UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Bromatologia

Obtenção e Caracterização de *Minced Fish* de Sardinha e sua Estabilidade durante a Estocagem sob Congelamento

Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:
Prof. Dr. Alfredo Tenuta Filho

São Paulo
2003

Ficha Catalográfica
Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Neiva, Cristiane Rodrigues Pinheiro
N417o Obtenção e caracterização de *Minced Fish* de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento / Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva. -- São Paulo, 2003.
78p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.
Orientador: Tenuta Filho, Alfredo

1. Sardinha : Armazenamento sob congelamento : Tecnologia de alimentos I. T. II. Tenuta Filho, Alfredo, orientador.

664.94-502853 CDD

Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva

Obtenção e Caracterização de *Minced Fish* de Sardinha e sua Estabilidade durante a Estocagem sob Congelamento

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Prof. Dr. Alfredo Tenuta Filho
orientador/presidente

_____
1°. examinador

_____
2°. examinador

São Paulo, 06 de junho de 2003.

Ao meu pai (*in memoriam*)

e à minha mãe

Meus maiores exemplos de

determinação e coragem

Ao Mario, meu companheiro de todas as horas

Ao Lucas e a Luisa, queridos filhos

Às minhas irmãs,

Lu e Si

pelo constante incentivo

e carinho

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Alfredo Tenuta Filho pela orientação;
- Ao Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho do Instituto de Pesca em Santos - SP., pela oportunidade de realização deste trabalho;
- Ao Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos, de modo especial à Marcia, Juliano, Katia, Luciana e Marcelo, pela viabilização do uso da Planta de Processamento e realização de análises químicas e sensoriais;
- Às Pesquisadoras Jussara C.M. Della Torre e Maria Auxiliadora B. Rodas, e à equipe de julgadores treinados do Instituto Adolfo Lutz, pela oportunidade de realização da analise sensorial;
- À colega Ana Maria Alexandrino por todo o auxílio dispensado nos inúmeros processamentos e análises laboratoriais;
- Aos colegas de trabalho do Instituto de Pesca, Gilberto, Luis Carlos Ribeiro, João, Edmilson e Felipe, por tantas idas ao ITAL-Campinas e pelo auxílio nos processamentos;
- À Ana Lucia de Souza Trepichio por todo auxílio na digitação, mas principalmente pela amizade;
- Às colegas de laboratório (FCF-USP), Andréa, Sandra, Isabel, Luciene, Alvaro e Claudia, não só pelas sugestões, mas também pela força nos momentos difíceis;
- Aos colegas do Instituto de Pesca, especialmente a Ielca e Marildes pelas tentativas de "momentos de descontração";
- À colega Nilda Doris Montes Villanueva da FEA - UNICAMP, pela assessoria estatística prestada;
- À Dª Madalena pela ajuda imensurável com as crianças,

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho. Muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ..... **iv**
LISTA DE TABELAS ..... **v**
LISTA DE QUADROS ..... **vii**
LISTA DE ABREVIATURAS ..... **viii**
RESUMO ..... **ix**
ABSTRACT ..... **x**

1. INTRODUÇÃO **1**

2. REVISÃO DA LITERATURA **2**

2.1. O PESCADO E SUA IMPORTÂNCIA 2
2.1.1 Produção mundial e nacional do pescado 2
2.1.2 Produção e importância nacional da sardinha 3
2.1.3 Importância dos peixes pelágicos 5
2.2. *MINCED FISH* (MF) 6
2.2.1 Definição, obtenção e aplicação 6
2.2.2 Diferenças entre o MF e o Surimi 8
2.3. FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DO MF ELABORADO COM PEIXES PELÁGICOS PEQUENOS 9
2.3.1 Conteúdo lipídico 9
2.3.2 Cor da carne 11
2.3.3 Qualidade da matéria-prima 12
2.3.4 Instabilidade durante estocagem sob congelamento 14

3. OBJETIVOS **17**

3.1 GERAL 17
3.2 ESPECÍFICOS 17

4. MATERIAL E MÉTODOS **18**

4.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL 18
4.2 MATERIAL 18
4.2.1 Sardinha 18
4.2.2 Antioxidantes 19

4.2.3 Reagentes químicos 19
4.2.4 Embalagem 19
4.3 MÉTODOS 19
4.3.1 Processamento do MF 19
4.3.2 Composição química-básica 21
4.3.3 Ácidos graxos 21
4.3.4 TBARS 22
4.3.5 N-BVT 22
4.3.6 pH 22
4.3.7 Medidas sensoriais de odor e cor 22
4.3.8 Medida instrumental de cor 25
4.3.9 Análise estatística 25

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 26

5.1 RENDIMENTO DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÁGUA 26
5.2 EFEITO DA LAVAGEM SOBRE O MF DE SARDINHA 27
5.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÁGUA 30
5.3.1 Composição química básica 30
5.3.2 Ácidos graxos 32
5.3.3 pH, N-BVT e TBARS 34
5.4 ESTABILIDADE QUÍMICA E SENSORIAL DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÁGUA MANTIDO SOB CONGELAMENTO. 36
5.4.1 pH 36
5.4.2 N-BVT 37
5.4.3 TBARS 39
5.4.4 Odor de ranço 40
5.4.5 Cor 42

6. CONCLUSÕES 47

ANEXO A – FIGURAS 48

ANEXO B – TABELAS 57

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Separador mecânico tipo tambor/cilindro 49
FIGURA 2 - Fluxograma de obtenção do MF e *surimi* 50
Figura 3 - Matéria-prima 51
FIGURA 4 - Etapas de descabeçamento e evisceração 51
FIGURA 5 - Obtenção do MF 52
FIGURA 6 - Lavagem do MF 52
FIGURA 7 - Colocação do MF lavado em saco de ráfia 53
FIGURA 8 - Prensa manual 53
FIGURA 9 - Pulverização do antioxidante 53
FIGURA 10 - Embalador à vácuo 53
FIGURA 11 - Equipamento para o congelamento rápido 54
FIGURA 12 - "Linguado" e Cação" usados como extremos de cor clara e escura, respectivamente 54
FIGURA 13 - Amostras de MF em frascos de vidro 55
FIGURA 14 - Cabines de avaliação sensorial 55
FIGURA 15 - Leitura instrumental da cor 56
FIGURA 16 - MF não-lavado, MF lavado com água e MF lavado com água + bicarbonato de sódio 56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Rendimento do MF de sardinha lavado com água..... 26

TABELA 2 - Valores médios de L*, a*, b*, extrato etéreo, TBARS e pH, do MF de sardinha[(a)] demonstrando o efeito da lavagem..... 28

TABELA 3 - Composição química (g/100g) do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)] 31

TABELA 4 - Valores médios da composição em ácidos graxos do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)]..... 33

TABELA 5 - Valores médios de pH, N-BVT e TBARS no filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água [(a)] 35

TABELA 6 - Valores médios de pH em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 37

TABELA 7 - Valores médios de N-BVT (mg/100g) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 38

TABELA 8 - Valores médios de TBARS (mg de AM/kg) dos MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[(a)] 40

TABELA 9 - Valores médios da pontuação da avaliação sensorial de percepção do odor de ranço em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]. 41

TABELA 10 - Valores médios da avaliação sensorial para cor de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 43

TABELA 11 - Valores médios de *L** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]... 44

TABELA 12- Valores médios de *a** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 44

TABELA 13 - Valores médios de *b** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]... 45

TABELA 14 - Efeito da lavagem sobre de L*, a*, b*, extrato etéreo, TBARS e pH do MF de sardinha[(a)] 58

TABELA 15 - Composição química (g/100g) do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)] 59

TABELA 16 - Composição em ácidos graxos do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)] 60

TABELA 17 - Valores de pH, N-BVT, TBARS do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água [(a)] 61

TABELA 18 - Valores de pH em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 62

TABELA 19 - Valores de N-BVT (mg/100g) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[(a)] 63

TABELA 20 - Valores de TBARS (mg de AM/kg) dos MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[(a)] 64

TABELA 21 - Pontuação da avaliação sensorial de percepção do odor de ranço em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[(a)]. 65

TABELA 22 - Valores da avaliação sensorial da cor de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 66

TABELA 23 - Valores de *L** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 67

TABELA 24- Valores de *a** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 68

TABELA 25 - Valores de *b** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)] 69

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Ficha de avaliação sensorial (cor e odor) de MF de sardinha 24

LISTA DE ABREVIATURAS

- AM: aldeído malônico
- ATP: adenosina trifosfato
- BHA – butilato de hidroxianisol
- BHT – butilato de hidroxitolueno
- CMS – Carne mecanicamente separada
- DHA: ácido docosahexaenóico
- DMA: dimetilamina
- EDTA – ácido tetracético etilenodiamina
- EPA: ácido eicosapentaenóico
- FAO: *Food Agriculture Organization*
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
- MF: *minced fish*
- $NaHCO_3$: bicarbonato de sódio
- N-BVT: nitrogênio das bases voláteis
- OTMA: óxido de trimetilamina
- TBARS: Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
- TBHQ: tercio-butilhidroquinona
- TEP - tetraetoxipropano
- TMA: trimetilamina

RESUMO

É muito elevado o potencial de utilização do pescado na forma de *minced fish* - MF, servindo de matéria-prima para outros produtos. O MF de sardinha foi avaliado quanto ao rendimento, ao efeito da lavagem sobre a melhoria da cor, à caracterização química e quanto à estabilidade química e sensorial durante estocagem sob congelamento de -17 a -18ºC. O rendimento do MF de sardinha lavado com água foi de 55% em relação ao peixe inteiro e próximo do rendimento teórico da parte comestível. A lavagem do MF com água ou água + bicarbonato de sódio proporcionou a obtenção de um produto com cor vantajosamente mais clara e apreciável. Com relação à composição química básica o MF de sardinha lavado com água apresentou maior hidratação e menor teor de cinzas em relação ao controle e semelhantes quantidades de proteína e lípides. Comparado ao controle, o MF de sardinha lavado com água, não apresentou diferença quanto ao perfil de ácidos graxos e pH, o que não ocorreu com o nitrogênio das bases voláteis - N-BVT, que diminuiu, e às substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS, que aumentaram. O MF de sardinha lavado com água, contendo ou não antioxidantes artificialmente adicionados, apresentou estabilidade química e sensorial quando mantido sob congelamento, com base nos parâmetros pH, N-BVT, TBARS, odor a ranço e cor, em até 26 semanas de estocagem. Os resultados do presente trabalho são favoráveis à possibilidade de obtenção de MF de sardinha lavado com água e seu emprego como matéria-prima para outros produtos pesqueiros.

