutricional da proteína no alimento (Shiau, 1994). Pesquisas médicas têm demonstrado que o consumo insuficiente, ou de proteína com deficiência de aminoácidos essenciais, leva à desnutrição humana e que o suprimento suficiente de proteína é o fator limitante para aferir o estado nutricional da população em todos os continentes. Proteínas derivadas de fonte animal são consideradas nutricionalmente superiores às originárias de vegetais, devido ao seu melhor balanço em aminoácidos essenciais. A comercialização de alimentos de origem animal ganha importância devido à quantidade e qualidade das proteínas que apresentam. Conseqüentemente, o reconhecimento de que o peixe contém proteínas qualificadas ou superiores propriedades funcionais, o coloca em uma importante categoria de alimentos (Borgstrom, 1962).

As proteínas do peixe podem ser divididas em grupos, baseados na solubilidade. Cerca de 10 a 20% das proteínas do músculo do peixe são proteínas sarcoplásmicas solúveis em água. Ao redor de 70 a 80% são proteínas estruturais designadas de miofibrilares, solúveis em soluções salinas e que formam as miofibrilas. Cerca de 2 a 3 % das proteínas estruturais são insolúveis, compõem o estroma e formam o tecido conectivo. O conteúdo de

proteínas sarcoplásmica, miofibrilas e estruturais varia com a espécie (Suzuki, 1987).

Do ponto de vista nutritivo, as proteínas sarcoplásmicas (albuminas solúveis em água) não são inferiores às miofibrilares, porém, com o aquecimento do músculo do pescado, as proteínas sarcoplásmicas coagulam devido ao calor e aderem às proteínas miofibrilares, interferindo em algumas ligações com a miosina, impedindo a formação de gel, e diminuindo a capacidade de retenção de água (Haard et al., 1994). Daí a necessidade da lavagem do músculo de pescado, com água, após a obtenção do *mince* com a finalidade de eliminar as proteínas sarcoplásmicas que impedem a formação de géis. No Japão, esta prática é utilizada na elaboração do *surimi*. O reaproveitamento destas proteínas solúveis, em alimentação animal, evita perdas com a água de lavagem.

A quantidade de lipídeos varia no pescado em função da espécie, idade, região do corpo, ciclo sexual (anterior ou posterior à desova) e alimentação. Pode-se considerar que em uma mesma espécie de pescado, a quantidade de lipídeos e o conteúdo de umidade estão inversamente relacionados. Durante a estação em que os lipídeos aumentam, a umidade diminui. Em pescado da mesma espécie, capturado na mesma época do ano e no mesmo local, o de maior tamanho tem maior conteúdo de lipídeos (Suzuki, 1987).

Andrade (1978) estudou a composição média da fração lipídica de mandis (*Pimelodus clarias*) *in natura*. Segundo a autora, o teor de lipídeos

depende de vários fatores como: estação do ano, sexo, estágio de maturação, dieta, temperatura, salinidade da água, mobilização e distribuição seletiva, sendo importante considerar, que a fração lipídica sofre sensível variação entre espécies, podendo ocorrer variação sazonal e gonadal também dentro de uma mesma espécie, tanto em lipídeos totais quanto em ácidos graxos saturados e insaturados. Conforme a parte do peixe considerada, há distribuição variável do teor de gordura. O conhecimento dessas variações é útil na escolha do princípio de conservação a ser adotado. Os lipídeos são também responsáveis pelo sabor da carne do pescado.

Segundo Andrade (1975) o teor de lipídeos pode influenciar no tipo de processamento. Um elevado teor de lipídeos, em peixes, poderá favorecer o desenvolvimento de ranço no produto congelado ou salgado sendo, porém desejável para defumação, uma vez que melhora a textura da carne. Da mesma forma, Ackman (1994) pondera que a funcionalidade da gordura de peixes é muitas vezes negligenciada. Segundo o autor, o que se denomina de gordura, geralmente carrega componentes de *flavours* naturais e fornece e preserva outros, gerados durante a cocção, ou outro processamento. Uma certa quantidade de gordura e ácidos graxos participam na defumação, melhorando a textura da carne.

Há diferenças na composição em minerais, conforme o estado em que o peixe é analisado, ou seja, se inteiro, sem as "espinhas" ou sem a pele nem as "espinhas" (Borgstrom, 1962). Observa-se que as análises de minerais

apresentam especificações da parte do peixe analisada, se inteiro ou a parte comestível. Podem ocorrer erros de interpretação quanto ao cálcio e o fósforo, uma vez que a riqueza em cálcio é devida ao esqueleto e "espinhas" presentes nas formas de fosfato tricálcico e carbonato de cálcio (Andrade, 1975). Quando analisados inteiros, peixes de águas salgadas contém, embora em pequenas quantidades, praticamente todos os elementos presentes na água do mar (Stansby, 1976).

O peixe é considerado fonte de cálcio assim, 100 g de peixe *in natura* podem suprir totalmente as necessidades diárias de cálcio de um adulto (cerca de 800 mg). Observa-se também que o pescado é fonte de fósforo, potássio, ferro e cobre. A carne de peixe contém enxofre, sendo a maior parte deste elemento, constituinte de aminoácidos sulfurosos. A quantidade dos elementos cloro, sódio e potássio varia. Peixes de água doce contém, eventualmente, teores mais baixos de sódio e potássio quando comparados a variedades de água salgada. Em geral, peixes de água salgada contém mais ferro que peixes de água doce. A carne escura é quase duas vezes mais rica em ferro que a carne branca. Embora as carnes vermelhas sejam consideradas as melhores fontes de ferro, alimentos aquáticos são de igual valor (Borgstrom, 1962; Pigott & Tucker, 1990).

2.3 Elaboração do *mince*

Novos produtos podem ser obtidos a partir da carne desossada, através do uso de tecnologia mais complexa e de maior investimento, porém com maior rendimento em comparação a outros processos, melhorando a economia de operações de produção e agregando valor ao produto. O uso de despoldadores permite obter um rendimento consideravelmente maior em carne, quando comparado aos procedimentos convencionais de filetagem ou de cortes em pedaços, além de possibilitar a utilização do peixe nas diversas fases de crescimento, sem necessitar de padronização (Oetterer, 1999).

Na forma de *mince*, fração comestível do pescado separada mecanicamente, com variações na cor, textura, sabor e estabilidade sob estocagem, o pescado possibilita à indústria maior flexibilidade nos processos de industrialização, com produtos diversificados e um rendimento em carne superior ao obtido no processamento de filés, para o qual o mercado está atualmente direcionado. Ao produtor a vantagem está no escoamento rápido da sua produção, com a comercialização do peixe em fases distintas de crescimento; ao consumidor, a aquisição de um produto de alta qualidade e valor nutricional, com proteína de elevado valor biológico, alto conteúdo de ácidos graxos essenciais e poliinsaturados e composição mineral balanceada (Piclet, 1987; Rasekh, 1987).

Para produção do *mince* de pescado pode ser utilizado tanto o pescado inteiro eviscerado e descabeçado, como filés e resíduos de filetagem. Estudos mostram ser a técnica de separação mecânica da carne do pescado uma possibilidade de utilização de espécies sub utilizadas e resíduos de filetagem, contribuindo para a diversificação de produtos de pescado, porém espécies de valor comercial também podem ser processadas desta forma, obtendo-se um rendimento maior em carne quando comparado a outros processos (Freitas & Gurgel, 1983; Moraes & Campos, 1993; Simões et al., 1998; Venugopal & Shahid, 1995).

O processo de separação é realizado em despoldadores de vários tipos. Um modelo freqüentemente utilizado é o que separa a carne por meio de pressão exercida por uma cinta de borracha, contra a superfície externa de um cilindro metálico perfurado. O músculo do peixe é pressionado pela correia e passa para o interior do cilindro, através dos orifícios de 3 a 5 mm de diâmetro. As dimensões dos orifícios do cilindro afetam a qualidade do *mince*, especialmente com respeito ao conteúdo de ossos e escamas. Embora orifícios pequenos reduzam o conteúdo de ossos, a utilização destes pode resultar em alta desintegração do *mince*, com efeitos adversos na textura do produto final (Lanier, 1994; Venugopal & Shahid, 1995).

De acordo com Rasekh (1987), o emprego da separação mecânica pode tornar o uso de filés congelados, que são processados e comercializados em blocos, economicamente mais viável, uma vez que a recuperação da carne

aderida aos resíduos do processo de filetagem pode atingir 10 a 20%, dependendo da espécie, tamanho e outros fatores, obtendo-se assim o *mince*.

A utilização do processo de lavagem do *mince* após a sua obtenção promove a remoção de pigmentos, proteínas solúveis, enzimas, parte dos lipídeos e componentes flavorizantes, aumentando a estabilidade, melhorando a qualidade e mantendo as características funcionais. O número de lavagens do *mince* varia de acordo com a propriedade funcional desejada. A utilização de lavagens suficientes do *mince* para se atingir estabilidade durante um determinado período de estocagem possibilita também, quando desejável, manter as características de sabor da espécie. (Adu et al., 1983; Martin, 1976; Rasekh, 1987; Tseo et al., 1983).

É a partir do *mince* de pescado que se obtém o *surimi*, matéria-prima empregada na obtenção de produtos tipo *kamaboko*, sendo mais utilizado na indústria de produtos análogos, como ingrediente alimentar. Grande importância é dada à sua capacidade de emulsionar gorduras, formar emulsões estáveis ao calor, capacidade espumante e capacidade de retenção de água.

O *surimi* é obtido por processo que envolve diversas lavagens do *mince* com água a temperatura de 5 a 10°C na proporção 1:3 (*mince*:água) por um tempo determinado, para arrastar as proteínas sarcoplásmicas e outros compostos solúveis, que interferem na geleificação da actomiosina, bem como eliminação de parte do tecido conectivo. Uma particularidade que diferencia o *surimi* dos géis formados com outras proteínas de origem animal, é a formação

de géis translúcidos a temperaturas inferiores a 40°C. (Tejada, 1991; Lee, 1984).

2.3.1 Fatores que interferem na qualidade do *mince* de pescado

Martin (1976), relatou vários estudos referentes à carne de peixe separada mecanicamente. Assim, a qualidade da proteína do *mince* pode ser avaliada como de mesmo nível que a do filé de peixe. De acordo com o autor, a textura pode ser modificada conforme o tamanho das perfurações dos despoldadores e o processo de lavagem promove um efeito benéfico, no que diz respeito à coloração do *mince*, porém, esta etapa eleva o custo e o tempo de processamento, além de ocorrerem perdas de aproximadamente 20% do *mince* original.

Beirão (1986) determinou a influência, na textura de *kamaboko*, das condições de preparo de *mince* a partir de pescado inteiro, eviscerado e descabeçado em comparação ao *mince* de filés da mesma espécie. Conforme era esperado, o *kamaboko* processado a partir do *mince* de filés de pescado apresentou gel com melhores propriedades texturais. No processo de separação mecânica da carne do pescado inteiro, de acordo com o autor, embora haja remoção de ossos e pele, material como sangue, tecido da cavidade abdominal e alguns resíduos resultantes da evisceração são incorporados ao *mince* afetando a qualidade do *kamaboko*.

Uma teoria sobre a possível causa de perda das propriedades funcionais da proteína em *mince* congelado de pescado é a desnaturação protéica, ocasionada pelo formaldeído (FA) que juntamente com a dimetilamina (DMA) são originários da decomposição do óxido de trimetilamina (TMAO), pela ação da TMAO-dimetilase. O TMAO, juntamente com outros componentes solúveis em água, estão presentes em músculos de pescado (Crawford et al., 1979; Regenstein, 1986). Porém, Yoon et al. (1991) concluíram que a remoção do TMAO pela lavagem do *mince*, não evitou o desenvolvimento de uma textura rígida, sugerindo desta forma, que outros fatores, de maior relevância, possam causar este tipo de alteração.

Park et al. (1990) estudando o efeito do *rigor mortis* sobre a qualidade de *surimi* e *mince* não lavado de tilápia, observaram uma pequena diminuição nos teores de proteínas solúveis, em soluções salinas, tanto no *surimi* como no *mince* não lavado, e concluíram que a diminuição do pH do músculo, em função dos estágios de *rigor* e *pós-rigor*, pode tornar as proteínas miofibrilares mais propensas à desnaturação.

Namulema et al. (1999) estudaram a temperatura de armazenamento como um dos fatores que podem afetar a lipólise e a perda da funcionalidade da proteína em carne de pescado. Concluíram que a temperatura de -13°C , não previne lipólises; por outro lado não ocorrem alterações na funcionalidade da proteína ou nos atributos sensoriais.

Durante o processamento de separação mecânica da carne em pescado, as células rompem e seu conteúdo (enzimas e ácidos nucléicos) é exposto à oxidação, o que afeta a coloração, sabor e textura do *mince*, tornando-o mais propenso à rancidez oxidativa e, portanto, sujeito à menor aceitação pelo consumidor. É viável porém, a utilização de antioxidantes para a prevenção do ranço. Assim, o tempo de estocagem varia entre 6 e 12 meses, dependendo da espécie e da quantidade de lipídeos no produto (Rasekh, 1987).

A carne de pescado é facilmente deteriorável portanto, o descabeçamento e a evisceração devem ser feitos rápida e corretamente e serem seguidos de uma lavagem, evitando o acesso ao músculo das enzimas e microrganismos do trato digestivo. O processo de desossa mecânica da carne do pescado pode promover a incorporação ao *mince* de microrganismos, se estes estiverem presentes na matéria-prima (carcaça ou peixe inteiro). A dilaceração dos tecidos expõe componentes celulares como aminoácidos e vitaminas, tornando o *mince* um excelente meio para desenvolvimento de microrganismos e, portanto, um produto altamente deteriorável, dependendo das condições, não só da matéria-prima, como também do tempo e temperatura do processamento (Alor, 1994).

2.3.1.1 Efeito do processo de lavagem sobre a qualidade do *mince*

A funcionalidade do músculo de peixe está relacionada ao processo de remoção de substâncias a ele aderidas, por meio de lavagem; desta forma, as

propriedades do *surimi* são fortemente influenciadas pelo número de lavagens a que o produto é submetido, havendo dificuldade em se distinguir entre *surimi* e *mince* de pescado, pois o grau de lavagem varia de acordo com a propriedade funcional desejada (Lanier, 1986; Miyauchi, 1973).

De acordo com Lee (1986), a qualidade do *surimi* é influenciada, diretamente, por fatores associados à água de lavagem como temperatura, pH, conteúdo em minerais e salinidade. A temperatura de refrigeração da água recomendada é igual ou abaixo de 10°C, com a finalidade de manter as propriedades funcionais das proteínas do tecido do peixe. Os teores de Ca e de Mg responsáveis por alterações na cor do *mince*, devem ser mantidos ao mínimo. O pH, se mantido ao redor de 6,5 a 7,0 possibilitará uma elevada capacidade de retenção de água. A salinidade pode causar solubilização da proteína miofibrilar iniciando, prematuramente, o processo de geleificação desejado na elaboração do *surimi*.

Adu et al. (1983) estudaram o efeito da lavagem sobre as características de *mince* lavado e não lavado de diferentes espécies de *rockfish* (*Sebastes spp*). Observaram que exceto pelas perdas de sólidos que ocorrem durante a lavagem, muitos benefícios como melhoria da coloração do *mince* e remoção de compostos que provocam alterações indesejáveis, como a formação de dimetilamina, são obtidos no preparo de produtos utilizando o *mince* lavado. Embora a lavagem altere a composição do músculo do peixe, a qualidade nutricional da proteína não é afetada.

Porém, de acordo com Flick et al. (1990), a utilização da lavagem deve ser cautelosamente considerada. Os autores observam que a perda em proteína pode chegar a 25% ocorrendo também perdas de micronutrientes solúveis, vitaminas, minerais e ácidos graxos livres. Os autores observam ainda, que a lavagem pode danificar a textura e catalisar a degradação da gordura, além de dificultar o controle do conteúdo de umidade no *mince* e, como problema secundário, gerar efluentes. Da mesma forma Sobstad & Zetterling (1988) verificaram que, em média, as perdas de sólidos em suspensão com a água de lavagem do *mince* podem chegar a 35% da matéria-prima, em um processo convencional de obtenção de *surimi*.

Tseo et al. (1983) estudando o efeito da lavagem sobre a qualidade do *mince* de músculo de tainha (*Mugil cephalus*), concluíram que a eficácia da lavagem, em um processo comercial, depende do controle de três variáveis a saber, pH, temperatura e tempo de lavagem.

Cândido et al. (1998) pesquisaram o resíduo da filetagem de peixes, da desossa mecânica e a água de lavagem provenientes dos processos de obtenção de concentrados de proteínas miofibrilares de pescado e observaram que estes constituintes apresentam apreciável teor de proteína (61,62%). A lavagem do *mince*, com solução salina, originou grande quantidade de líquido contendo proteínas sarcoplásmicas.

Dados obtidos por Eid et al. (1991), em estudos realizados em *surimi* de seis espécies de pescado, mostraram que a maior parte dos componentes

solúveis em água, são removidos, sucessivamente com a primeira lavagem. Ocorre remoção de 40 a 47% de proteína na maioria das espécies. De acordo com os autores, todos os *minces* lavados resultaram em melhor coloração que os não lavados.

Rodrigues & Tobinaga (2000), em pesquisas feitas utilizando filés de merluza triturados e homogeneizados, observaram que a intensidade de remoção de substâncias indesejáveis do *mince* está relacionada com as características do *mince* e com as variáveis de operação, como número de ciclos de lavagens, relação solvente:soluto (água:*mince*) e tempo e velocidade de agitação.

Jhaveri et al. (1985), estudando o efeito da lavagem do *mince* de pescado, a ser empregado como matéria-prima para elaboração de produtos, observaram que, exceto pela aparência, não houve diferença significativa entre os produtos elaborados com *minces* lavados e os produtos elaborados com *minces* não lavados.

2.3.1.2 Alterações da composição lipídica do *mince*

Sob o aspecto tecnológico, a oxidação dos ácidos graxos produz aldeídos, cetonas e ácidos graxos livres de cadeias curtas, com odor e sabor desagradáveis, comprometendo o armazenamento do produto, por período mais prolongado.

A oxidação é uma ocorrência importante na deterioração de alimentos que contenham ácidos graxos altamente insaturados. Peixes em particular, contêm teores elevados de gordura celular insaturada (German & Kinsella, 1985) sendo, portanto, a oxidação delas um fator de depreciação das características nutricionais e organolépticas do pescado. Devido ao alto grau de insaturação dos componentes lipídicos dos tecidos, o peixe pode sofrer oxidação mais rapidamente e em maior proporção quando comparado a outro tipo de alimento. As alterações que ocorrem *post mortem* favorecem o desenvolvimento da oxidação enzimática. As condições de manuseio do pescado, em temperaturas mais elevadas, propiciam o desenvolvimento da oxidação, bem como o processamento e armazenamento nas mesmas condições de temperatura. O congelamento quando não associado a outro processamento não inibe o desenvolvimento da oxidação.

A oxidação de ácidos graxos insaturados, em peixes, leva à formação de radicais livres e hidroperóxidos. Tais compostos, intermediários, são instáveis e causam oxidação de pigmentos e vitaminas, além de desenvolvimento de *flavour* desagradável. Os hidroperóxidos formam polímeros orgânicos de coloração escura. Outros compostos, tais como cetonas, aldeídos, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos são formados durante a oxidação de componentes graxos insaturados. Lipídeos oxidados ligam-se à proteínas e formam complexos insolúveis (Hultin, 1994).

De acordo com Morris & Dawson (1979), o aumento da superfície de exposição com conseqüente incorporação de oxigênio, no processo de separação mecânica de carne de peixe, são as causas de ocorrência do *off – flavour* devido à rancidez. Vários tratamentos químicos e físicos podem ser utilizados para retardar o desenvolvimento da rancidez oxidativa. Desta forma, os autores conduziram um estudo com a finalidade de avaliar a estabilidade do *mince* de *suckers* (*Catostomus commersoni* e *Catostomus Catostomus*), monitorando as alterações advindas da oxidação, ocorridas durante o período de estocagem do produto congelado, através da determinação de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico), após tratamentos com alguns antioxidantes e variações nas embalagens. Os autores concluíram que a utilização de antioxidantes, em combinação com embalagem a vácuo e baixa temperatura de estocagem, possibilita a utilização do *mince* como produto *in natura* ou pré-cozidos.

De acordo com Hultin (1994), o manuseio, processamento e armazenamento, se conduzidos em temperaturas elevadas, aceleram os processos enzimáticos importantes na oxidação de lipídeos em tecidos de peixes. Segundo Kietzmann et al. (1974), geralmente as baixas temperaturas protegem pouco os lipídeos de pescado da decomposição. A rancidez não é inibida com a diminuição da temperatura nos locais de armazenamento devido à existência, na superfície do produto congelado, dos ácidos graxos livres, já formados através de hidrólise enzimática.

Hultin (1994) pondera que tal ocorrência pode ser controlada através da utilização de embalagens a vácuo, estocagem em atmosfera controlada ou modificada ou ainda por glazeamento.

Segundo Barrera-Arellano (1993), não é possível evitar a reação de autooxidação, mas existe a possibilidade de retardá-la. A diminuição na velocidade da reação pode ser obtida eliminando ou impedindo a ação dos fatores em locais específicos. A reação de oxidação pode ser então retardada, permitindo assim, um período maior de armazenamento dos alimentos, ricos em lipídeos insaturados, mais sujeitos a esse tipo de degradação.

Uma das formas utilizadas para se determinar o grau de oxidação lipídica, em pescado, é a análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), expresso em mg de malonaldeído por 1000g de amostra. Tarladgis et al. (1960) estabeleceram uma alta correlação entre o número de TBARS e o odor de ranço, em carne. Os autores descreveram um método de destilação, para determinação quantitativa do malonaldeído, em produtos com proteína ligada a lipídeos e fosfolipídeos, os quais não podem ser extraídos por solventes comuns.

2.3.2 Efluentes gerados no processo de elaboração do *mince*

Tejada (1991) observa que um inconveniente do processo de elaboração de *surimi* é a necessidade de elevada quantidade de água tratada para lavagem do pescado, ocasionando um problema de geração de efluente. Segundo a

autora, alguns sistemas de fabricação têm sido modificados e vários estudos têm sido desenvolvidos em diversos países, verificando a possibilidade de recuperação dos produtos que se perdem durante a lavagem, como as proteínas sarcoplásmicas e também visando a utilização dos lipídeos para obtenção de produtos farmacêuticos.

Lee (1986) sugere a reciclagem da água de lavagem, exceto a água da primeira lavagem, que deve ser descartada, por conter muitas impurezas. De acordo com o autor, uma redução significativa da água residual do processo geraria menor demanda de água na indústria, menor quantidade de água enviada para o sistema de tratamento de resíduos e menor custo de energia de refrigeração da água.

2.3.3 Produtos elaborados a partir de *mince* de pescado

Proteína texturizada de soja e carne bovina moída fizeram parte das formulações de hambúrgueres preparados por Koetz (1977), a partir de *mince* de pescado, com e sem adição de tripolifosfato de sódio ou ácido ascórbico. O autor concluiu que a utilização de pescado, no preparo de hambúrgueres, é viável e que apesar do processo de rancificação ter-se desenvolvido, ocorreu lentamente, devido à temperatura utilizada, sendo que a amostra contendo 0,1% de ácido ascórbico apresentou menor grau de oxidação, contrariamente à amostra contendo 1% de cloreto de sódio, uma vez que este aditivo mostrou efeito próoxidante. A retenção de água no *mince* foi melhor observada na

amostra contendo cloreto de sódio, quando comparada à amostra contendo 0,5% de tripolifosfato de sódio, segundo o autor. A análise sensorial, revelou que os hambúrgueres preparados somente com o *mince* do pescado obtiveram melhor aceitação e a variação na porcentagem de adição de proteína texturizada de soja não foi percebida pelos degustadores.