ABSTRACT

The potentiality of fish's utilization as minced fish - MF is very high, actually turning into a raw material to other products. The sardine's MF was evaluated according to its yield, the washing effect improving the color, its chemical characteristic and chemical and sensorial stability, during frozen storage under -17,-18ºC. The yield of sardine's MF washed in with water, was 55% related to the whole fish and close to the theoretic yield of eatable portion. The MF's washing in water or in water plus sodium bicarbonate provide a product with clearer and more desirable color. Related to the chemical basic composition, sardine's MF washed in water, presented better hydration and lower ashes contents than its control, and similar quantity of protein and lipids. Compared to the control, the sardine's MF washed in water, had not presented any difference related to the fatty acids profile and pH, that had not happened with the nitrogen of volatile bases – N-BVT, which had been decreased, and the thiobarbituric acid reactant substances - TBARS, that had been increased. The sardine's MF washed in water, containing or not added antioxidants, was chemical and sensorial stable when maintained frozen, based on parameters as pH, N-BVT, TBARS, rancidity odor, and color, stored for 26 weeks. The results of this work are propitious to the possibility of achieving sardine's MF washed in water, and your utilization as a raw material to others seafoods.

1. INTRODUÇÃO

O pescado é uma fonte de proteína importante para a alimentação humana, como o são as carnes bovina, de frango e suína, o leite e o ovo. O consumo de pescado marinho tem sido valorizado também por carrear quantidades apreciáveis de ácidos graxos da série ômega-3. Neste caso, além da questão nutricional, está envolvido também o aspecto funcional ligado às doenças cardiovasculares.

Em razão da demanda por produtos com maior conveniência de preparo, indústrias processadoras de pescado têm mostrado interesse em desenvolver novos produtos tendo por base o *minced fish* (MF).

O MF é um produto obtido de uma única espécie ou de mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes. Isso é feito através de processo de separação mecanizada da parte comestível, gerando partículas de músculo esquelético isentas de vísceras, ossos e pele. O MF é produzido por tecnologia própria e não deve ser confundido simplesmente com pescado triturado. O MF é um produto intermediário que serve como matéria-prima na obtenção do *surimi*, hambúrguer, produtos embutidos, empanados, etc.

Em anos recentes tem sido observada a tentativa em viabilizar o uso de espécies marinhas "gordas" ou "semi-gordas", como a sardinha, que oferecem também vantagens e possibilidades de obtenção de produtos com alto valor agregado, a partir do MF.

No presente trabalho foi avaliada a obtenção de MF a partir de sardinha, verificando o potencial do produto quanto à diversificação de uso da referida espécie. A justificativa para o estudo feito se deveu principalmente pela cor da carne, que dificulta o processamento da espécie como MF, sendo necessária a utilização de procedimentos especiais para transformá-la industrialmente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O PESCADO E SUA IMPORTÂNCIA

O pescado marinho e de água-doce revela-se importante na alimentação humana e animal principalmente por sua proteína de alto valor biológico. Além disso, tem sido reconhecida a importância da fração lipídica das espécies marinhas, como fonte significativa de ácidos graxos polinsaturados da família ômega-3. Assim, além da característica nutricional inerente a esses compostos, é visualizado o aspecto funcional de sua ingestão relativo às moléstias cardiovasculares.

A presença de níveis abundantes de ácidos graxos ômega-3 em pescado, pode significar uma potencial estratégia de encorajamento ao consumo de pescado baseado nos efeitos benéficos à saúde de seus ácidos graxos (HOLUB, 1992).

Para avaliação de uma espécie de peixe e de seus produtos derivados como fonte apreciável de ácidos graxos polinsaturados, visando benefícios à saúde humana, é necessário o conhecimento do perfil de ácidos graxos, especialmente os polinsaturados como também do seu teor de lípides (MUSTAFA e MEDEIROS, 1985).

Quanto aos ácidos graxos ômega 3 (alfa-linolênico, EPA e DHA), ainda não há consenso de qual a recomendação para o consumo diário. As seguintes quantidades de consumo diário de ácidos graxos ômega 3 podem ser sugeridas conforme a idade: 0-12 meses: 0,5g; 12-24 meses: 0,6g; 2 a 10 anos: 0,7-1,0g; 10 a 18 anos: 1,5g; mais de 20 anos: 1,1g, (LONGO et al., 2001).

2.1.1 PRODUÇÃO MUNDIAL E NACIONAL DO PESCADO

A produção mundial de peixes, crustáceos e moluscos, segundo dados da Food Agriculture Organization – FAO (2002), alcançou 126,2 milhões de toneladas (t) em 1999, 7,2% maior que a de 1998. Em 1999 mais de ¾ da produção global de peixes, crustáceos e moluscos, ou 97 milhões de t, foi utilizada para consumo humano. Quase a metade deste montante foi consumida na forma fresca / resfriada e em torno de 28% como produto

congelado. O restante, 26%, foi usado nas formas salgada, seca, defumada ou enlatada.

Projeções feitas estimam para 2010 uma produção pesqueira mundial entre 107 e 144 milhões de t, das quais mais de 30 milhões seriam reduzidas à farinha e óleo para uso não-alimentar. Para o consumo humano foram projetadas entre 74 e 114 milhões de t. O maior crescimento na produção de peixes é esperado através da aquacultura, que está em franco crescimento. A contribuição vinda da captura de pescado, dependerá não só do desenvolvimento como também de um gerenciamento pesqueiro efetivo (FAO, 2002).

Segundo o IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, a produção nacional de pescado em 2000 correspondeu a 843.376,5 t, sendo 55,5% proveniente da pesca extrativa marinha, 24% da continental, 4,5% da aquacultura marinha e 16% da de água-doce (IBAMA, 2002).

2.1.2 PRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA NACIONAL DA SARDINHA

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), catalogada por Steindachner em 1789 (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978), pertence à família *Clupeidae*, Classe *Teleostei,* é considerada um dos peixes de maior importância comercial no Brasil, sendo uma das espécies de maior produção nacional (IBAMA, 2002), utilizada principalmente refrigerada e enlatada.

A família *Clupeidae* refere-se a um conjunto de espécies pelágicas planctônicas, que vivem em grandes cardumes, são tipicamente migratórias e estão adaptadas tanto a águas frias quanto às quentes. A maioria das espécies de *Clupeidae* são de pequeno porte. A sardinha e a anchova medem entre 11 e 20 cm de comprimento. O arenque pode alcançar 40 cm de comprimento e 400 g de peso. Possuem carne branca e/ou escura e normalmente são utilizados para salgar, defumar e enlatar. Muitas espécies de *Clupeidae*, em particular a sardinha e *menhadem*, assim como de *Engraulidae,* principalmente anchovas do Cabo, são utilizadas massivamente para a fabricação de farinha e óleo de pescado (BURT e HARDY, 1992; SIKORSKI e KARNICKI, 1990)

A sardinha-verdadeira suporta a principal captura industrial na região Sudeste e Sul do Brasil (220° a 290° S). Sua produção foi de 228 mil t em 1973. Nos anos seguintes, variou de 90 a 140 mil t e, a partir de 1987, ocorreu um acentuado declínio, chegando a 32 mil t, em 1990 (CERGOLE, 1995; IBAMA, 1994; ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 1995; SACCARDO e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991).

A partir de 1994 a produção da sardinha-verdadeira voltou a crescer, alcançando 118 mil t em 1997, para em seguida declinar, chegando a 82 mil t em 1998 e a 25 mil t em 1999 (IBAMA, 2001). Estudos feitos durante 21 anos (1977-1997) evidenciaram dois períodos favoráveis à produção (1980-1984 e 1989-1994) e dois desfavoráveis (1985-1989 e 1995 em diante). O ano de 1997 parece ter sido o início de um novo período desfavorável, culminando com uma baixíssima produção em 1999. Ciclos decenais envolvendo períodos favoráveis e desfavoráveis começam a ficar evidentes para a produção da sardinha-brasileira, a exemplo de estoque de outras sardinhas como observado no USA e no Japão (MATSUURA, 1999).

Em razão do declínio na exploração, a sardinha-verdadeira já há alguns anos está submetida ao controle oficial da produção através do defeso. O objetivo é a recuperação de sua biomassa até níveis não-preocupantes. Essa proteção implica na proibição da pesca durante 3-4 meses, na primavera/verão.

A sardinha-verdadeira vive em grandes cardumes e é capturada com rede de cerco, em barcos denominados de traineiras, em profundidades que variam entre 20 a 60 metros. Além da sardinha este tipo de pesca captura também em bem menores quantidades, outras espécies, como a savelha, a cavalinha e o carapau.

A pesca da sardinha é realizada no período noturno, em noites de fim de lua minguante, toda lua nova e começo de quarto crescente, uma vez que a bio-luminescência ou ardentia (fosforescência marítima causada por organismos planctônicos) permite que a localização dos cardumes seja feita visualmente (SANTOS et al.,1988). No Brasil ainda são poucos os barcos aparelhados com equipamentos hidroacústicos para detecção de cardumes.

O cardume é cercado com auxílio de um pequeno barco, denominado caíco, no qual fica uma das extremidades da rede. A rede é fechada na sua parte inferior por um cabo, içada e trazida para o convés, de onde os peixes são retirados e armazenados a bordo (SANTOS et al.,1988).