Albuquerque & Andrade (1988) e Ugayama (1997) elaboraram produtos a partir de *minces* de carpas (*Cyprinus carpa*) e carpas-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*). Os peixes foram despulpados manualmente, submetidos à homogeneização em misturador (*cutter*) com adição de farinha de trigo, gordura hidrogenada, gelo e condimentos. A análise sensorial foi feita, para o caso das carpas, junto às crianças da Merenda Escolar do Município de Piracicaba, SP, com ótima aceitação.

Marchi (1997) desenvolveu e avaliou produtos à base de polpa e *surimi* produzidos a partir de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). O autor concluiu que a tilápia nilótica tem potencial, no que se refere ao seu processamento em nível industrial, sendo viável a produção de *mince* e *surimi*, matérias-primas de alto valor nutricional e funcional, que podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos de conveniência.

Sebben (1998), utilizando carpa (*Cyprinus carpio*), elaborou hambúrgueres a partir do *mince* obtido por separação mecânica de carne e ossos, utilizando como ingrediente: amido, sorbitol, sal, cebola, polifosfato, coentro, gordura vegetal hidrogenada, pimenta do reino e glutamato

monossódico. De acordo com o autor, foi possível obter hambúrgueres de *mince* não lavado, mantendo as características sensoriais aceitáveis e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme a legislação em vigor, após armazenamento por 135 dias a -18°C . O produto pode ser armazenado por 247 dias, se preparado com *mince* em cujo processo for utilizado um ciclo de lavagem.

Simões et al. (1998) elaboraram hambúrgueres formulados com proteína de pescado utilizando proteína vegetal texturizada, proteína isolada de soja, glutamato monossódico, condimento a base de sal com sabor e aroma de defumado, gordura vegetal hidrogenada, carragena, pimenta, amido, sal e açúcar. Os autores concluíram que este produto pode ser utilizado na formulação de produtos alimentícios, com boa aceitação pelo consumidor; apresenta-se livre de microrganismos e utiliza pescado de baixo valor comercial.

Teixeira (1999) elaborou hambúrgueres, a partir de *surimi* elaborado com *mince* de sardinha (*Sardinella brasiliensis*), utilizando, na formulação, gelo (10%), gordura (5%), cebola (0,2%), alho (0,2%), pimenta (0,1%), glutamato monossódico (0,5%), sal (0,5%), amido (de diferentes tipos e em quantidades variáveis) e clara de ovo desidratada.

De acordo com o artigo *Nuggets de tilápia é tema de trabalho...*(1999), pesquisas direcionadas ao aproveitamento da carne aderida à carcaça de tilápias processadas em indústria de filetagem, mostraram a viabilidade da

obtenção do *mince* e sua transformação em produtos empanados do tipo *nuggets*. O *mince* foi obtido de carcaças congeladas passando pelo processo de lavagem e em seguida utilizados na elaboração de produtos empanados, que apresentaram a seguinte composição centesimal: proteína 15%, lipídeos 3,75%, cinza 1,13% e carboidratos 7,73%.

2.3.4 Aditivos e ingredientes

Lee (1997) considera que bons resultados no desenvolvimento de processos e produtos para *mince* de pescado requerem um bom conhecimento das características físicas e de *flavour* da carne, e das funções dos ingredientes e dos produtos alimentícios básicos da formulação. Para o autor, os ingredientes, em produtos de *mince* de pescado, promovem modificações e melhorias na textura; são responsáveis pela suculência, percepção bucal, e suavização da cor, bem como pela estabilização ao descongelamento e pelo desenvolvimento e modificação do *flavour*.

A modificação e melhoria da textura podem ocorrer pela adição de proteínas e também por meios físicos, baseados na variação da homogeneização, conforme a intensidade da operação e cominuição do *mince*. A seqüência de incorporação dos ingredientes e o tipo destes também podem afetar as propriedades texturais. A percepção bucal e suculência são outros atributos sensoriais importantes, que determinam a aceitabilidade do produto formulado. A estabilidade ao descongelamento pode ser adquirida com a

utilização de ingredientes com proteínas, em combinação com sorbitol, amidos modificados e gomas. A coloração da carne, assim como a manutenção do *flavour*, especialmente após a cocção, são também importantes fatores de aceitabilidade, características que podem ser controladas pela adição de ingredientes e/ou pela lavagem do *mince* (Lee, 1997).

A capacidade de retenção de água é um fator importante a ser observado em *mince* congelado. A utilização de fosfatos aumenta a retenção de umidade em carnes e sua ação é atribuída a três fatores: capacidade de alteração do pH – os fosfatos elevam o pH, acentuando a capacidade de fixação da água; aumento da força iônica do meio, dependendo da concentração iônica da salmoura e estabelecimento de interação com as miofibrilas. O mais comumente utilizado é o tripolifosfato de sódio, cujo limite máximo permitido, no produto a ser consumido, é de 0,5% (Antunes & Canhos, 1982; Gerhardt, 1980).

No Brasil, a proteína texturizada de soja vem sendo amplamente utilizada como ingrediente na elaboração de hambúrgueres, mortadelas, salsichas e outros produtos processados à base de carne (inclusive de aves e de peixes), devido às suas propriedades funcionais, que conferem aos produtos, entre outras, as características de melhor retenção de umidade, textura, liga e coesão, rendimento final, suculência, além de maior teor protéico.

A Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária (Brasil, 2000) estabelece que é permitida a adição de até 4,0% de proteína não cárnica em hamburques.

De acordo com Lee (1986), a textura do *surimi* é afetada pelo tipo de amido adicionado na sua elaboração. O autor considera que a firmeza e a coesividade do gel de *surimi* aumentam com a viscosidade e capacidade de gelatinização e teor de amilopectina do amido.

A capacidade que apresenta o amido, de agente ligante da água é uma das principais razões para o seu emprego em produtos cárneos. Sua utilização foi intensificada, devido à preferência americana por produtos mais tenros. A quantidade a ser utilizada varia de acordo com o tipo do produto e sua respectiva regulamentação, bem como o tipo de amido, varia também de acordo com o procedimento de fabricação adotado e o produto que se pretende obter. Utilizado como agente ligante mantém os componentes unidos diminuindo assim, as perdas durante o cozimento e melhorando a textura, ao conferir ao produto firmeza, coesão e suculência (Hakerma, 1997; Gerhardt, 1980).

O amido de batata tem sido utilizado, com maior frequência, em produtos cárneos por sua baixa temperatura de gelatinização, que permite absorver água nas fases iniciais do cozimento (70°C) e intumescer mais rapidamente que outros amidos melhorando a textura dos produtos cárneos cozidos e não interferindo no sabor produto final. (Hakerma. 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Foram utilizadas, separadamente, tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp*), provenientes de piscicultura com sistema de criação super intensiva, criadas em tanques com renovação constante de água e mesma dieta alimentar (Figura 1).

Figura 1 - Tanque de criação de tilápias

As espécies foram acondicionadas, separadamente, em caixas isotérmicas (Figura 2), distribuídas em gelo comercial triturado e transportadas até o Setor de Processamento de Pescado do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Guarujá, SP.

Figura 2 - Acondicionamento do pescado em caixas isotérmicas

3.2 Processamento

Os peixes foram pesados e separados em cinco categorias, de acordo com o peso; a seguir foram lavados com água tratada com 5 ppm de hipoclorito, eviscerados, descabeçados e novamente lavados e processados, separadamente, em despulpador mecânico da Marca Bibun (modelo SDX-13), conforme mostram as Figuras 3,4 e 5.

Figura 3 - Separação e pesagem do pescado

Figura 4 - Evisceração e descabeçamento do pescado

Figura 5 - Processamento do pescado em separador mecânico

Os *minces*, obtidos em cada categoria de peso dos peixes, foram pesados para cálculo do rendimento em relação ao peixe inteiro e em relação ao peixe eviscerado e descabeçado (Figura 6).

Figura 6 - *Mince* obtido a partir do processamento do pescado em separador mecânico

Em seguida, os *minces* obtidos dos lotes iniciais foram homogeneizados e cada um deles separado em três sub-lotes; o sub-lote nº 1 foi submetido a uma lavagem única (*Mince* lavado I), o sub-lote nº 2, submetido a duas lavagens (*Mince* lavado II) e o sub-lote nº 3 não passando pelo processo de lavagem (*Mince* não-lavado). A seguir foi feita a drenagem em telas de “nylon”, sendo então o *mince* prensado e embalado em blocos de, aproximadamente, 2 kg e colocado em congelador de placas a -40°C , sendo em seguida estocado a -16°C onde foi mantido por um período de 180 dias (Figuras 7, 8 e 9).

Figura 7 - Lavagem e drenagem do *mince*

Figura 8 - Prensagem do *mince*

Figura 9 - Blocos congelados de *mince*

O fluxograma da elaboração do mince pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 - Fluxograma da elaboração do *mince*

3.3 Composição química

Foi determinada a composição química de amostras de *mince* não lavado, *mince* lavado I e *mince* lavado II das duas espécies de tilápia e no filé (músculo) preparado a partir de amostras das duas espécies, as quais foram submetidas à filetagem manual e em seguida os filés foram, separadamente, cominuídos em multiprocessador doméstico.

As análises de teor de umidade, proteína bruta, lipídeos e cinza foram determinadas de acordo com a A.O.A.C.(1995).

Os minerais P, Ca, Mg, K, Na, Fe e Zn foram determinados por Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-AES) com equipamento Perkin Elmer – Optima 3000 DV (Krug et al., 1977).

A determinação da composição centesimal dos *fishburgers* foi realizada de acordo com a A.O.A.C. (1995).

3.4 Análises microbiológicas

Inicialmente, foi feita a determinação do índice de coliformes totais e fecais (NMP) na água utilizada nos tanques de cultivo, gelo utilizado no transporte dos peixes e na água e gelo da planta de processamento (Brasil, 1981; American Public Health Association – APHA, 1992).

No peixe inteiro, no peixe eviscerado e descabeçado e nos *minces*, foram feitas as contagens de microorganismos aeróbios mesófilos a 37°C e

psicrotrófilos a 7°C, em placas, utilizando-se o meio de cultivo *Plate Count Agar* (PCA) (Brasil, 1981; APHA, 1992).

A determinação do índice de coliformes totais e *E. coli*, foi feita utilizando *kits* para contagem rápida, da marca Simplate da IDEXX Laboratories Inc..

Para contagem presuntiva de *Staphylococcus aureus*, foi utilizado o meio de cultura seletivo e diferencial Baird-Parker Agar (BPA) (Brasil, 1981; APHA, 1992).

A detecção presuntiva de *Salmonella* foi feita utilizando-se o *kit* Oxoid *Salmonella* Rapid Test, da Oxoid Inc., e o *kit* *Salmonella* Latex Test (*Polyvalent latex agglutination*) da Oxoid Inc., para a confirmação sorológica.

Mensalmente foi feita contagem total de microorganismos aeróbios mesófilos e psicrotrófilos em placas.

Ao final do período de acompanhamento foram refeitas as contagens presuntivas de *S. aureus* e *Salmonella* e determinação do índice de coliformes totais e *E. coli* nos *minces* armazenados.

Para as diluições, foram inicialmente pesados 20 g da amostra e colocados em erlenmeyer, contendo 180 ml de água peptonada esterilizada, obtendo-se uma diluição de 10^{-1} . A partir desta diluição inicial, foram preparadas diluições de até 10^{-5} , tomando sempre uma alíquota de 10 ml e diluindo em 90 ml. Para pesquisa de *Salmonella* utilizou-se, inicialmente, 25g de amostra diluída em 225 ml de água peptonada, tamponada e esterilizada.

Os procedimentos para análises microbiológicas dos *fishburgers* foram os mesmos utilizados para análises microbiológicas dos *minces*.

3.5 Monitoramento da estabilidade dos *minces*

Mensalmente, foram feitas determinações de valores de TBARS, pH, *drip* e BVT.

Os valores de TBARS (*tio barbituric acid reactive substances*) foram determinados por destilação da amostra, obtendo-se o malonaldeído e outras substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, seguida da reação do destilado obtido com o TBA, de acordo com Tarladgis et al. (1960).

O pH foi medido, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Pregolato & Pregolato, 1985).

A determinação do *drip*, expressa em perda de exsudado, em g/100g de amostra (Reppond & Babbitt, 1998).

O nitrogênio das bases voláteis totais (BVT) foi determinado conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Pregolato & Pregolato, 1985).

3.6 Elaboração dos *fishburgers*

A fim de permitir a avaliação sensorial dos *minces*, foram elaborados *fishburgers*.

Para o processamento dos *fishburgers* foram utilizados blocos congelados de *minces* de tilápia nilótica e vermelha, não lavados, sem adição de tripolifosfato, simulando desta forma uma condição padrão básica de processamento e *minces* lavados I e II aos quais foi adicionado 0,5% do crioprotetor tripolifosfato de sódio, conforme estabelecido pela legislação

(Antunes & Canhos, 1982). Os blocos foram descongelados, pesados e colocados em *cutter* onde foi feita a homogeneização (moderada), com adição dos ingredientes, nas proporções apresentadas no Quadro 1, à base de 85% de *mince*, conforme prerrogativas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - R.I.I.S.P.O.A. do Ministério da Agricultura (Brasil, 1962) para elaboração de hambúrguer. A temperatura do processamento foi mantida entre 0°C e 4°C.

Componente	<i>Mince</i> não lavado	<i>Minces</i> lavados I e II	Função no produto
<i>Mince</i>	85,0	85,0	Produto base
Proteína texturizada de soja	4,0	4,0	Textura
Fécula de batata	4,0	6,0	Agente de liga
Pré mistura a base de cebola, alho e sal	3,2	2,2	<i>flavour</i>
Condimentos	1,5	0,5	<i>flavour</i>
Glutamato monossódico	0,3	0,3	<i>flavour</i>
Água	2,0	2,0	Textura (maciez)

Quadro 1 - Formulações utilizadas para elaboração de *fishburgers*

A massa obtida foi resfriada a -1°C e em seguida porções de, aproximadamente, 80g foram envoltas em filme plástico, procedendo-se então à moldagem, utilizando-se forma manual de hambúrguer com 105 mm de diâmetro e aproximadamente 8,0 mm de altura.

Os *fishburgers* foram a seguir congelados a -16°C (Figuras 11 e 12).

Figura 11 - Homogeneização do *mince* em *cutter* para elaboração dos *fishburgers*.

Figura 12 - *Fishburgers* moldados e envoltos por filme plástico

3.7 Análise sensorial de *fishburger*

A análise sensorial dos *fishburgers* foi realizada através do Teste Hedônico com escala de 9 pontos variando de Gostei extremamente (nota 9) a Desgostei extremamente (nota 1), conforme ficha apresentada no Quadro 2. Para o teste foram utilizadas 6 amostras do produto elaborado com *minces* congelados de acordo com os seguintes tratamentos:

- Tratamento 1 – *Mince* não lavado de tilápia vermelha
- Tratamento 2 – *Mince* Lavado I de tilápia vermelha
- Tratamento 3 – *Mince* Lavado II de tilápia vermelha
- Tratamento 4 – *Mince* não lavado de tilápia nilótica
- Tratamento 5 – *Mince* Lavado I de tilápia nilótica
- Tratamento 6 – *Mince* Lavado II de tilápia nilótica

As amostras foram avaliadas por 27 provadores não treinados, recrutados aleatoriamente. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa SANEST com delineamento inteiramente ao acaso, constando para cada provador, uma repetição.

TESTE HEDÔNICO

Você está recebendo amostras de produtos elaborados a partir de carne de pescado. Prove-as, por favor, em seguida indique o quanto gostou ou desgostou do produto assinalando abaixo:

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Amostra nº _____

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Frequência de consumo de produtos de pescado: ☐ Frequentemente ☐ Ocasionalmente ☐ Nunca

Você compraria este produto se seu preço fosse equivalente a produtos similares encontrados no mercado? ☐ sim ☐ não

Tem algum comentário que deseja fazer? _____

3.8 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. A análise estatística teve continuidade, quando o teste F foi significativo em nível de 5% de significância, aplicando-se o teste de Tukey. As análises foram realizadas em microcomputador, utilizando-se o programa estatístico SAS (S.A.S. Institute, 1988)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento

O rendimento, em carne, do pescado é influenciado por diversos fatores, entre eles estão a espécie, tamanho do peixe e o método utilizado para sua obtenção. Estudos comparativos, de rendimento entre o processo de filetagem e o processo de desossa mecânica resultaram em um rendimento 10 a 20% maior para o processo de separação mecânica, (Freitas & Gurgel, 1983; Rasekh, 1987). No presente estudo houve diferença significativa entre as espécies, sendo que a média de rendimento observada para a espécie vermelha, foi maior que a média observada para a espécie nilótica, tanto em relação ao peso do pescado inteiro como em relação ao peso do pescado eviscerado e descabeçado (Tabela 1). Moraes & Campos (1993), estudando a desossa mecânica de várias espécies de peixe, observaram variação de rendimento entre 39,3 % e 63,4% em relação ao peso do peixe inteiro e 64,0 % e 83,3 % em relação ao peso do peixe eviscerado e descabeçado.

Tabela 1. Rendimento em carne (%) obtido por desossa mecânica, de duas espécies de tilápia

	Rendimento em carne (%)	
	Espécie: Tilápia vermelha	Tilápia nilótica
Calculado com base no pescado inteiro	42,56 ± 1,97 A	33,57 ± 3,45 B
Calculado com base no pescado eviscerado e descabeçado	65,96 ± 2,39 A	51,73 ± 3,35 B

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas, nas linhas, diferem entre si em nível de 5% (Tukey.)

Quando comparado ao peso do peixe inteiro, nas duas espécies estudadas, os peixes pesando entre 200 g e 500g não apresentaram diferença significativa em rendimento, em nível de 5%. Da mesma forma, levando em consideração o peso do peixe, já eviscerado e descabeçado, não houve diferença em nível de 5% para os peixes pesando entre 200g e 500g nas duas espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento em carne (%) obtido por desossa mecânica, de duas espécies de tilápia, separadas por categorias de peso

Categorias de peso	Rendimento em carne(%)	
	Calculado com base no pescado inteiro	Calculado com base no pescado eviscerado e descabeçado
(< 200 g)	28,17 ± 5,85 a	47,64 ± 6,82 a
(entre 200g e 300)g	42,13 ± 1,80 b	66,92 ± 3,19 b
(entre 300g e 400 g)	40,48 ± 1,29 b	63,48 ± 3,02 b
(entre 400g e 500 g)	42,54 ± 2,37 b	65,24 ± 3,46 b
(>500 g)	45,35 ± 6,51 b	63,55 ± 8,39 b

Médias seguidas de letras distintas minúsculas, nas colunas, diferem entre si em nível de 5% (Tukey)

4.2 Composição centesimal

O estudo da composição química do pescado é importante sob os aspectos nutricional e tecnológico. Variações na composição química ocorrem e são influenciadas por diversos fatores como espécie, idade, tamanho, alimentação, área geográfica, estação do ano, sexo e desenvolvimento gonadal, sendo de grande importância o conhecimento da região do corpo do pescado da qual teve origem a amostra. Os resultados aqui apresentados (Tabela 3) são referentes às análises dos filés, considerados como a porção comestível do pescado, comparados a um novo produto, que se obtém após a desossa mecânica, que além da parte muscular comestível, também é composto por substâncias aderidas à pele e partículas ósseas. O processo de lavagem, quando adotado e dependendo do grau utilizado, remove parcial ou totalmente algumas substâncias, inclusive o sangue, dando origem a outro produto, com características próprias tanto nutricionais quanto tecnológicas.

Tabela 3. Composição centesimal (%) de filés e *minces* de duas espécies de tilápia

Produto	Umidade (%)		Proteína (%)		Lipídeo (%)		Cinza (%)	
	Tilápia vermelha	Tilápia nilótica	Tilápia vermelha	Tilápia nilótica	Tilápia vermelha	Tilápia nilótica	Tilápia vermelha	Tilápia nilótica
Filé (músculo)	79,20 ± 0,06 Aa	78,43 ± 0,09 Ba	16,62 ± 0,09 Aa	17,08 ± 0,03 Ba	1,68 ± 0,01 Aa	1,99 ± 0,01 Ba	1,07 ± 0,01 Aa	1,09 ± 0,02 Aa
<i>Mince</i> não-lavado	76,83 ± 0,09 Ab	78,50 ± 0,06 Ba	16,03 ± 0,50 Aa	14,93 ± 0,03 Ab	5,46 ± 0,02 Ab	4,23 ± 0,02 Bb	1,07 ± 0,01 Aa	1,05 ± 0,02 Aa
<i>Mince</i> lavado I	84,20 ± 0,15 Ac	85,90 ± 0,11 Bb	11,98 ± 0,02 Ab	11,09 ± 0,04 Bc	2,53 ± 0,01 Ac	1,70 ± 0,23 Bac	0,54 ± 0,01 Ab	0,47 ± 0,00 Bb
<i>Mince</i> lavado II	85,43 ± 0,09 Ad	86,70 ± 0,15 Bc	11,79 ± 0,13 Ab	10,98 ± 0,21 Bc	1,97 ± 0,01 Ad	1,27 ± 0,01 Bc	0,34 ± 0,01 Ac	0,34 ± 0,01 Ac

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si, em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

O teor de umidade no filé (músculo) foi maior na espécie vermelha. Visentainer et al. (2000) encontraram 80,04% de umidade em músculo de tilápia nilótica.

Gurgel & Freitas (1972) observaram teores na faixa de 70,2 a 79,7 % de umidade em tilápia nilótica, dentro da qual estão os teores observados nas duas espécies analisadas. Para as duas espécies, após a lavagem, os *minces* apresentaram maior teor de umidade.

De acordo com Stansby (1962), as duas espécies estudadas podem ser classificadas como peixes com alto teor de proteína (15 – 20%) e baixo teor de gordura (< 5%). A média do teor de proteína, no músculo das duas espécies estudadas, foi inferior ao observado por Gurgel & Freitas (1972), de 18,0 a 21,0%; Mujica (1988), de 18,6%; Clement & Lovell (1994), de 20,3% e Marchi (1997), de 19,10%, dentro dos limites observados por Freitas et al. (1979), de 14,3 a 21,1% e próximo do valor observado por Visentainer et al. (2000), de 16,69%.

O teor de proteína encontrado nos *minces* não-lavados, foi semelhante nas duas espécies. Independentemente da espécie, o maior teor de proteína foi observado no *mince* preparado a partir do filé (músculo). Para as duas espécies pode ser observado uma diminuição do teor de proteína após o processo de lavagem, fato devido à remoção dos componentes solúveis em água, como proteínas sarcoplásmicas. De acordo com Yoon et al. (1991), a remoção de tais componentes deve facilitar a contração das miofibrilas, ocasionando alterações de textura dos *minces* após o armazenamento sob congelamento.

Foi observado que o teor de lipídeos no músculo das duas espécies está dentro da faixa encontrada por Gurgel & Freitas (1972) de 0,9 a 7,1%, próximo dos valores observados por Mujica (1988) de 2,2% e Marchi (1997) de 2,0% e inferior ao observado por Clement & Lovell (1994) de 5,7% para a espécie nilótica. Visentainer et al. (2000), estudando a composição da tilápia nilótica, encontraram 0,99% de lipídeos totais. Houve diferença nos teores de lipídeos entre as duas espécies estudadas; o *mince* elaborado a partir do filé (músculo) de tilápia nilótica apresentou maior teor de lipídeos que o músculo de tilápia vermelha.