O barco só retorna à terra, em princípio, quando tiver capturado um volume que seja economicamente viável, o que normalmente ocorre em boas safras, com um ou dois lances de rede. Durante a viagem de retorno a sardinha fica armazenada no porão, entre, camadas de gelo triturado, devendo estar adequadamente acondicionada para a manutenção das condições apropriadas de consumo.

Porém, quando as operações de manuseio e conservação, tanto a bordo como em terra, não são as mais adequadas, ocorrem perdas na qualidade do produto, sendo a oxidação lipídica um dos principais fatores decorrentes de condições inadequadas, mesmo no pescado recém capturado.

2.1.3 IMPORTÂNCIA DOS PEIXES PELÁGICOS

Os peixes ósseos podem ser divididos em dois grupos principais, os pelágicos e os demersais. Os pelágicos (por exemplo, sardinhas, cavala, anchova, etc.) formam cardumes extensos que habitam as águas superficiais, os quais são caracterizados pela alta concentração de gordura depositada sob a pele e na carne vermelha. Os peixes demersais habitam as águas profundas e possuem, em sua grande maioria, músculo claro, depositando sua gordura principalmente no fígado (VENUGOPAL e SHAHIDI, 1996).

Entre as espécies de pequenos pelágicos, várias são de importância em muitas áreas de clima temperado, como o *horse mackerel,* cuja captura em 1993 chegou a 5 milhões de t, representando 8% da produção mundial de todos os peixes marinhos. A utilização e um efetivo processamento destas espécies poderia aumentar consideravelmente seu valor comercial (MENDES et al., 1998).

Os pequenos pelágicos ainda hoje continuam a ser um recurso não completamente utilizado na alimentação humana, em diversos países da América Latina. Constituem em alguns casos o único recurso pesqueiro

disponível para o desenvolvimento econômico. A produção de produtos de maior valor agregado tem sido uma das principais preocupações da indústria pesqueira na América Latina. Por um lado, a crescente modernização do mercado interno requer produtos de maior valor agregado, por outro, os produtos importados apresentam oportunidades crescentes no mesmo sentido. Sem dúvida, a produção industrial não está livre de problemas gerenciais. A necessidade de desenvolvimento tecnológico se agrega a de um bom conhecimento dos mercados e a um requerimento crescente de produtos de maior qualidade (FAO, 2002).

2.2. *MINCED FISH* (MF)

Vários termos são utilizados para definir a expressão *minced fish,* tais como, carne mecanicamente separada de pescado ou CMS de pescado, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado, carne de pescado desossado, entre outros. No entanto, nenhum deles expressa mais adequadamente o produto e a técnica de sua obtenção que o termo original.

2.2.1 DEFINIÇÃO, OBTENÇÃO E APLICAÇÃO

Dentre os muitos progressos havidos em relação à tecnologia do pescado, na década de 70, a maior e mais importante mudança foi o desenvolvimento dos equipamentos separadores da carne de peixe, de seus ossos, escamas e pele, para a produção de MF (LANIER e THOMAS, 1978 *apud* RASEKH, 1987).

A obtenção do MF é a forma de processamento mais usual na separação da carne do resíduo da operação de filetagem, sendo que uma maior quantidade de carne pode ser recuperada desta forma (KEAY ,1979). O MF, por outra parte, é altamente vulnerável à deterioração química e microbiológica. Sua aplicação inicial era restrita a blocos congelados e *surimi* (AGUILERA e FIGUEROA, 1992).

O MF, que é o músculo do peixe separado dos ossos, escamas, pele e vísceras correspondentes, é a matéria-prima do *surimi.* Para isso, é lavado com água, para remover as proteínas sarcoplasmáticas, lípides e outros materiais indesejáveis, como sangue e pigmentos, resultando em um

concentrado de proteínas miofibrilares. A posterior remoção do excesso de água faz com que haja aumento na concentração do complexo protéico miofibrilar de actomiosina, cuja habilidade de formação de gel é a base da elaboração de produtos derivados de *surimi* (PARK et al., 1997).

O produto MF possui maior viabilidade econômica, quando comparado com a filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 a 20%. É preciso levar em consideração, que a quantidade de recuperação da carne depende da espécie e de seu tamanho, entre outros fatores (RASEKH, 1987).

O equipamento mais comum, utilizado no processamento do MF, refere se ao do tipo tambor ou cilindro rotatório, proporcionando a obtenção de produtos com textura semelhante a de hambúrguer ou carne triturada. O peixe é antes descabeçado, eviscerado e aberto ao meio ("espalmado"), para depois então ser comprimido contra o tambor/cilindro perfurado, por meio de uma correia de tensão regulável. A carne pressionada vai para o interior do tambor/cilindro através dos orifícios, enquanto os ossos ou espinhas, escamas e pele permanecem externamente, sendo recuperados com auxílio de uma lâmina raspadora. A eficiência da separação da carne e o rendimento correspondente podem ser controlados pelo ajuste da correia tensora e/ou pelo uso de tambor/cilindro contendo orifícios de adequados diâmetros (PARK et al., 1997; RASEKH, 1987). Na FIG. 1 e 5 constam, respectivamente, o diagrama do equipamento em questão e o modelo usado no presente trabalho.

A necessidade de satisfazer o mercado com produtos industrializados, por exemplo os empanados, vem estimulando o desenvolvimento de tecnologias mais apropriadas e novas estratégias de formulação para espécies de carne escura (LEE, 1997).

O MF pode ser utilizado em uma ampla gama de produtos, que visam atendimento inclusive do consumidor institucional, como escolas, creches, asilos, restaurantes, hospitais, etc. Esta versatilidade deve-se principalmente às suas características de produto triturado e sem espinhas e de sabor suave.

MILLS e TEEPSOO (1992) constataram que vários produtos a base de MF de *menhaden*, um peixe pelágico tipicamente gordo, foram muito bem aceitos por crianças em idade escolar, principalmente embutidos e *fishburger*. Lingüiças processadas a partir de MF de várias espécies de peixes subutilizadas também apresentaram altos índices de aceitação quando sensorialmente avaliados (NEIVA et al. 2002).

Um grande número de espécies pelágicas de pequeno porte de alto conteúdo lipídico são inexploradas , sendo a razão mais significativa, o fato de seu reduzido tamanho. Estes peixes podem, entretanto, ser usados na obtenção de produtos secundários como o MF, para aplicação em alimentos marinhos de maior valor agregado, como produtos texturizados, os quais têm um futuro promissor na indústria de processamento de pescado moderna (WHITTLE e t al., 1992).

2.2.2 DIFERENÇAS ENTRE O MF E O *SURIMI*

O MF e o *surimi* são produtos diferentes entre si. Segundo HALL e AHMAD (1997) a diferença essencial é que no MF não há remoção de proteínas sarcoplasmáticas, lipídios, etc., componentes que conduzem à instabilidade do produto, afetando a qualidade.

O *surimi* é um produto estabilizado de proteínas miofibrilares do músculo de peixe. Isto é, a carne do peixe desossada mecanicamente, lavada algumas vezes com água, e adicionada de agentes crioprotetores para promover uma maior vida-de-prateleira durante o congelamento. Depois da lavagem e antes da adição dos aditivos, há a etapa de refino, que remove tecido conectivo e fragmentos de ossos e de pele ainda remanescentes. A água ainda restante é removida por prensagem ou centrifugação. O *surimi* é um produto intermediário usado na elaboração de uma variedade de alimentos, que vão desde os produtos tradicionais de *kamaboko* aos mais recentemente introduzidos no mercado, como exemplo os análogos ou imitação de caranguejo, camarão e lagosta (PARK et al., 1997). Um fluxograma de obtenção do *surimi* e do MF, adaptado a partir de PARK et al.(1997), está representado na FIG. 2 - ANEXO A.

O processo de lavagem é de suma importância na obtenção de *surimi* com qualidade apreciável, pois remove principalmente as proteínas sarcoplasmáticas entre elas as proteases, favorecendo a formação de gel, pelo aumento das proteínas miofibrilares. O número de ciclos de lavagem e as proporções de água/carne empregadas podem variar, sendo a repetição de 3 a 4 vezes suficiente para efetiva remoção das proteínas sarcoplasmáticas. Geralmente, a proporção água:peixe usada varia de 3:1 a 24:1 (v / p), resultando em perda de proteína e geração proporcional de efluente (PARK et al., 1997).

A produção de *surimi* tem algumas desvantagens: (1) consumo muito alto de água; (2) depende de instalações e equipamentos complementares; (3) requer tempo elevado envolvido nos procedimentos de lavagem; (4) proporciona considerável perda em sólidos, através do efluente líquido, causando baixo rendimento do produto, na ordem de 20-25%. Em contraste, a produção de MF é muito mais simples e vantajosa (FIG. 2 – ANEXO A), principalmente quando se considera como opcional a etapa de lavagem com água. Aliás, de preferência o MF não deve ser lavado (HULTIN, 1985).

Os produtos a base de MF pertencem de certa forma a uma velha geração, quando comparados ao *surimi* e a outros produtos derivados. O processo de produção do MF é simples, não requerendo altos investimentos em equipamentos e preços tão competitivos com o mercado, como no caso do *surimi*, HALL E AHMAD (1997).

2.3. FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DO MF ELABORADO COM PEIXES PELÁGICOS PEQUENOS

2.3.1 CONTEÚDO LIPÍDICO

Diversos fatores contribuem para a variação na composição química da parte comestível do pescado, tais como: espécie, sexo, tamanho, local da captura, temperatura da água, alimentação e estação do ano (BOTTA et al., 1986; CASTRO, 1988).

O exemplo típico é a variação estacional lipídica: de 1 a mais que 25% de lípides em peso úmido. Sendo assim, o conteúdo lipídico de um peixe

tipicamente "gordo" pode ser, numa outra época do ano, igual a de um peixe "semi-gordo" ou "magro". Nos peixes "magros" a variação lipídica é muito menor, sendo mais perceptível no fígado. O conhecimento da variabilidade estacional é de grande importância no que diz respeito ao aspecto tecnológico, visando um melhor direcionamento com relação ao tipo de processamento utilizado (SPENCER e TUNG, 1994).

O pescado tem sido classificado em relação ao teor lipídico. STANSBY e OLCOTT (1963) considerou valores de até 5%, para pescado "magro", de 5 a 15% para "semi-gordo", e acima de 15%, para o "gordo"; enquanto ACKMAN (1994) fez a classificação em 4 grupos: "magro", <2%; "baixo teor", 2-4%; "médio teor" , 4-8%; e "alto teor", 8-20%.

NUNES et al. (1992) encontraram na sardinha européia *Sardina pilchardus,* variações de 1,6 a 22,4% no conteúdo lipídico. No Brasil, ITÔ et al. (1969) constataram para sardinha *Sardinella aurita,* atualmente classificada como *Sardinella brasiliensis*, níveis que variaram de 2 a 7%, durante os anos de 1963 e 1966; já, LUZIA (2000), detectou de 0,72 a 10,88% no verão e de 1,31 a 21,45% no inverno. Essas diferenças observadas na *Sardinella brasiliensis* são visivelmente muito grandes.

Os lípides do pescado estão representados pelos fosfolípides, em peixes "não-gordos", e triglicerídeos e fosfolípides, em peixes "gordos". Esses lípides podem ser hidrolisados por enzimas endógenas, em níveis que dependem da espécie, estado nutricional, maturidade sexual e temperatura (ACKMAN, 1980; HARDY, 1980). Seus ácidos graxos são mais suscetíveis à oxidação lipídica promovendo a rancidez e afetando sensorialmente o produto (SIKORSKI et al., 1976).

Em algumas espécies como o *capelin, Mallotus villosus*, o lípide subdérmico apresenta resistência à oxidação quando sob congelamento, ao contrário do *mackerel Sconber scombrus*, e de algumas espécies de sardinha do Índico, *S. longiceps*, e do Japão, *S. melanosticta.* (ACKMAN, 1999).

2.3.2 COR DA CARNE

O MF pode apresentar problemas com o sabor e cor, devido ao início da decomposição causada pela ação de enzimas, de microrganismos e da oxidação lipídica. A lavagem do MF pela imersão em água gelada pode trazer melhoria para o produto. Este procedimento, sem dúvida remove muitos dos compostos de baixo peso molecular e lípides, os quais podem prejudicar a aceitabilidade do produto (PIGGOT, 1990).

A lavagem do MF representa muitos benefícios no preparo e aceitabilidade de um produto de pescado congelado estável (ADU et al., 1983; FILIPI et al., 1992; LEE, 1986; PACHECO-AGUILAR et al., 1989; SUZUKI, 1981). HALL E AHMAD (1997), LEE (1984) e PARK et al. (1997) têm considerado que na obtenção do MF não caberia necessariamente a etapa de lavagem da carne recém desossada com água. No entanto isso tem sido aplicado ao MF (FIG 2 – ANEXO A).

A relação água : MF , o número de ciclos de lavagens e o tempo de contato, dependerão do tipo e preparo da matéria-prima, e do nível de remoção de substâncias desejado para atender aos requisitos de qualidade do produto final. Em geral, três ciclos de lavagens de 10 minutos de contato, para a proporção de água: MF de 3:1 ou 4:1, são adequados para a maioria da aplicações. A temperatura da água usualmente entre 5 e 10ºC evita a desnaturação protéica. As proteínas de espécies de peixes tropicais são menos sensíveis à temperatura da água de lavagem mais elevada (HALL e AHMAD, 1997). A cor e o odor, que são os principais fatores de aceitabilidade de MF elaborado de peixes pelágicos, podem ser melhoradas pela lavagem com água (KELLEHER et al., 1992).

LEE (1997) mencionou que a luminosidade (*ligthness*) do produto, indicada pelo valor de L^*, na avaliação colorimétrica da cor pelo sistema L^*, a^* e b^*, claramente reflete o efeito da lavagem, na efetiva remoção de sangue, e da utilização de aditivos crioestabilizantes.

Entre tantas outras enzimas presentes na fração protéica sarcoplasmática, as proteolíticas se encontram em abundância. Mioglobina e hemoglobina representam a parte das proteínas hidrossolúveis responsáveis

pela cor. Uma etapa de lavagem mais intensa reduz a fração de proteínas sarcoplasmáticas e proporciona a obtenção de produtos com maior elasticidade e cor mais clara (PAN, 1990). Para produtos a base de *surimi* como o *kamaboko* e os análogos de pescado, uma cor clara ou branca é requerida, mas cores escuras podem ser admissíveis dependendo do mercado consumidor (HASTINGS et al., 1992).

Com o crescente interesse na produção de *surimi* como uma proteína funcional, muitas espécies de peixe "gordo" de baixo custo têm sido estudadas como fontes em potencial. O principal problema tem sido a cor e a remoção de lípides (associada à formação de *flavors* indesejáveis). O uso de bicarbonato de sódio na lavagem e de tempos de lavagem mais longos tem sido freqüente (LI e LEE, 1999; SPENCER e TUNG, 1994; SUZUKI, 1981).

HASTINGS et al. (1992) também recomendaram o uso de bicarbonato de sódio na primeira lavagem do processo de *surimi* para "peixes gordos", auxiliando na remoção de lípides e promovendo a elasticidade.

A carne de sardinha é caracterizada por alto conteúdo de lípides, uma percentagem significativa de carne escura, e uma grande quantidade de proteínas sarcoplasmáticas, as quais inibem a formação de gel. A lavagem do MF é então muito efetiva na remoção destes componentes indesejáveis, aumentando a concentração de proteínas miofibrilares, as quais promovem a força e elasticidade do gel (BABBITT, 1986; LEE, 1986).

KELLEHER et al. (1994) mencionaram que a produção de MF, só é possível com a retirada eficiente do músculo escuro, evitando assim uma alta variação, tanto com relação à qualidade sensorial e sua instabilidade oxidativa durante estocagem sob congelamento, quanto às características de gelatinização.

2.3.3 QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

A deterioração do pescado pode ser vista sob os aspectos químico e microbiológico. Após a morte do animal manifestam-se inicialmente os eventos bioquímicos, seguidos da proliferação da flora microbiana, que passa a agir concomitantemente.

Os peixes pelágicos apresentam maior suscetibilidade à deterioração em relação às outras espécies de pescado (WHITTLE et al., 1992). Para justificar esta característica têm sido apontados fatores como o tamanho e o metabolismo, e ainda as práticas de captura da espécie. Tem sido observado que muitas das espécies pelágicas de valor comercial, como a anchoveta, cavala e o arenque, deterioram-se mais rapidamente que as de tamanhos maiores e são raramente evisceradas logo após a captura. Em relação ao metabolismo foi apontado que, como são espécies mais ativas, apresentam mais enzimas em seus tecidos que agiriam sobre as proteínas e lípides, causando mudanças na qualidade. Sob o aspecto das práticas de captura, as operações de pesca do peixe pelágico, principalmente quando em quantidades elevadas, causariam injúrias mecânicas por compressão, com a conseqüente aceleração da deterioração (GILBERT, 1978; SHEWAN, 1971; SIKORSKI et al. 1990; SMITH et al., 1980; WHITTLE et al. 1992).

A injúria mecânica mencionada ocorre por práticas inadequadas durante a captura e manuseio a bordo. Para minimizar os danos podem ser utilizados métodos que resfriem o peixe mais rapidamente, como por exemplo o emprego de tanques contendo água do mar refrigerada (EDDIE, 1980).

Com a morte do animal o *rigor mortis* é iniciado com a supressão dos íons cálcio e adenosina trifosfato (ATP), sendo que, nos peixes pelágicos, o fenômeno parece ocorrer mais rapidamente entre 2 a 4 horas. Entretanto, têm influência o método de captura usado, estado nutricional e temperatura (BURT e HARDY, 1992). Esse estado é considerado um indicador de frescor. Portanto, um método simples para estender o período de *rigor mortis*, é o de resfriar o peixe rapidamente após a captura, mantendo-o próximo ao ponto de congelamento, entre -1 e -2 C° (CURRAN et al., 1986).

As reações proteolíticas nos peixes pelágicos são marcantes e particularmente relacionadas com as enzimas presentes nas vísceras. Causam autólise e amolecimento do tecido muscular circundante, produzindo compostos de baixo peso molecular, como peptídeos e aminoácidos, propícios ao crescimento bacteriano (BURT e HARDY, 1992).

Produtos da desmetilação enzimática do OTMA – óxido de trimetilamina, a dimetilamina – DMA e o formaldeído, foram identificados em várias espécies de pescado (SIKORSKI e KOTUCH, 1982). Peixes gadídeos, como o bacalhau, tendem a produzir altas quantidade de DMA e formaldeído em relação a outros grupos de peixes (REHBEIN, 1988). A ação do formaldeído sobre as proteínas musculares manifesta-se pela alteração da textura do produto. Para peixes pelágicos a literatura menciona que em grande parte estas enzimas estariam localizadas na carne escura e tecidos viscerais (RASEKH, 1987).

Resultados de estudos que analisaram a condição microbiológica do MF de várias espécies, relataram que a mesma é diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima (LICCIARDELLO e HILL, 1978; NICKELSON II et al., 1980), sendo este considerado um problema em potencial principalmente em MF apenas resfriado e não congelado. O cuidado com a temperatura durante o processamento, transporte e estocagem é extremamente necessário no controle da proliferação microbiológica e na conseqüente extensão da vida-de-prateleira (SUVANICH et al., 2000).