Os *minces* não-lavados apresentaram um teor relativamente elevado de lipídeos e significativamente maior na espécie vermelha, provavelmente, devido à incorporação da gordura da cavidade abdominal e subcutânea durante a desossa mecânica, diferentemente do *mince* obtido a partir do filé. O menor teor de lipídeos foi observado em *mince* lavado II, indicando, provavelmente, a remoção da gordura através do processo de lavagem.

De acordo com o teste F ($p < 0,05$) obtido pela análise de variância da composição química dos produtos (Tabela 4), apenas não houve efeito da espécie sobre o teor de cinza.

O teor de cinza encontrado no músculo das duas espécies de tilápia esteve próximo aos valores observados por Gurgel & Freitas (1972) de 1,2 a 2,9%; Mujica (1988), de 1,1%; Clement & Lovell (1994), de 1,10% e Marchi (1997), de 2,3 % e acima do valor observado por Visentainer et al. (2000), de 0,98%. Independentemente da espécie, o maior teor de cinza foi observado no

mince preparado a partir do filé (músculo) e o menor no *mince* lavado II. Somente no *mince* lavado I o teor de cinza, da espécie vermelha, diferiu da espécie nilótica.

Tabela 4. Valores de F obtidos da análise de variância, para composição de duas espécies de tilápia

C.V.	G.L.	Valor F			
		Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinza
Espécie (E)	1	166,12*	16,89*	111,99*	2,74ns
Produto (P)	3	3242,17*	379,00*	677,69*	1.405,21*
E x P	3	61,07*	6,12*	31,73*	3,78*
Resíduo	16				
Total	23				

Mira & Lanfer Marques (2000), objetivando a caracterização química de *surimi* elaborado com carne de camarão e peixes de água salgada, observaram oscilação no teor de proteína entre 9,9% (junho/97) e 18,0% (janeiro/98). Neiva et al. (2000) desenvolveram formulação para o produto lingüiça de pescado, à base de carne mecanicamente separada, de espécies de peixes subutilizadas denominadas de mistura. A composição centesimal do produto foi 15% de proteína, 0,8% de lipídeos, 75,0% de umidade e 1,9% de cinza. Azevedo et al. (2000) observaram para duas amostras de lingüiça de tilápia nilótica, provenientes dos municípios cearenses de Acari e Caicó, respectivamente 73,37% e 73,94% de umidade; 1,18% e 0,99% de lipídeos; 13,91% e 14,73% de proteína. Souza et al. (2000) elaboraram produtos designados de *minced fish* de quatro espécies de pescado de água doce da Amazônia, a saber: aracu

(*Shizodon fasciatum*), mapará (*Hypophtalmus edentatus*), jaraqui-de-escama-grossa (*Semaprochilodus insignis*) e jaraqui-de-escama-fina (*Semaprochilodus taeniurus*) observando que as amostras de mapará apresentaram as menores concentrações de proteína (12%), umidade (72,6%) e cinza (0,15%) e os maiores teores de lipídeos totais (14,92%).

4.3 Minerais

Na Tabela 5 estão apresentados os teores de minerais para as duas espécies de tilápias.

Tabela 5. Minerais (mg/100g) em filés e *minces* de tilápia vermelha

Produto	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Umidade %
	(mg/100g)						
Filé (músculo)- Tilápia vermelha	198,25 ± 1,04	8,30 ± 0,00	31,14 ± 0,00	380,59 ± 1,38	45,27 ± 0,42	0,41 ± 0,02	79,20
<i>Mince</i> não-lavado Tilápia vermelha	206,29 ± 7,08	65,67 ± 9,49	27,81 ± 0,00	319,10 ± 0,77	59,10 ± 0,25	2,00 ± 0,01	76,83
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia vermelha	102,34 ± 5,55	88,06 ± 5,55	16,40 ± 0,53	89,38 ± 0,53	20,51 ± 0,72	1,47 ± 0,09	84,20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia vermelha	70,13 ± 1,46	62,83 ± 2,93	14,12 ± 0,49	30,19 ± 0,49	11,51 ± 0,40	0,92 ± 0,04	85,43
Filé (músculo) - Tilápia nilótica	196,66 ± 1,25	10,08 ± 1,44	30,26 ± 0,00	377,48 ± 1,90	44,92 ± 0,23	0,40 ± 0,02	78,43
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia nilótica	180,51 ± 13,98	64,47 ± 17,23	27,22 ± 1,43	318,77 ± 11,46	60,98 ± 2,48	2,10 ± 0,08	78,50
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia nilótica	95,22 ± 9,63	74,58 ± 20,12	15,01 ± 0,47	83,03 ± 1,63	19,73 ± 0,17	0,95 ± 0,07	85,90
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia nilótica	87,13 ± 2,68	111,26 ± 7,38	13,85 ± 0,45	25,47 ± 0,77	11,68 ± 0,40	0,69 ± 0,03	86,70

Com base na matéria úmida, pelo teste F ($p < 0,05$) foi observado o efeito do produto sobre os teores de P, Ca, Mg, K, Na e Fe. Somente sobre o teor de Fe houve efeito da espécie e interação produto e espécie (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de F obtidos da análise de variância, para alguns minerais encontrados em filés e *minces* de duas espécies de tilápia

C.V.	G.L.	Valor F					
		P	Ca	Mg	K	Na	Fe
Espécie (E)	1	0,58ns	0,99ns	3,28ns	1,49ns	0,12ns	18,13*
Produto (P)	3	118,22*	15,01*	374,71*	3351,65*	1094,89*	335,09*
E x P	3	2,51ns	2,21ns	0,30ns	0,19ns	0,75ns	12,64*
Resíduo	16						
Total	23						

Os maiores teores de P, independentemente da espécie, foram observados em filés (músculo) e *minces* não-lavados. Stansby (1976) considera o teor médio de 200 mg/100g para P, em carne de peixes. Para Borgstron (1962), os teores de P podem variar de 100 a 400 mg/100g. Marchi (1997) encontrou em músculo e polpa de tilápia nilótica, respectivamente, os valores, para P, de 150,20 mg/100g e 188,00 mg/100g (*mince* contendo tripolifosfato de sódio).

O menor teor de Ca foi observado em filés (músculo); nos *minces* obtidos por desossa mecânica ocorre um aumento do teor de Ca, provavelmente, devido à incorporação de fragmentos de ossos. As médias dos teores de Ca para os *minces* não diferiram entre si. Segundo Borgstron (1962) os teores de Ca para peixes em geral, variam entre 5 e 200 mg/100g. Marchi (1997)

observou em tilápia nilótica, os teores em Ca de 30 e 28 mg/100g, respectivamente, para músculo e polpa.

Os maiores teores de Mg foram observados em filés (músculo) e os menores nos *minces* lavados. A média dos teores de Mg, observada por Stansby (1976), para peixes em geral foi de 25 mg/100g e por Borgstrom (1962), foi 30 mg/ 100g. Marchi (1997) observou para músculo e polpa de tilápia nilótica, respectivamente, 34,60 e 34,10 mg/100g

A Tabela 5 mostra que o K é o elemento mais abundante no filé (músculo) e nos *minces* não-lavados das duas espécies, estando próximo dos 300 mg/100g descritos por Stansby (1976) para carne de peixe. Para todos os produtos, os teores de K diferiram entre si e o menor teor foi observado no *Mince* lavado II. Marchi (1997), estudando a composição de músculo e *mince* de tilápia nilótica, encontrou respectivamente, os valores de 215,10 e 208,00 mg de K /100g de carne. Thurston et al. (1959) observaram para peixes de água doce, teores na faixa de 232 a 418 mg de K/100g de carne, com média de 297 mg/100g.

O maior teor de Na foi observado em *mince* não lavado. Os teores de Na para peixes, em geral, segundo Borgstrom (1962), podem variar entre 30 e 150mg/100g; segundo Stansby (1976), a média permanece próxima de 63 mg/100g. Marchi (1997) observou os teores de 87,80 e 119,20 mg de Na/100g, respectivamente, para o músculo e polpa (com polifosfato de Na adicionado), de tilápia nilótica.

Os teores de Fe podem variar dentro dos limites de 0,4 a 5,0 mg/100g em carne de peixes, segundo Borgstrom (1962). No músculo das duas espécies, os teores analisados estão abaixo do observado por Marchi (1997) que foi de 1,02 e 1,15 mg/100g, respectivamente, em músculo e polpa de tilápia nilótica, e abaixo dos limites de 0,52 a 3,10 mg/100g relatados por Moraes et al. (1992), para peixes do litoral brasileiro.

4.4 Análises microbiológicas

A portaria nº.451 do Ministério da Saúde/ Secretaria de Vigilância Sanitária (MS/SVS) Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL/MS) (Brasil, 1997) estabelece, para pescado, os seguintes padrões: para *Staphylococcus aureus* o limite permitido é de 10^3 UFC/g; para *Salmonella* é exigido ausência em 25g da amostra analisada, para coliformes fecais, o limite (NMP) é de 10^2 /g. Não há limite estabelecido para pescado, quanto a coliformes totais e contagem total de microrganismos aeróbios. A International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF (1982) define, para pescado, o limite de 10^6 UFC/g, para contagem total de mesófilos aeróbios; o limite permitido para coliformes fecais é de 10^2 NMP/g e não há limites estabelecidos para psicrotrófilos aeróbios.

Os resultados das contagens microbiológicas no gelo, na água, no pescado, nos produtos e ao final do período de armazenamento sob congelamento a -16°C , estão apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7. Microrganismos em amostras de gelo; água; tilápia vermelha e tilápia nilótica. *in natura*.

	Coliformes Fecais/ <i>E. coli</i>	Aeróbios mesófilos	Aeróbios Psicrotrófilos	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> (em 25g)
Gelo transporte (NMP/g)	<0,02	...	...	...	...
Água do abate (NMP/g)	<0,02	...	...	...	...
Água do processo (NMP/g)	0,05	...	...	...	...
Gelo do processo (NMP/g)	<0,02	...	...	...	...
Tilápia vermelha inteira (UFC/g)	<20	$1,2 \times 10^3$	$1,9 \times 10^2$	<10	Ausência
Tilápia nilótica inteira (UFC/g)	<20	$2,6 \times 10^3$	$4,9 \times 10^2$	6×10^2	Ausência
Tilápia vermelha eviscerada e decapitada (UFC/g)	<20	6×10^1	$7,5 \times 10^1$	<10	Ausência
Tilápia nilótica eviscerada e decapitada(UFC/g)	<20	4×10^1	$2,5 \times 10^1$	<10	Ausência

Tabela 8. Microrganismos em amostras de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica no início do congelamento

	<i>Salmonella</i> (em 25g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)	Coliformes Fecais / <i>E. coli</i> (UFC/g)
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia vermelha	Ausência	<10	6×10^2	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia vermelha	Ausência	<10	8×10^1	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia vermelha	Ausência	<10	$6,5 \times 10^1$	<20
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia nilótica	Ausência	<10	$2,5 \times 10^1$	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20

Tabela 9. Microrganismos em amostras de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica ao final do período de armazenamento.

	<i>Salmonella</i> (em 25g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)	Coliformes Fecais/ <i>E. coli</i> (UFC/g)
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia vermelha	Ausência	$1,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia vermelha	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia vermelha	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20

4.4.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

Os resultados das contagens de microrganismos aeróbios mesófilos nos *minces* analisados podem ser observados na Figura 13.