2.3.4 INSTABILIDADE DURANTE ESTOCAGEM SOB CONGELAMENTO

Um dos problemas mais enfocados quando se menciona a estabilidade do MF ou do *surimi* durante congelamento é o da perda de qualidade pela desnaturação das proteínas. Sendo a actina e a miosina os maiores componentes do MF e do *surimi*, suas propriedades sob condições de processamento são de elevada importância, sobretudo durante estocagem sob congelamento.

O maior problema da desnaturação da actina e da miosina é a redução da propriedade de ligação com a água em processamentos subsequentes, cujos produtos finais apresentam-se ressecados, com perda de suculência e textura aumentada (HALL E AHMAD, 1997).

A estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade. As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas

(KURADE E BARANOWSKI, 1987). A mais importante alteração química deteriorativa é causada pela oxidação lipídica (HAARD, 1990; HARDY, 1980; KHAYAT e SCHWALL, 1983; LADIKOS e LOUGOVOIS, 1990). No pescado, a maioria dos lípides triglicerídeos e fosfolípides contém ácidos graxos altamente insaturados suscetíveis à oxidação (rancidez), formando compostos que apresentam *flavors* característicos. Estes compostos também causam alteração na cor e são muito reativos com outros compostos, como as proteínas, causando-lhe a desnaturação (BURT e HARDY, 1992; IKEDA, 1980;).

A autoxidação na carne é influenciada pelo ambiente em que se encontram os lípides. No peixe inteiro, o oxigênio se difunde através da pele e, particularmente em espécies com peles mais densas, a sua concentração de oxigênio junto aos lípides é reduzida. Ao contrário, quando os lípides estão livremente expostos ao ar atmosférico, como em superfícies cortadas (filés) ou muito subdivididas, como no MF, a oxidação se processa rapidamente. A desidratação que ocorre na estocagem sob congelamento também propicia o acesso do oxigênio aos lípides e promove a autoxidação. (BURT e HARDY, 1992).

O nível de oxidação pode ser inibido ou prevenido pelo controle da disponibilidade de oxigênio. No caso do "glazeamento" isso é simples. Neste processo o peixe congelado recebe uma camada superficial de gelo, por meio de imersão em água, podendo ser bastante efetivo contra a oxidação lipídica (SMITH et al., 1980). Da mesma forma, produtos mantidos sob vácuo, em embalagens com menor permeabilidade ao oxigênio, apresentam durante a estocagem sob congelamento a oxidação lipídica em velocidade menor (HARDY, 1980).

KELLEHER et al. (1994), KURADE E BARANOWSKI (1987) e MORRIS e DAWSON (1979) estudaram a vida-de-prateleira de MF durante o congelamento, testando os efeitos de antioxidantes, em combinação com embalagem a vácuo. A redução da oxidação lipídica observada foi maior nas embalagens a vácuo, comparadas às que mantinham o contato com o ar.

De um modo geral, os antioxidantes são classificados em três categorias: (1) os que removem os precursores dos radicais livres; (2) os que inibem a produção de radicais livres; e, (3) os que reagem com os radicais livres.

Sob certas condições, onde há presença de compostos heme ou metais, a ação destes compostos metálicos pode ser minimizada pela adição de agentes quelantes, como os fosfatos, citratos e ácido tetracético etilenodiamina - EDTA (BURT e HARDY, 1992).

Um número de substâncias antioxidantes que reagem com os radicais livres, como os tocoferóis e ubiquinonas, estão presentes naturalmente no pescado. No entanto, antioxidantes sintéticos têm sido aprovados para uso alimentar, como é o caso de galatos do butilato de hidroxianisol – BHA e o do butilato de hidroxitolueno – BHT, capazes de reduzir a oxidação lipídica (BURT e HARDY, 1992).

Existem diferenças significativas entre os antioxidantes com respeito à eficácia em distintos alimentos e sob diversas condições de processamento e manuseio. Logo, torna-se imprescindível o levantamento de informações concernentes à potência relativa de antioxidantes antes dos mesmos serem aplicados, com sucesso, em diferentes alimentos.

Alguns autores apontaram dificuldades na introdução das substâncias antioxidantes no peixe inteiro, sendo mínima sua eficácia. Já, em MF ou filés, há evidências que, individualmente ou em forma de misturas, os vários tipos de antioxidantes podem ser efetivos (HARDY, 1980; SWEET, 1973).

HULTIN et al. (1992) sugeriram que os antioxidantes fossem utilizados para prevenir a oxidação lipídica e preservar a aceitabilidade do *surimi* preparado com peixes "gordos". O galato de n-propil, o tercio-butilhidroquinona (TBHQ), BHA, BHT e uma mistura de tocoferóis, usados em conjunto com o EDTA e o ascorbato de sódio, melhoraram significativamente a qualidade inicial do MF lavado.

HULTIN et al. (1992) e KELLEHER et al. (1992) salientaram que os melhores resultados foram obtidos com os antioxidantes adicionados durante às várias etapas do processamento.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Estudar questões relativas à obtenção de *minced fish* - MF de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento.

3.2 ESPECÍFICOS

- Obtenção e avaliação do rendimento do MF lavado com água;
- Verificação do efeito da lavagem do MF com bicarbonato de sódio;
- Caracterização química do MF lavado com água;
- Verificação da estabilidade química e sensorial do MF obtido durante a estocagem sob congelamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizados 12 repetições envolvendo o processamento de MF de sardinha em escala semi-piloto, desenvolvido na Planta de Processamento do Centro de Tecnologia de Carnes - CTC do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, em Campinas.

Na primeira fase do trabalho o MF foi caracterizado quanto ao rendimento (Processamentos 1 a 8), efeito da lavagem (Processamentos 5 a 8), e composição química (Processamentos 9 a 12). Na segunda fase, foi estudada a estabilidade química e sensorial do MF mantido sob congelamento (Processamentos 10, 11 e 12) adicionado de antioxidantes (TBHQ, α-tocoferol e eritorbato de sódio).

Nas tabelas apresentadas no texto, os resultados foram expressos em valores médios referentes aos processamentos realizados. As tabelas contendo os resultados de cada processamento foram incluídas no ANEXO B.

4.2 MATERIAL

4.2.1 SARDINHA

A sardinha-verdadeira - *Sardinella brasiliensis,* resfriada em gelo, apresentando características organolépticas próprias da espécie, que salientavam estado de frescor e qualidade, segundo requisitos mencionados na legislação (BRASIL, 1980), foi obtida durante o desembarque em Santos – SP no Terminal Pesqueiro de Santos – TPS, e em Guarujá – SP., na Cooperativa Nipo Brasileira e Franzesse Industria de Pescado. O período de armazenamento dos peixes a bordo, conservados em gelo triturado, não ultrapassou a dois dias.

O transporte dos peixes dos pontos de desembarque ao Laboratório de Tecnologia do Pescado, do Instituto de Pesca, em Santos - SP., e ao CTC - ITAL, em Campinas - SP., foi feito em caixas de isopor contendo gelo triturado (FIG. 3 – ANEXO A).

4.2.2 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes utilizados, TENOX-TBHQ (em pó), da Eastman Chemical Brasileira Ltda, eritorbato de Sódio (em pó) e dl-alfa-tocoferol acetato (em pó), da Kraki- Kienast & Kratschmer Ltda, eram de grau alimentício.

4.2.3 REAGENTES QUÍMICOS

Os reagentes químicos utilizados eram de grau PA e grau cromatográfico

4.2.4 EMBALAGEM

Foram utilizadas embalagens plásticas Perflex 11 da marca Viscase, com as seguintes especificações: sacos de barreira fabricados com múltiplas camadas de filmes tenazes e termoencolhíveis.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 PROCESSAMENTO DO MF

4.3.1.1 Separação Mecânica

Após remoção do gelo de refrigeração, os peixes, em amostragens de 10 kg (Processamentos 1 a 8) e de 40 kg (Processamentos de 9 a 12) foram descabeçados em serra-de-fita, eviscerados manualmente (FIG. 4-ANEXO A) e lavados com água gelada, para retirada de resíduo de sangue e vísceras da cavidade abdominal.

Após a lavagem os peixes foram submetidos à separação mecânica da carne e dos ossos, escamas e peles correspondentes, em equipamento da marca Bibun, modelo SDX-13, empregando cilindro com perfurações de 5 mm de diâmetro, com aplicação de força média-alta na correia tensora (FIG. 5 - ANEXO A).

4.3.1.2 Lavagens do MF com água e solução de bicarbonato de sódio

O MF foi adicionado de água gelada (água + gelo; temperatura de ~ 6ºC), na proporção de 4:1(volume/peso), homogeneizado manualmente durante 5 minutos e decantado por 5 minutos, em recipientes plásticos de aproximadamente 100 litros (FIG. 6 ANEXO A). O sobrenadante foi eliminado e a operação repetida uma vez mais (MORAIS e CAMPOS, 1993).

O mesmo procedimento foi empregado no caso do bicarbonato de sódio, usado na proporção de 0,5% em relação ao peso do MF, aplicado na água da 2ª lavagem.

O MF lavado foi colocado em saco de tecido de ráfia e prensado manualmente, para remoção do excesso de água, seguida de prensagem mecânica (FIG. 7 e 8 ANEXO A) (MORAIS e CAMPOS, 1993).

4.3.1.3 Aplicação dos Antioxidantes

O MF foi adicionado de tercio-butilhidroquinona (TBHQ), eritorbato de sódio e alfa tocoferol, nas proporções de 0,01% (EASTMAN, 1995), 0,1% e 0,03% % (PFIZER, 1986), respectivamente, calculados em função do teor lipídico do MF (~2%).

Para isso, os antioxidantes foram antes dissolvidos em 30 ml de óleo de soja e então aplicados sobre o MF, por pulverização e homogeneização concomitante, conforme MESTIRI et al. (1992) (FIG. 9 ANEXO A). Uma amostra foi usada como controle, sem adição de antioxidantes e óleo de soja. Em seguida o produto foi acondicionado em sacos plásticos (200-250g) sob vácuo, em embalador da marca Selovac, modelo GK 1850 (FIG. 10 ANEXO A), e congelado (congelamento rápido) em armário criogênico, da marca White Martins, modelo Cryo Chem BF100, utilizando nitrogênio liquido evaporado, a uma temperatura de –95,5ºC por aproximadamente 15 minutos (FIG. 11 ANEXO A).

O MF congelado foi transportado, em caixa isotérmica contendo gelo triturado, do CTC (Campinas – SP.) para as instalações do Laboratório de Tecnologia do Pescado, no Instituo de Pesca, em Santos – SP., e mantido entre –17 e –18ºC.

4.3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BÁSICA

A composição química foi determinada de acordo com a AOAC (1995). A análise do teor de nitrogênio total foi realizada de acordo com o método de micro-Kjeldahl e o resultado multiplicado por 6,25 para conversão em proteína. A umidade foi quantificada por secagem em estufa à 105ºC, até peso constante, e as cinzas, por incineração, em mufla a 550ºC. Os lípides foram determinados pela extração com éter etílico, em extrator intermitente de Soxhlet.

4.3.3 ÁCIDOS GRAXOS

Os lípides extraídos pelo método de FOLCH et al. (1957), foram esterificados como descrito por HARTMAN e LAGO (1973). O extrato lipídico foi adicionado de 5 ml da solução de NaOH 0,5 M, em metanol, saponificado em banho–maria fervente, por 5 minutos, e resfriado rapidamente em água e gelo. Foram adicionados 5 mL do reagente esterificante (10 g de NH_4Cl + 300 mL de metanol+15mL de H_2SO_4 concentrado) e a mistura mantida em banho-maria, por 5 minutos, e resfriada rapidamente em água e gelo. Foram adicionados 4 mL da solução saturada de NaCl e 5 mL de hexano (grau cromatográfico), sendo a mistura vigorosamente agitada.

A fase orgânica foi concentrada sob corrente de nitrogênio e injetada (2µl) no cromatógrafo a gás, .Shimadzu GC-17A, equipado com detetor de ionização de chama e coluna capilar DB-WAX, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25µm de espessura . As condições cromatográficas foram as seguintes : injetor mantido a 230ºC e operando em fase estacionaria modo split (1:100), coluna capilar operando a 105kPa, forno mantido a 150ºC por 5 minutos, aquecido até 210ºC a 3ºC/minuto e mantido a 210ºC por 15 minutos, detetor de ionização de chama mantido a 260ºC.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção com os respectivos padrões dos ésteres metílicos. Os resultados foram calculados em percentagem de área.

4.3.4 SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO – TBARS

Foram determinadas de acordo com o método descrito por VINCKE (1970), baseado na reação entre o ácido tiobarbitúrico e as diversas substâncias resultantes da oxidação lipídica, sendo o aldeído malônico o principal. A curva de calibração foi construída utilizando o tetraetoxipropano – TEP. Os resultados foram expressos em mg de aldeído malônico/kg de amostra.

4.3.5 NITROGÊNIO DAS BASES VOLÁTEIS TOTAIS – N-BVT

Foi determinado pelo método descrito por WOOTLON e CHUAH (1981), modificado quanto ao uso de ácido tricloroacético-TCA a 7,5%, baseado na dosagem de compostos nitrogenados básicos voláteis.

4.3.6 pH

A determinação eletrométrica do pH foi realizada segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

4.3.7 MEDIDAS SENSORIAIS DE ODOR E COR

As análises sensoriais referentes ao odor e a cor foram realizadas no Instituto Adolfo Lutz - IAL, com 15 julgadores, sendo 5 homens e 10 mulheres, na faixa etária de 25 a 45 anos, funcionários da Divisão de Bromatologia. Para isso as amostras congeladas foram transportadas até o IAL em caixas isotérmicas contendo gelo no dia anterior à análise.

4.3.7.1 Treinamento dos Julgadores

Os julgadores foram treinados em relação à utilização de uma escala de categoria de intensidade (MORAES, 1990; SANCHO et al., 1999), com discriminação dos atributos de cor e odor fazendo uso de amostras de referência .

Na avaliação da intensidade do odor específico da rancidez, foram usadas sardinhas frescas indicando "livre de odor de oxidação", MF lavado e MF não-lavado congelados por até 6 meses, caracterizando os níveis gradativos da oxidação. Para o treinamento da cor foram utilizados como referência filés de linguado, indicando tonalidade "mais clara" , e a porção mais escura do músculo do cação, como a "mais escura" (FIG. 12-ANEXO A). Antes das análises as amostras foram descongeladas em refrigerador a 7ºC/15horas.

4.3.7.2 Avaliação da Cor

Para avaliar a cor, foi empregada uma escala linear não estruturada de 10 cm, ancorada pelos termos "mais clara" e "mais escura" posicionados como pontos extremos, onde o julgador avalia a intensidade colocando um traço vertical sobre a mesma, conforme o Quadro 1, (MORAES, 1990; SANCHO et al., 1999)

Cada amostra codificada foi colocada em placa de Petri fechada, colocada em bancada para observação do julgador com iluminação de lâmpada fluorescente branca (FIG. 12 - ANEXO A).

4.3.7.3 Avaliação do Odor

Para avaliar o odor ou grau de oxidação lipídica das amostras foi empregada escala estruturada mista de 7 pontos, dimensionada de (0) "livre de odor de oxidação" a (6) "muito intensa oxidação", conforme o Quadro 1 (MORAES, 1990; SANCHO et al., 1999). As amostras codificadas foram colocadas em frascos de vidro com tampa esmerilhada, de 250ml de capacidade, e envoltos em folha de alumínio (FIG. 13 - ANEXO A). Este teste foi conduzido em cabines individuais iluminadas sob lâmpada fluorescente vermelha (FIG. 14 - ANEXO A).

QUADRO 1 - Ficha de avaliação sensorial (cor e odor)de MF de sardinha

Nome: _____ Data: _____/____/____

Por favor, avalie a intensidade da tonalidade de cor das amostras codificadas de MF de sardinha, colocando um traço vertical sobre a escala:

|_____|

+ clara + escura

Agora, cheire as amostras codificadas de MF de sardinha e indique, segundo a escala, a intensidade do grau de oxidação (ranço) detectado.

0 = Livre de odor de oxidação

1 = Muito ligeira oxidação

2 = Ligeira oxidação

3 = Regular oxidação

4 = Moderada oxidação

5 = Intensa oxidação

6 = Muito intensa oxidação

☐	☐	☐	☐
963	578	321	813

Comentários:

_____

4.3.8 MEDIDA INSTRUMENTAL DE COR

Foram realizadas medidas de reflectância, expressas pelos parâmetros *L**(luminosidade), *a**(vermelho) e *b**(amarelo) da CIE – *Committee Internationale de L´Eclairage* (MACDOUGALL, 1994). Foi utilizado um espectrofotômetro portátil, marca Minolta, modelo CM 508-b, com os seguintes ajustes: área de medição de 8mm de diâmetro, ângulo de observação a 10° e iluminante D65 com componente especular incluído.

Para as análises, as amostras foram previamente descongeladas em geladeira (7° C). As leituras foram realizadas em 10 pontos da superfície da placa de Petri, contendo a amostra coberta com filme plástico transparente (FIG. 15-ANEXO B), conforme MARRIOTT et al. (1988).

4.3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Diferença Mínima Significativa - *LSD test* (DOWDY e WEARDEN, 1991) . Foram também calculadas as correlações de Pearson, entre os resultados de TBARS e os obtidos para odor de ranço. Em todas as análises considerou-se um nível de significância de 5%. Utilizaram-se os programas Statistica (2000) versão 5 e SAS (2001) versão 8.2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÁGUA

Foi avaliado em 55% o rendimento do MF lavado com água, em relação à matéria-prima integral (TAB 1). Esse resultado foi atingido trabalhando com uma pressão média na correia do equipamento usado. Quando foi mantida ao máximo a pressão da referida correia, com vistas a melhores resultados, houve realmente maior rendimento, de até 63,85%. No entanto, o produto apresentou uma aparência prejudicada, pela presença de grande quantidade de pele que atravessou o orifício do tambor (∅ 0,5 cm). Com baixa tensão da correia o rendimento foi menor, ou seja, 43,70%.

Os resultados observados foram concordantes com as informações de HASTINGS (1989) e RASEKH (1987), segundo os quais, o rendimento do MF de pescado varia conforme a espécie e seu tamanho, e o tipo do equipamento usado, em seus diferentes diâmetros de perfuração, velocidade e pressão da correia.

TABELA 1 - Rendimento do MF de sardinha lavado com água

Processamento	Peso (kg)	Rendimento (%)
	Sardinha Inteira	MF
1	10,100	55,93
2	10,000	55,00
3	10,000	55,00
4	10,000	43,70
5	10,000	63,85
6	11,600	55,26
7	10,000	57,00
8	10,000	56,50
Média (n = 8) ± desvio-padrão		55,28 ± 5,51

Os resultados da TAB. 1 enquadram-se entre os mencionados na literatura, para diferentes espécies de peixe. Foram apontados rendimentos de MF variando entre 35,5% e 63,4%, em relação à matéria-prima integral (CRAWFORD et al., 1995; MORAIS e CAMPOS, 1993).

O rendimento médio de 55,28± 5,51% (TAB.1) para o MF lavado com água situou-se entre a faixa de rendimento teórico da sardinha mencionado por OGAWA (1999), de 54,1 - 65,9%.

5.2 EFEITO DA LAVAGEM SOBRE O MF DE SARDINHA

A literatura tem evidenciado as vantagens da lavagem do MF de várias espécies de pescado, na remoção de compostos que prejudicam sua estabilidade durante estocagem, além da melhoria em relação à cor.

Os valores médios, provenientes de 4 repetições de processamento (TAB. 14 – Anexo B), de L^*, a^*, b^*, extrato etéreo, TBARS e pH, obtidos para MF sem lavar, lavado com água e lavado com água + $NaHCO_3$, estão expressos na TAB. 2.