Figura 13 - Microrganismos aeróbios mesófilos, (contagem total) em *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica, durante armazenamento por 180 dias a -16°C

A média da contagem de mesófilos, no tempo inicial de armazenamento, em função do produto e da espécie, mostrou que não houve diferença significativa, em nível de 5%, pelo teste de Tukey, para todos os produtos da espécie vermelha. Para a espécie nilótica, o *mince* não-lavado apresentou maior contagem, diferindo dos *minces* lavados I e II, os quais não diferiram entre si. Houve diferença significativa entre as duas espécies, em todos os produtos. Não houve efeito do período de armazenamento para a espécie nilótica, nos *minces* não-lavado e lavado II, que ao final de 180 dias apresentaram contagem de 3,23 e 2,83 log(UFC+1), respectivamente. Para o *mince* lavado I da espécie nilótica, houve diminuição da contagem a partir de 130 dias de armazenamento. Para a espécie vermelha, a contagem total de mesófilos, neste período, variou nos *minces* não-lavados entre 3,9 e 4,6 log(UFC+1) e nos *minces* lavado I e lavado II também houve diminuição da contagem. Para todos os produtos, a maior contagem observada foi 4,6 log(UFC+1). Raccach & Baker (1978), estudando os aspectos microbiológicos de *minces* de pescado de água doce observaram variação na contagem total de mesófilos de 5,8 a 6,3 log(UFC+1).

As lavagens podem ser responsáveis pelas menores contagens, em relação aos *minces* não lavados, exercendo um efeito benéfico de remoção de microrganismos.

4.4.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotrófilos

Os resultados das contagens de microrganismos aeróbios psicrotrófilos nos *minces* analisados podem ser observados na Figura 14.

Figura 14 - Microrganismos aeróbios psicrotrófilos em *minces* de tilápias vermelha e nilótica, durante armazenamento por 180 dias a -16°C

A média da contagem de psicrotrófilos feita nos *minces* no início do armazenamento, em função do produto e da espécie, mostrou que não houve diferença significativa em nível de 5%, pelo teste de Tukey, para os produtos dentro da cada espécie. As espécies diferiram entre si somente para o *mince* lavado I que apresentou maior contagem na espécie vermelha. Não houve efeito do período de armazenamento em *minces* não-lavados de tilápia nilótica e lavado I de tilápia vermelha; estes, no 180º dia apresentaram, respectivamente, a contagem total de 2,60 e 3,24 $\log(\text{UFC}+1)$. Para o *mince*

não-lavado da espécie vermelha houve diminuição na contagem a partir do 120º dia de armazenamento. Os demais produtos apresentaram, ao final deste período, aumento da contagem total de microrganismos psicrófilos. Dentro de cada período, a partir do 30º dia, a espécie vermelha apresentou maior contagem, diferindo da espécie nilótica. Para todos os produtos a maior contagem observada foi 4,3 log(UFC+1). Raccach & Baker (1978), analisando *minces* de pescado de água doce, observaram a contagem total para psicrófilos de 6,2 log(UFC+1), que se manteve estável durante o período de 3 meses de armazenamento.

4.5 Análises físico-químicas

Na Tabela 10 pode ser observado que houve efeito, em nível de $\alpha = 0,05$, de todos os fatores e de todas as interações sobre o TBARS, pH e *drip*. Desta forma, foi estudada a interação tripla e feita a regressão polinomial, até segundo grau, para período dentro de cada espécie e de cada produto e foi aplicado o teste de Tukey, para comparar as médias de espécie, dentro de cada período e de cada produto e também para comparar as médias de produto dentro de cada período e de cada espécie.

Verificou-se que houve efeito de todos os fatores e da interação produto e período sobre o BVT. Desta forma, foi realizada a análise de regressão polinomial, até segundo grau, para período dentro de cada produto e foi aplicado o teste de Tukey, para comparar as médias de espécie.

Tabela 10. Valores de F, obtidos da análise de variância, para características físico-químicas de *minces* não lavado e lavados I e II, de duas espécies de tilápia

C.V.	G.L.	Valor F			
		TBARS	pH	Drip	BVT
Espécie (E)	1	4520,92*	184,45*	14,92*	4,76*
Produto (Pr)	2	1975,82*	1605,61*	39,70*	203,09*
Período (P)	6	1349,05*	42,27*	15,23*	38,23*
E x Pr	2	93,14*	20,82*	7,11*	2,03ns
E x P	6	274,31*	4,00*	5,35*	0,69ns
Pr x P	12	125,96*	10,45*	2,13*	10,04*
E x P x Pr	12	22,36*	5,90*	2,72*	1,66ns
Resíduo	84	-	-	-	-
Total	125	-	-	-	-

4.5.1 TBARS – Substâncias reativas ao ácido tio-barbitúrico

Estudos feitos por Morris & Dawson (1979) indicam que o TBA é um método eficiente para se avaliar o desenvolvimento da oxidação de lipídeos (rancidez) em pescado. Da mesma forma, Buege & Aust (1978) consideram o método eficiente pela rapidez e simplicidade, embora aldeídos e açúcares, se também estiverem presentes podem reagir com o ácido tiobarbitúrico e produzir coloração avermelhada, observada pela absorbância máxima obtida em 535 nm do complexo malonaldeído-ácido tiobarbitúrico. Raharjo et al. (1993) compararam três métodos de obtenção do complexo malonaldeído-TBA: aquecimento direto, destilação e extração e observaram que os métodos não medem, especificamente, o malonaldeído; outras substâncias naturalmente

presentes ou formadas pelo aquecimento da amostra, inclusive o malonaldeído e as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) interferem com o vermelho do complexo malonaldeído-TBA. Os resultados das análises de TBARS nos *minces* podem ser observados na Figura 15.

Figura 15 - Valores de TBARS de *minces* de tilápias vermelha e nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C

Lee & Toledo (1977) e Silberstein & Lillard (1978), estudando as causas da oxidação de lipídeos em *minces* de pescado concluíram que os tecidos da cavidade visceral, proteínas-heme e altos níveis de ácidos graxos insaturados, são responsáveis pela alta suscetibilidade à rancidez oxidativa, permitindo desta forma, considerar que a eliminação, por arraste, destas substâncias pela lavagem dos *minces*, dificulta o desenvolvimento da oxidação. Fato que pode ser observado no presente estudo quando, dentro de cada período os valores

de TBARS foram maiores para *minces* não-lavados e menores para *minces* lavados. Os resultados obtidos variaram entre 0,14 e 2,75 (mg de malonaldeído/kg) durante os 180 dias de armazenamento. Para todos os produtos, houve efeito do período de armazenamento, com aumento dos valores das TBARS, diferindo da espécie nilótica, indicando ser a espécie vermelha, mais susceptível à oxidação lipídica que a espécie nilótica.

Luzia et al. (2000), preocupados com o comprometimento nutricional, com a interferência na funcionalidade da proteína e com a produção de substâncias indesejáveis da oxidação de lipídeos, avaliaram a estabilidade lipídica de diversas espécies de pescado e obtiveram, para tilápias (*Oreochromis spp*), as médias de 0,235 mg de malonaldeído/kg, no verão, e 0,117 mg de malonaldeído/kg, no inverno, ambas dentro de faixas de valores que os autores consideraram satisfatórios. Jesus (1998) estudando *minces* de peixes amazônicos obteve resultados que variaram de 0,49 a 2,37 mg de malonaldeído/kg e concluiu que, sob o aspecto químico, os *minces* mantiveram-se em condições de consumo.

Observa-se na Tabela 11, que houve uma relação linear entre o período de armazenamento e o TBARS para os *minces* lavados I e II da espécie vermelha e para o *mince* lavado II da espécie nilótica, houve uma relação quadrática entre o período de armazenamento e o TBARS para o *mince* não lavado da espécie vermelha e da espécie nilótica e para o *mince* lavado I da espécie nilótica. Entretanto, para os *minces* lavado I de ambas as espécies foi adotada a regressão linear, pois foi a equação que melhor explicou o que

ocorreu com o TBARS, durante o período de armazenamento, uma vez que derivando-se a equação de segundo grau, obteve-se um ponto (período) fora do intervalo (1 a 180 dias).

Tabela 11. Valores de F, obtidos da análise de regressão polinomial, referentes ao TBARS, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie

Produto	Valor F	
	Regressão. linear	Regressão. quadrática
<i>Mince</i> não lavado de tilápia vermelha	2601,53*	357,62*
<i>Mince</i> lavado I de tilápia vermelha	1117,73*	0,92ns
<i>Mince</i> lavado II de tilápia vermelha	629,50*	2,92ns
<i>Mince</i> não lavado de tilápia nilótica	1367,32*	84,16*
<i>Mince</i> lavado I de tilápia nilótica	113,57*	10,83*
<i>Mince</i> lavado II de tilápia nilótica	30,39*	2,04ns

4.5.2 pH

As alterações nos valores de pH durante o armazenamento, sob congelamento, são dependentes da temperatura de estocagem, composição em sais, estado fisiológico, poder tampão das proteínas e ação enzimática (Fennema et al., 1973). Pelo valor F obtido da análise de regressão polinomial pode ser observado que houve efeito do período de armazenamento sobre os valores de pH, com pequena variação na faixa de 6,3 a 7,1. Para os *minces* não-lavado e lavado I da espécie vermelha, houve aumento e em seguida, diminuição dos valores de pH. Para os *minces* lavado II das espécies vermelha e nilótica houve aumento de pH durante o armazenamento. Para todos os

períodos (dentro de cada período) o menor pH foi observado no *Mince* não-lavado. Os resultados dos valores de pH nos *minces* podem ser observados na Figura 16.

Figura 16 - Valores de pH de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C

Segundo Sikorski & Kotakowska (1994), o aumento da força iônica em *mince* de pescado favorece a ligação de ácidos graxos a grupos funcionais da proteína, a 4°C e -18°C , diminuindo sua solubilidade. Variações dos valores de pH podem indicar alterações de atividades microbianas, que provocam mudança do equilíbrio de oxi-redução, aumentando a variação da concentração de hidrogênios livres, com conseqüente aumento do pH. A atividade microbiana deve então, ser confirmada ou não por meio de análises microbiológicas (Kietzmann et al., 1974).

Araújo et al. (2000), estudando a vida útil de pescadinha (gênero *Cynoscion*), observaram que, de 12 amostras coletadas, somente três amostras apresentaram pH dentro dos padrões estabelecidos pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - R.I.I.S.P.O.A. do Ministério da Agricultura (Brasil, 1962), variando entre 6,34 e 6,78. De acordo com o artigo 443 deste Regulamento, para peixes, valores de pH superiores a 6,8 internamente e 6,5 externamente, na carne, caracterizam o pescado como impróprio para consumo. Não há padrões de pH estabelecidos para produtos já elaborados de pescado.

Tabela 12. Valores de F, obtidos da análise de regressão polinomial, referentes ao pH, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie

Produto	Valor F	
	Regressão linear	Regressão quadrática
<i>Mince</i> não lavado de tilápia vermelha	2,89 ns	8,91*
<i>Mince</i> lavado I de tilápia vermelha	10,37*	18,57*
<i>Mince</i> lavado II de tilápia vermelha	21,29*	1,82ns
<i>Mince</i> não lavado de tilápia nilótica	2,22ns	22,09*
<i>Mince</i> lavado I de tilápia nilótica	33,30*	24,12*
<i>Mince</i> lavado II de tilápia nilótica	62,28*	3,86ns

Os dados da Tabela 12 mostram que para a espécie vermelha e para os *minces* não lavados e lavado I houve uma relação quadrática entre o pH e o período de armazenamento, e para o *Mince* lavado II houve uma relação linear entre o pH e o período de armazenamento. O mesmo ocorreu com a espécie nilótica.

4.5.3 Drip

Reddy & Srikar (1991) concluíram que a determinação do *drip* durante armazenamento sob congelamento é um indicador importante para se avaliar as alterações nas características funcionais das proteínas do pescado; o *drip* geralmente reflete a extensão da desnaturação da proteína. Os autores observaram uma variação média de perda de exsudado (*drip*) em *mince* de perca cor-de-rosa (*Nemipterus japonicus*) durante 180 dias de estocagem, a saber, 4,85 % aos 30 dias e 20,00 % aos 180 dias. Da mesma forma Awad et al. (1969), estudando a deterioração de músculo de pescada branca (*Coreogonus clupeaformis*), armazenada a -10°C , observaram aumento do *drip*, com o aumento da insolubilidade das proteínas miofibrilares e consideraram que a agregação das proteínas leva à insolubilidade, causando a perda da capacidade de retenção de água.

Os resultados das análises de *drip* nos *minces* podem ser observados nas Figuras 17 e 18.