O valor de a^* é a medida de incidência da cor vermelha e b^* da amarela. Valores maiores de L^* denotam uma carne mais clara e maiores valores de a^* e b^* indicam cores mais vermelhas e mais amarelas, respectivamente (DENOYELLE e BERNY, 1999).

Os valores de L^* (TAB. 2) para o MF lavado com água e/ou lavado com água + $NaHCO_3$ aumentaram comparado ao MF não-lavado (controle), motivados pelo clareamento da coloração, provavelmente devido à remoção de sangue, pigmentos e outros constituintes corados. A FIG.16 - ANEXO A ilustra os resultados obtidos.

Tais valores variaram de 53,8 a 58,94 (TAB.14 - ANEXO B), indicando muito bons resultados com relação ao clareamento da cor conseguido, quando comparados aos de HASTINGS et al. (1990), que mencionaram valores de L^* encontrados em MF lavado e congelado de arenque de 54,4 e para *mackerel* de 49,4. É interessante citar que foi de

55,6 o valor de L^* obtido para *surimi* de arenque, que se constitui em um produto de cor notadamente mais clara que o MF correspondente.

Também SPENCER e TUNG (1994), trabalhando com *surimi* de pequeno pelágico, preparado em escala experimental em uma planta piloto, obtiveram um valor de L^* de 50 a 54, indicando uma boa qualidade de cor.

TABELA 2 - Valores médios de L^*, a^*, b^*, extrato etéreo, TBARS e pH do MF de sardinha, [(a)] demonstrando o efeito da lavagem .

	MF		
	MF não-lavado	MF lavado com água	MF lavado com Água + $NaHCO_3$
L^*	42,06 ± 1,69 [b]	58,03 ± 0,88 [a]	57,30 ± 2,38 [a]
a^*	4,75 ± 1,09 [a]	1,18 ± 0,81 [b]	1,52 ± 0,99 [b]
b^*	5,80 ± 3,36 [a]	8,16 ± 3,46 [a]	8,18 ± 1,63 [a]
Extrato etéreo[(b)]	16,61 ± 4,11 [a]	14,32 ± 3,33 [a]	14,24 ± 4,12 [a]
TBARS[(c)]	5,26 ± 2,84 [a]	15,10 ± 12,56 [a]	15,59 ± 13,63 [a]
pH	6,26 ± 0,19 [b]	6,59 ± 0,15 [a]	6,82 ± 0,14 [a]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes nas linhas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística ;
(a) Média (n = 4) ± desvio-padrão;
(b) g/100g, em base seca;
(c) mg de aldeído malônico/kg, em base seca.

A diminuição do valor de a^* nas amostras de MF lavados refletem da mesma forma que o valor de L^*, o clareamento do produto pela redução da cor vermelha. Com relação ao valor de b^*, parece ter havido um aumento da incidência da cor amarela nos MF lavados, provavelmente relacionado à redução na intensidade da cor vermelha traduzida por uma coloração bege.

NAKAYAMA e YAMAMOTO (1977) também chegaram a um efeito benéfico da lavagem do MF em relação à cor, verificando o aumento de L^* e diminuição de a^*.

De acordo com os resultados obtidos (TAB.2; FIG.16 – ANEXO A), a lavagem proporcionou ao MF uma coloração bem mais atraente, que a

do produto não-lavado, agregando-lhe valor tecnológico. Essas observações são concordantes com as de HAARD (1988).

Os resultados obtidos também indicaram que a incorporação de $NaHCO_3$ na última lavagem do MF não se justifica, sob o ponto de vista da cor do produto. O uso do $NaHCO_3$ na lavagem do MF tem sido proposto por diversos autores (LI e LEE, 1999; SPENCER e TUNG, 1994; SUZUKI, 1981).

A lavagem do MF não afetou os lípides e as TBARS. O desvio-padrão observado em relação aos valores médios das TBARS foi particularmente elevado. Houve, no entanto, um ligeiro mas estatisticamente significativo aumento nos valores de pH, sem que houvesse diferença entre as lavagens com água e água + $NaHCO_3$ (TAB. 2).

Um aumento do pH no MF lavado com água + $NaHCO_3$ se justificaria pela característica ligeiramente alcalina da solução, e até mesmo, pela posterior decomposição do bicarbonato em Na_2CO_3. Um pH elevado não seria interessante por propiciar a solubilidade e perda protéica, denaturando sobretudo proteínas miofibrilares, importantes na formação de gel e conseqüente melhoria de textura do MF (MATSUMOTO e NOGUSHI, 1992, apud SUVANICH et al. 2000)

A expectativa para o ensaio realizado era por uma remoção parcial de componente lipídicos (ácidos graxos, triglicerídeos e fosfolípides) e substâncias relacionadas à oxidação lipídica (peróxidos, aldeídos). Isso seria desejável pela perspectiva de uma melhoria na estabilidade oxidativa do MF mantido congelado. A lavagem também seria útil na remoção de proteases, que atuariam negativamente sobre as proteínas.

Diferentes autores têm relatado as vantagens na obtenção de MF lavado (ADU et al., 1983; FILIPI et al., 1992; LEE, 1986; PACHECO-AGUILAR et al., 1989; SUZUKI, 1981), evidenciando uma remoção lipídica de cerca de 25% (SPENCER e TUNG, 1994).

HASTINGS et al.(1990) obtiveram uma pequena melhoria na remoção de lípides com o uso de bicarbonato na água de lavagem de MF de arenque, também um pequeno pelágico.

5.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÁGUA

5.3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BÁSICA

Na TAB. 3 estão apresentados os resultados médios das análises químicas realizadas em filés de sardinha com pele (controle) e MF de sardinha lavados com água, conforme a TAB 15 - ANEXO B.

Em geral a literatura enfoca que os valores obtidos para o MF lavado, não são aqueles encontrados na matéria-prima correspondente, sendo esta diferença fortemente relacionada com a etapa de lavagem do processo. A hidratação observada era portanto uma conseqüência esperada, sem contudo ter sido excessiva e diferente dos níveis normalmente encontrados para os músculos, de várias espécies.

Quando considerados em base seca (TAB.3), não foi verificada diferença nos resultados de proteína e extrato etéreo. Ao contrário, o das cinzas foi menor no MF lavado em relação ao controle.

A lavagem com água propicia a remoção de proteínas hidrossolúveis, minerais e lípides, substâncias que são solúveis ou separáveis nas condições empregadas no processo, o que torna o MF diferente de sua matéria-prima. No caso das proteínas, há uma concentração das insolúveis (miofibrilares) à custa da perda das sarcoplasmáticas (solúveis). Segundo ADU et al. 1983 essa modificação qualitativa da proteína não altera o valor biológico da proteína do MF.

Os resultados encontrados referentes aos lípides (extrato etéreo) citados na TAB. 3, não refletiram as características comumente esperadas para um MF lavado. Para GÓMEZ-GUILLÉN et al. (1996) e SUZUKI (1986), este tipo de processamento propiciaria a retirada parcial de proteínas e

lípides. Em geral a literatura tem apontado uma remoção lipídica de cerca de 25% (SPENCER e TUNG, 1994).

TABELA 3 - Composição química (g/100g) do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)]

	Filé com pele	MF lavado
Umidade	76,08 ± 0,45 [b]	82,25 ± 1,75 [a]
Proteína	21,61 ± 1,01 (90,38)[a]	15,38 ± 1,20 (92,04)[a]
Lípides	1,80 ± 0,55 (7,49)[a]	1,44 ± 0,40 (8,57) [a]
Cinzas	1,79 ± 0,31 (7,48)[a]	0,61 ± 0,04 (3,64)[b]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes nas linhas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística;
(a) Média (n=4) ± desvio padrão, em base úmida e calculada em base seca (entre parêntese).

A questão de não ter havido a remoção esperada de lípides durante a lavagem do MF (TAB. 3), pode estar ligada ao fato de a sardinha (matéria-prima) usada estar apresentando valores relativamente baixos de extrato etéreo (1,15 – 2,34g/100g) (TAB 15 – ANEXO B), além da possibilidade dessa remoção não se dar plenamente ou ser mais difícil quando se trata de espécie "magra".

Na verdade a sardinha *Sardinella brasiliensis* não é uma espécie "gorda", nos moldes que se tem feito acreditar. Tida tradicionalmente como tal, os valores lipídicos das TAB. 3 e 15 – ANEXO B e os relatados por ITÔ et al.(1969), 2,0 – 7,0 g/100g, e BADOLATO et al. (1994), 1,0 – 3,4 g/100g, indicam em sua maioria níveis mais elevados. Os níveis máximos relatados por LUZIA (2000) [0,72 – 10,88 g/100g (verão) e 1,31 – 21,45 g/100g (inverno)] são muito elevados e, por isso, questionáveis quando comparados ao de ITÔ et al.(1969). Pescado contendo ≤ 5 g/100g foram considerados "magros" por STANSBY (1963), da mesma forma que de 5 a 15 g/100g "semi-gordos" e > 15 g/100g "gordos". Para ACKMAN (1994), pescado com <2 g/100g foi considerado "magro", e com 2–4 g/100g, 4–8 g/100g e 8–20 g/100g, respectivamente tendo "baixo", "médio", "alto" teores lipídicos.

O conteúdo de umidade é um indicador determinante da qualidade de produtos a base de MF (LEE, 1984; 1986). É possível que a eficiência da remoção de água do MF lavado possa estar relacionada também ao tipo de equipamento utilizado nesta etapa. MESTIRI et al. (1992), utilizando centrífuga na remoção do excesso de água, observaram um teor de umidade no MF lavado de 77,5%, comparado ao não-lavado (72,3%). Essa diferença está muito próxima da encontrada no presente estudo (TAB 3), indicando que a prensagem manual usada foi tão efetiva quanto à centrifugação.