Figura 17 - *Drip* (%) de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por 180 dias a -16°C

Figura 18 - *Drip* (%) de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica, com adição de tripolifosfato, armazenados por 180 dias a -16°C

Os valores de F referentes às análises de *drip* estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores de F, referentes ao *drip*, obtidos da análise de regressão polinomial, para período de armazenamento dentro de cada produto e de cada espécie

Produto	Valor F	
	Regressão linear	Regressão quadrática
<i>Mince</i> não lavado de tilápia vermelha	5,80*	1,82ns
<i>Mince</i> lavado I de tilápia vermelha	2,55ns	0,14ns
<i>Mince</i> lavado II de tilápia vermelha	26,65*	0,01ns
<i>Mince</i> lavado I com tripolifosfato de tilápia vermelha	9,48*	24,38*
<i>Mince</i> lavado II com tripolifosfato de tilápia vermelha	0,02ns	0,67ns
<i>Mince</i> não lavado de tilápia nilótica	0,74ns	2,73ns
<i>Mince</i> lavado I de tilápia nilótica	23,52*	4,49*
<i>Mince</i> lavado II de tilápia nilótica	12,91*	2,89ns
<i>Mince</i> lavado I com tripolifosfato de tilápia nilótica	2,56ns	2,49ns
<i>Mince</i> lavado II com tripolifosfato de tilápia nilótica	10,85*	0,45ns

4.5.4 BVT – Bases nitrogenadas voláteis

Para Contreras Guzmán (1994), a determinação do BVT teria utilidade quando o pescado está deteriorado portanto, próximo da rejeição, sendo útil como indicador apenas do período máximo de tempo permitido para comercialização. De acordo com o artigo 443, do Regulamento de Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal (R.I.I.S.P.O.A.) (Brasil, 1962), o pescado estará impróprio para consumo, quando os teores de bases voláteis totais ultrapassarem o limite de 30 mg de BVT/100g.

Os resultados das análises de BVT nos *minces* podem ser observados na Figura 19.

Figura 19 - Bases nitrogenadas voláteis totais (mg/100g) de *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica, armazenados por um período de 180 dias a -16°C

Não houve diferença significativa entre os valores de BVT nos *minces* armazenados até o período de 30 dias. A partir deste período os valores aumentaram de 6,7 para 12,9 mg/100g nos *minces* não lavados. Para os *minces* Lavados I e II esse aumento foi menor, provavelmente devido à eliminação, durante o processo de lavagem, de substâncias responsáveis pela produção das bases voláteis. Durante todo o período de armazenamento, porém, mantiveram-se dentro do limite de 30 mg/100g, estabelecido pela legislação e não houve diferença entre as espécies.

Reddy et al. (1992) relataram um aumento significativo de 4,0 para 18,4 mg/100g ao final de um período de 180 dias de armazenamento congelado de *minces* de pescado.

Não houve efeito da espécie sobre os valores de BVT durante o período de armazenamento.

4.6 Análise química dos *fishburgers*

Na Tabela 14 pode ser observada a composição centesimal dos *fishburgers*.

Tabela 14. Composição centesimal de *fishburgers* elaborados com *minces* de duas espécies de tilápia

Produtos	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Cinza (%)	Carboidratos* (%)
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> não-lavado de tilápia vermelha	74,72 ± 0,16	14,65 ± 0,03	5,84 ± 0,04	2,56 ± 0,01	2,22
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> lavado I de tilápia vermelha, com adição de tripolifosfato	79,72 ± 0,07	12,48 ± 0,23	3,22 ± 0,29	1,78 ± 0,01	2,80
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> lavado II de tilápia vermelha, com adição de tripolifosfato	81,96 ± 0,27	11,36 ± 0,13	2,50 ± 0,01	1,58 ± 0,01	2,60
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> não-lavado de tilápia nilótica	75,57 ± 0,09	14,96 ± 0,09	4,82 ± 0,06	2,50 ± 0,02	2,15
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> lavado I de tilápia nilótica, com adição de tripolifosfato	81,87 ± 0,10	11,71 ± 0,24	2,13 ± 0,01	1,77 ± 0,01	2,51
<i>Fishburger</i> elaborado com <i>mince</i> lavado II de tilápia nilótica, com adição de tripolifosfato	83,02 ± 0,26	10,62 ± 0,12	1,80 ± 0,01	1,68 ± 0,01	2,88

* Calculado por diferença entre 100 e a somatória das médias dos demais componentes

4.7 Análise microbiológica dos *fishburgers*

Os resultados das análises microbiológicas realizadas em amostras de *fishburgers*, mostram que os produtos permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (Tabela 15).

Tabela 15. Microrganismos em amostras *fishburgers* elaborados com *minces* de tilápia vermelha e tilápia nilótica ao final do período de armazenamento.

	<i>Salmonella</i> (em 25g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)	Coliformes Fecais/ <i>E. coli</i> (UFC/g)
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia vermelha	Ausência	1,0x10 ¹	4,0x10 ¹	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia vermelha	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia vermelha	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia nilótica	Ausência	<10	<20	<20

4.8 Análise sensorial dos *fishburgers*

De acordo com as médias obtidas através do teste de Tukey (Tabela 16), não foi observada diferença entre os tratamentos. Entretanto, analisando-se os resultados, observa-se que os *fishburgers* elaborados com *Mince* lavado I de tilápia vermelha obtiveram uma aceitação maior em relação aos demais tratamentos, com média de pontos na faixa entre gostei moderadamente e gostei muito. Os *fishburgers* elaborados com *Mince* não-lavado de tilápia

vermelha obtiveram menor média de pontos, com nível de aceitação mantido entre indiferente e gostei ligeiramente. Os demais tratamentos estiveram entre as escalas gostei ligeiramente e gostei moderadamente. Pode ser observado também que houve maior aceitação dos produtos elaborados com *minces* Lavado I, independentemente da espécie. Não houve reprovação em nenhum dos tratamentos, uma vez que todos os tratamentos tiveram 100% de aceitabilidade.

Tabela 16. Médias dos pontos obtidos em Teste Hedônico para *fishburgers*.

Tratamentos	Médias de pontos
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia vermelha	5,67 a
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia vermelha	7,15 a
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia vermelha	6,30 a
<i>Mince</i> não-lavado - Tilápia nilótica	6,11 a
<i>Mince</i> lavado I - Tilápia nilótica	6,96 a
<i>Mince</i> lavado II - Tilápia nilótica	6,85 a
Valor F	2,31 ns
Coeficiente de Variação	29,84%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, constatou-se que:

- É viável a obtenção de *minces* utilizando-se tilápias nilóticas e vermelhas;
- É possível processar os peixes em diferentes estágios de desenvolvimento, sem necessidade de padronização de tamanho uma vez que o rendimento é semelhante;
- O *mince* não lavado apresenta maior teor de lipídeos e menor teor de proteína e cinza do que o pescado de origem; o *mince* lavado apresenta menor teor de proteína e menor teor de lipídeos e cinza em comparação com o *mince* não lavado.
- Os *minces* que foram submetidos ao processo de lavagem, possuem menores teores de minerais, quando comparados ao filé (músculo) e ao *mince* não-lavado, além de, valores menores de P, K e Na, que os encontrados no músculo e no *mince* não-lavado.
- Os *minces* obtidos a partir das duas espécies de peixes congelados a -40°C mantiveram-se estáveis e em condições de consumo, durante o período de armazenamento a -16°C por 180 dias, com valores máximos

satisfatórios para TBARS (2,75mg/kg); pH (7,1); *drip* (18%) e BVT (15,7 mg/100g).

- As análises microbiológicas ao final do período de armazenamento apresentaram ausência de *Salmonella*; contagem de *S. aureus* abaixo de 10^1 UFC/g; contagem de coliformes totais abaixo de $4,0 \times 10^1$ UFC/g e não foram detectados coliformes fecais; para todos os produtos a maior contagem total de mesófilos foi de $4,0 \times 10^4$ UFC/g em *mince* não-lavado de tilápia vermelha e de psicrotrofílos de $2,0 \times 10^4$ UFC/g em *mince* não-lavado de tilápia vermelha.
- Todos os tratamentos obtiveram 100% de aceitabilidade na avaliação sensorial dos *fishburgers* armazenados por 180 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKMAN, R.G. Seafoods: chemistry, processing technology and quality. In: SHAHIDI, F. & BOTTA, J. R., (Ed.) **Seafood lipids**. Glasgow: Academic & Professional, 1994. p. 34-48.
- ADU, G.A.; BABBITT, J.K.; CRAWFORD, D.L. Effect of washing on the nutritional and quality characteristics of dried mince rockfish flesh. **Journal of Food Science**, v.48, n.4, p.1053–1055, 1983.
- ALBUQUERQUE, C.K.; ANDRADE, M. Oetterer. Conservação do pescado de água doce. Processamento de carpa (*Cyprinus carpio*) visando obtenção do "minced". **Alimentação & Nutrição**, v.8, n.36, p.38-46, 1988.
- ALOR, F.A.R. Controle microbiológico do pescado. In: SIMPÓSIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICO, QUÍMICO, FÍSICO E ORGANOLÉPTICO DE PESCADO E DERIVADOS. Santos, 1994. **Anais**. Campinas: ITAL, 1994. p.27-32.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: APHA, 1992. 1219p.
- ANDRADE, M. Oetterer. Preparo, seleção, armazenamento e estudos químicos e sensoriais de conservas de mandis (*Pimelodus clarias* Bloch). São Paulo, 1975. 127p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

- ANTUNES, A.J.; CANHOS, U.P. **Aditivos em alimentos**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 178p.
- ARAUJO, M.G.; GASPAR, A.; MONTENEGRO, M. Tempo de prateleira de pescadinha (*Cynoscion spp*) resfriada. Avaliação quanto aos aspectos físico-químicos e sensoriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.1, p.3.187.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington: AOAC, 1995.
- AWAD, A.; POWRIE, W.D.; FENNEMA, O. Deterioration of fresh-water whitefish muscle during frozen storage at -10°C . **Journal of Food Science**, v.34, n.1, p.1-9, 1969.
- AZEVEDO, J.C.T.; MAGALHÃES, M.M.A.; COSTA, J.M.C. Caracterização físico-química de lingüiça de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) produzida nos municípios de Acari e Caicó, Estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.1, p.2.11.
- BARRERA-ARELLANO, D. Estabilidade em óleos e gorduras. **Óleos & Grãos**, v.3, n.13, p.10-13, 1993.
- BEIRÃO, L.H. Proteolytic digestion of fish flesh during processing with particular reference to mince fish. Aberdeen, 1986. 218 p. Thesis (Ph.D.) - University of Strathclyde.
- BORGSTROM, G. **Fish as food**. New York: Academic Press, 1962. v.2, 777p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Divisão de Normas Técnicas. Decreto n.1255 de 25 de junho de 1962. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal**. Título VII, Capítulo VII, Sessão I.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa. **Diário Oficial**, 03 ago. 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. Anexo IV.

BRASIL. Ministério da Saúde. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997.

BUEGE, J.A.; AUST, S.D. Microsomal lipid peroxidation. **Methods in Enzymology**, v.52, p.302-310, 1978.

CÂNDIDO, L.M.B.; MORGANO, M.A; VIEGAS, E.M.; et al. Avaliação nutricional de resíduos de processamento de pescado. (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., Rio de Janeiro, 1998. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 1998.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.119, p.299–310, 1994.

CONTRERAS GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

- CRAWFORD, D.L.; LAW, D.K.; BABBITT, J.K.; Comparative stability and desirability of frozen pacific hake fillet and minced flesh blocks. **Journal of Food Science**, v.44, n.2, p.367, 1979.
- CYRINO, J.E.P.; GRZYSCHEK, J.M.B. Perspectiva da piscicultura como agroindústria no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Piracicaba, 1997. **Anais**. Campinas: CBNA, 1997. p.1-30.
- EID, N.; DASHITI, B.; SAWAYA, W. Sub-tropical fish by-catch for *surimi* processing. **Liebensmittel – Wissenschaft und Technologie**, v.24, n.2, p.103-106, 1991.
- FENNEMA, O.R.; POWRIE, W.D.; MARTH, E.H. Characteristics of food myosystems and their behavior during freeze - preservation. In: **Low-temperature preservation of foods and living matter**. New York: Marcel Dekker, 1973. p. 282-351.
- FLICK, G.J.; BARUA, M.A; ENRIQUEZ, L. G. Processing finfish. In: MARTIN, R.E.; FLICK G.J. **The seafood industry**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. p.117–164.
- FREITAS, J.V.F.; GURGEL, J.J.S. Salsichas de tilápia do nilo dos açudes do nordeste brasileiro. **Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca**, v.41, n.1, p.101–126, 1983.
- FREITAS, J.V.F.; GURGEL, J.J.S.; MACHADO, Z.L. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público “Paulo Sarasate” (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca**, v.37, n.2, p.135–151, 1979.
- GERHARDT, U. **Aditivos e ingredientes**. Zaragoza: Acribia, 1980. 148p.

- GERMAN, J.B.; KINSELLA, J.E. Lipid oxidation in fish tissue. Enzymatic initiation via lipoxygenase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.33, n.4, p.680-683, 1985.
- GURGEL, J.J.S.; FREITAS, J.V.F. Sobre a composição química de doze espécies de peixe de valor comercial de açudes do nordeste brasileiro. **Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca**, v.30, n.1, p.45-57, jan./jun. 1972.
- HAARD N.F.; SIMPSON, B. K.; PAN, B. S. Sarcoplasmic proteins and other nitrogenous compounds. In: SIKORSKI, Z. E.; PAN, B. S.; SHAHID, F. **Seafood protein**. New York: Chapman & Hall, 1994. cap.3, p.13-39.
- HAKERMA, J. Agentes texturizadores para produtos cárneos processados. **Engenharia de Alimentos**, p.17-21, jan, 1997.
- HULTIN, H.O. Oxidation of lipids in seafoods. In: SHAHIDI, F.; BOTTA, J.R. (Ed.) **Seafoods: chemistry, processing technology and quality**. Glasgow: Academic & Professional, 1994. cap.5, p.48-74.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL STANDARD FOR FOODS – ICMSF. **Microorganismos de los alimentos: métodos de muestras para análisis microbiológicos: principios y aplicaciones específicas**. Zaragoza: Acribia, 1982. 215p.
- JESUS, R.S. Estabilidade de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. São Paulo, 1998, 107p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.
- JHAVERI, S.N.; KARAKOLTSIDIS, P.A.; SHENOUDA, S.Y.K. et al. Ocean Pout (*Macrozoarces americanus*): nutrient analysis and utilization. **Journal of Food Science**, v.50, n.3, p.719-722, 1985.

- KIETZMANN, U.; PRIEBE, K.; RAKOW, D. **Inspeccion veterinaria de pescado**. Zaragoza: Acribia, 1974. 326p.
- KRUG F.J.; BERGAMIN FILHO, H.; ZAGATTO, E.A.G. et. al. Rapid determination of sulphate in natural waters and plant digests by continuous flow injection turbidimetry. **Analyst**, v.102, p. 503-508, 1977.
- LANIER, T.C. Functional properties of surimi. **Food Technology**, v.40, n.3, p.107–114, 1986.
- LEE, C.M. *Surimi* manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Technology**, v.40, n.3, p.115-124, 1986.
- LEE, C.M. *Surimi* process technology. **Food Technology**, v.38, n.11, p.69-80, 1984.
- LEE, C.M. Technical strategies for development of formulated seafood products from fish mince. In: SHAHIDI, F.; JONES, Y.; KITTS, D.D. **Seafood safety, processing and biotechnology**. Lancaster: Technomic, 1997. p.119-129.
- LEE, C.M.; TOLEDO, R.T. Degradation of fish muscle during mechanical deboning and storage with emphasis on lipid oxidation. **Journal of Food Science**, v.42, n.6, p.1646–1649, 1977.
- LOOMIS, S.H. Water food: tilápia. **Seafood Business**, p.147-149, 1990.
- LOVELL, R.T. Foods from aquaculture. **Food Technology**, v.45, n.9, p.87-92, 1991.
- LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N. et al. Avaliação da peroxidação lipídica em cinco espécies populares de pescado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.2, p.5.133.

- MADRID, R.M. Avança Brasil: Programa de Desenvolvimento da Aqüicultura. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO. *Anais*. Campinas: ITAL, 2000. p.1-4.
- MARCHI, J.F. Desenvolvimento e avaliação de produtos a base de polpa e *surimi* produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus* L.. Viçosa, 1997, 85 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- MARTIN, R. E. Mechanically-Deboned fish flesh. **Food Technology**, v.30, n.9, p.64-70, 1976.
- MASCHIO, J. Fazenda investe na indústria da tilápia. **Folha de São Paulo. Agrofolha**, São Paulo, 15 de setembro, 1998. p.1.
- MIRA, N.V.M.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Caracterização química de *surimi* produzido com peixes do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.3, p.11.77.
- MIYAUCHI, D. Minced fish products. **Fishing News International**, v.12, n.12, p.31, 1973.
- MORAIS, C.; CAMPOS, S.D.S. Carne de pescado separada mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura do camarão-sete-barbas: obtenção e utilização de bloco congelado. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.1, p.56-67, 1993.
- MORAIS, C.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, C.R.L. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura do camarão-sete-barbas. (*Xiphopenaeus kroyeri*, HELLER, 1982). **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p.62-72, 1992.

- MORRIS, D.M.; DAWSON, L.E. Storage stability of mechanically deboned sucker (*Castostomidae*) flesh. **Journal of Food Science**, v.44, n.4, p.1093–1096, 1979.
- MUJICA, P.I.C. Avaliação da qualidade organoléptica, química e microbiológica de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), mantida à temperatura ambiente e sob gelo. Viçosa, 1988. 75p. Dissertação (M. S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- NAMULEMA, A.; MUIONGA, J.H.; KAAYA, A.N. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C . **Food Research International**, v.32, n.2, p.151-156, 1999.
- NEIVA, C.R.P.; SPINDOLA FILHO, A.; BROMBERG, R. et al. Elaboração e caracterização do produto lingüiça de pescado a base de carne mecanicamente separada de peixes subtilizados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.3, p.11.67.
- NUGGETS de tilápia é tema de trabalho de formandas do curso superior de tecnologia de alimentos no Paraná. **Panorama da Aqüicultura**, v.9, n.56 p.52, 1999.
- OETTERER, M. Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos higiênicos e nutricionais. Piracicaba, 1999. 196 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PARK, J.W.; KORHONEN, R.W.; LANIER, T.C. Effects of rigor mortis on gel-forming properties of *surimi* and unwashed mince prepared from tilápia. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.353-360, 1990.

- PICLET, G. Fish as food: composition and nutritional interest. **Cahiers de Nutrition et de Dietetique**, v.22, n.4, p.317-336, 1987.
- PIGOTT, G.M.; TUCKER, B.W. **Seafood: effects of technology on nutrition**. New York: Marcel Dekker, 1990. p.32-84; 176-205.
- PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N.P. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- RACCACH, M.; BAKER, R.C. Microbial properties of mechanically deboned fish flesh. **Journal of Food Science**, v.43, n.6, p.1675-1677, 1978.
- RAHARJO, S.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G. R. Solid-phase acid extraction improves tiobarbituric acid method to determinate lipid oxidation. **Journal of Food Science**, v.58, n.4, p.921-924, 1993.
- RASEKH, J.G. Marine fish as source of protein supplement in meat. **Journal of Association of Analytical Chemistry**, v.70, n.1, p.91-95, 1987.
- REDDY, G.V.S.; SRIKAR, L.N. Preprocessing ice storage effects on functional properties of fish mince protein. **Journal of Food Science**, v.56, n.4, p.965-968, 1991.
- REDDY, G.V.S.; SRIKAR, L.N. SUDHAKARA, N.S. Deteriorative changes in pink perch mince during frozen storage. **Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.3, p.271-276, 1992.
- REGENSTEIN, J.M. The potential for mince fish. **Food Technology**, v.40, n.3, p.101-106, 1986.

- REPPOND, K.D.; BABBITT, J.K. **Frozen storage stability of fillets, mince, and mixed blocks prepared from unfrozen and previously frozen pink salmon (*Onchorhynchus Gorbuscha*)** <http://www.nwfsc.noaa.gov/pubs/tm>. (Set.1998)
- RODRIGUES, A.M.C.; TOBINAGA, S. Estudo do processo de lixiviação de polpa de pescado utilizando a técnica de superfície de resposta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.1, p.3.78.
- SAS user's guide: statistics. 6. ed. Cary: SAS Institute, 1988. 584p.
- SHIAU, S.Y. Seafood protein in human and animal nutrition. In: SIKORSKI, Z. E.; SUN PAN, B.; SHAHIDI, F. **Seafood protein**. New York: Chapman & Hall, 1994. cap.11, p.160–170.
- SIKORSKI, Z. E.; KOTAKOWSKA, A. Changes in proteins in frozen stored fish. In: SIKORSKI, Z. E.; SUN PAN, B.; SHAHIDI, F. **Seafood protein**. New York: Chapman & Hall, 1994. cap.8, p.99–112.
- SILBERSTEIN, D. A.; LILLARD, D. A. Factors affecting the autoxidation of lipids in mechanically deboned fish. **Journal of Food Science**, v.43, n.3, p.764–766, 1978.
- SIMÕES, D.R.S.; PEDROSO, M.A.; AUGUSTO RUIZ, W.; et. al. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.414-420, 1998.
- SOBSTAD, G.; ZETTERLING, T. Recientes avances tecnológicos en la industria de surimi. **Alimentos**, v.13, n.1, p.54-58, 1988.

- SOUZA, F. C. A.; SANTOS, S. M.; JESUS, R. S. Influência da denaturação protéica sobre a qualidade do “mince fish” de peixes Amazônicos. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.1, p.3.149.
- STANSBY, M.E. **Industrial fishery technology**. New York: R.K. Publ., 1976. 415p.
- STANSBY, M.E. Proximate composition of fish. In: HEEN, E.; KREUZER, R. **Fish nutrition**. London: Fishing News, 1962.
- SUZUKI, T. **Tecnología de las proteínas de pescado y krill**. Zaragoza: Acribia, 1987. 230p.
- TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T.A. Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemist's Society**, v.37, p.44-48, 1960.
- TEIXEIRA, A.M. Hambúrguer de peixe elaborado a partir de *surimi* de sardinha (*sardinella brasiliensis*). Florianópolis, 1999. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- TEJADA, M. Tendencias actuales en la utilización de surimi. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v.31, n.3, p.310-318, 1991.
- THURSTON, C.E.; STANSBY, M.E.; KARRICK, N.L. et al. Composition of certain species of fresh-water fish II. Comparative data for 21 species of lake and river fish. **Food Research**, v.24, n.5, p.493-502, 1959.
- TSEO, C.L.; DENG, J.C.; CORNELL, J.A. et al. Effect of washing treatment on quality of mince mullet flesh. **Journal of Food Science**, v.48, n.1, p.163-167, 1983.

- UGAYAMA, F. **Estudo da viabilidade de comercialização do pescado proveniente da pequena produção em piscicultura**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1997. 86p. (Relatório de Residência Agrônômica)
- VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F. Value-added products from underutilized fish species. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.35, n.5, p.431-453, 1995.
- VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. et al. Avaliação físico-química, composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos graxos LNA, EPA e DHA em filés de tilápias jovens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza. **Resumos**. Campinas: SBCTA, 2000. v.3, p.5.222.
- WATANABE, C. N. Importância sócio econômica do pescado. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO, Campinas, 2000. Guarujá: ITAL, 2000. p.13-15.
- YOON, K.S.; LEE, C.M.; HUFNAGEL, L.A. Effect of washing on texture and microstructure of frozen fish mince. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.294-301, 1991.