ADU et al. (1983), assim como ocorreu no presente estudo encontraram níveis menores de cinzas no MF de *rockfish* lavado, comparado ao filé, sugerindo que tanto a qualidade da água, como o tipo de equipamento, ou processo usado na lavagem, podem afetar significativamente a composição mineral do produto final.

5.3.2 ÁCIDOS GRAXOS

A TAB. 4 apresenta a distribuição média de ácidos graxos do filé de sardinha com pele e do MF de sardinha lavado com água, de acordo com a TAB. 16 – ANEXO B.

A composição dos ácidos graxos no MF de sardinha não foi afetada pelo processamento, tomada como base a do controle. Os ácidos graxos majoritários foram o C16:0 (palmítico), C18:0 (esteárico), C18:1n-9 (oléico), C20:5n-3 (eicosapentaenóico–EPA) e C22:6n-3 (docosahexaenóico–DHA), destacando-se o palmítico e o DHA. O somatório de EPA e DHA de aproximadamente 30%, foi bastante significativo, considerando o fato de serem de muita importância na saúde humana.

TABELA 4 - Valores médios da composição em ácidos graxos do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)]

Ácidos graxos	Filé com pele	MF lavado
C10:0	tr	tr
C12:0	tr	tr
C14:0	3,86 ± 0,67[a]	3,90 ± 0,78[a]
C15:0	1,03 ± 0,09[a]	0,99 ± 0,07[a]
C16:0	23,85 ± 1,65[a]	23,33 ± 2,27[a]
C17:0	1,09 ± 0,08[a]	1,04 ± 0,05[a]
C18:0	9,23 ± 0,52[a]	9,21 ± 0,44[a]
C20:0	1,25 ± 0,32[a]	1,11 ± 0,27[a]
Total de saturados	**40,32** ± 2,61[a]	**39,58** ± 3,17[a]
C16:1n7	2,61 ± 1,40[a]	3,33 ± 1,40[a]
C18:1n9	11,16 ± 3,03[a]	9,47 ± 3,92[a]
C20:1	0,82 ± 0,13[a]	0,77 ± 0,11[a]
Total de monoinsaturados	**14,59** ± 3,28[a]	**13,57** ± 3,89[a]
C18:2n6	2,30 ± 1,30[a]	2,15 ± 1,17[a]
C18:3n3	1,32 ± 0,59[a]	1,35 ± 0,68[a]
C20:4n6	1,91 ± 0,21[a]	2,13 ± 0,35[a]
C20:5n3 – EPA	6,43 ± 0,98[a]	7,08 ± 0,88[a]
C22:6n3 – DHA	20,74 ± 2,53[a]	22,74 ± 5,38[a]
Total de polinsaturados	**32,70** ± 3.01[a]	**35,45** ± 6,08[a]
Total de ômega 3	**28,49** ± 3,44	**31,17** ± 6,67
Total de ômega 6	**4,21** ± 1,23	**4,28** ± 0,91
não identificados	**12,06** ± 1,33[a]	**11,27** ± 1,71[a]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes nas linhas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística;
(a)Média(n=4) ±desvio-padrão, expressa em % de área;
tr= traço (quantidades menores do que 0,01%).

SILVA et al. (1993) também encontraram na sardinha (*S. brasiliensis*) crua maiores valores de C16:0, C18:1n-9, C20:5n-3 (EPA) e C22:6n-3 (DHA). LUZIA (2000) relatou para a referida espécie quantidades iguais encontradas no inverno e verão, sendo os principais o C16:0, C18:0, C18:1n-9 e C22:6n-3 (DHA), não tendo sido verificadas quantidades expressivas do C20:5n-3 (EPA). BADOLATO et al. (1994) relataram para a *S. brasiliensis* maiores quantidades de C16:0, C18:1n-9, C20:5n-3 (EPA) e C22:6n-3 (DHA) nas diferentes estações do ano. Relataram ainda quantidades significativas de C14:0, C16:1n7 e C18:1n9, coincidindo com o

observado no presente trabalho. O somatório de EPA e DHA encontrado variou de 23,7% a 33,3%.

VISENTAINER et al.(2000) determinaram o conteúdo de EPA e DHA em diferentes partes do corpo de espécies de peixes marinhos da costa brasileira, encontrando para o filé de sardinha (*S. brasiliensis*) valores de 13,77 e 18,68%, respectivamente.

No que se relaciona a quantidades referidas para várias espécies de pescado (HEARN et al. 1987), de EPA (8 a 11 %) e DHA (10 a 20 %) apenas os valores de DHA obtidos (TAB. 16 – ANEXO B) se enquadram nessa faixa.

MESTIRI et al. (1992) analisando a composição de ácidos graxos de MF de sardinha lavado e não-lavado, observaram também pequenas diferenças qualitativas e quantitativas. UNDELAND et al. (1998) semelhantemente não encontraram diferença quantitativa e qualitativa significativa entre o MF lavado e não-lavado, de arenque.

5.3.3 pH, N-BVT e TBARS

Na TAB. 5 estão expressos os resultados médios de pH, N-BVT e TBARS encontrados no filé de sardinha com pele e no MF de sardinha lavado em água, conforme a TAB.17 – ANEXO B.

Os valores de pH verificados para o filé com pele e para o MF lavado não guardaram entre si diferença que fosse reconhecida estatisticamente. Esses valores estão na faixa normalmente encontrada em pescado. Ao mesmo tempo indicam que não houve efeito da lavagem. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1980) define um valor máximo de 6,8, para a carne externa e 6,5, para a carne interna, mas não para MF especificamente.

O valor médio (35,41±4,05) de N-BVT encontrado no controle superou o limite estabelecido pelo RIISPOA (BRASIL, 1980), de 30 mg de N-BVT/100g, de aceitação para o consumo de pescado. Esses resultados

demonstram a falta de frescor para a matéria-prima usada, selecionada no desembarque por critérios subjetivos, indicados anteriormente (4.2.1.). Obviamente houve falhas relacionadas às operações de bordo visando a manutenção da qualidade. Por outro lado, conforme era esperado, o efeito da lavagem significantemente fez cair a concentração no MF (5,91±1,21 mg N-BVT/100g).

Deve ser considerado que, dependendo da espécie, o N-BVT pode ser um indicador falho na qualidade do pescado. SIKORSKI (1990) sugeriu níveis de 30 mg de N-BVT/100g para pescado resfriado em gelo, como limite máximo de aceitabilidade. Entretanto AL-KAHTANI et al. (1996) reportaram menores níveis em tilápia cultivada (19,5 mg N-BVT /100g) e *mackerel* (25,2 mg N-BVT /100g) já sensorialmente rejeitados.

RODRIGUEZ e BELLO (1987) e LICCIARDELLO e HILL (1978) observaram durante o processo de lavagem de MF diminuição dos níveis iniciais de OTMA e de bases nitrogenadas, à semelhança do que consta na TAB. 5.

TABELA 5 - Valores médios de pH, N-BVT e TBARS do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[(a)]

	Filé com pele	MF lavado[(b)]
pH	6,42±0,30[a]	6,61±0,20[a]
N-BVT (mg/100g)	35,41±4,05 (142,23)[a]	5,91±1,21 (34,86)[b]
TBARS (mgAM/kg)	0,76 ±0,48 (3,65)[b]	1,34±0,55 (7,53)[a]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes nas linhas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística;
(a) Média (n=4) ± desvio padrão, em base úmida, calculada em base seca (entre parêntese);
(b) Estocado sob congelamento por 1 dia após o processamento.

O MF lavado apresentou valor médio de TBARS cerca de 3,5 vezes maior em relação ao encontrado no controle (TAB. 5). Maior superfície de exposição em relação ao oxigênio atmosférico, contato direto com partes

metálicas (ferro) do equipamento e aumento da temperatura durante a trituração e lavagem, são fatores que poderiam ter concorrido para a oxidação da fração lipídica do MF (LEE e TOLEDO, 1977; PARK et al., 1997).

A oxidação lipídica do MF é indesejável sob os aspectos sensorial, nutricional, tecnológico e toxicológico. Isso sugere que durante o processo de lavagem seja estudado também a remoção de substâncias secundárias formadas, notadamente o aldeído malônico, pelo fato de seu potencial anti-nutricional, comprometendo o valor biológico da proteína pela redução da lisina biodisponível (GIRÓN-CALLE et al. 2002), e tóxico representado por sua característica mutagênica e carcinogênica (KIKUGAWA et al. 1988; SHAMBERGER et al. 1977).

5.4 ESTABILIDADE QUÍMICA E SENSORIAL DO MF DE SARDINHA LAVADO COM ÀGUA MANTIDO SOB CONGELAMENTO.

Durante o período experimental o MF foi analisado em relação ao pH, N-BVT e TBARS durante 26 semanas (~6 meses), com periodicidade semanal, e quanto à avaliação do odor a ranço e análises de cor, sensorial e instrumentalmente, por 12 semanas (3 meses), a cada duas semanas. O tempo de estocagem e a adição de antioxidantes foram as variáveis de estudo.

5.4.1 pH

Os valores médios de pH (TAB.6) derivados dos diferentes processamentos (TAB.18 – ANEXO B) do MF de sardinha, mostraram pouca ou quase nenhuma variação (6,55 - 6,68) ao longo do período experimental, sendo concordantes com o que o RISPOA (BRASIL, 1980) estabelece para o pescado fresco (6,5 – 6,8).

TABELA 6 - Valores médios de pH em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	6,55±0,18 [aA]	6,55 ±0,18 [aA]	6,55 ±0,18 [aA]	6,55 ±0,18 [aA]
1	6,64±0,16 [aA]	6,67 ±0,13 [aA]	6,66 ±0,13 [aA]	6,66 ±0,13 [aA]
2	6,66±0,15 [aA]	6,66 ±0,16 [aA]	6,67 ±0,15 [aA]	6,66 ±0,14 [aA]
3	6,63±0,16 [aA]	6,63 ±0,15 [aA]	6,63 ±0,15 [aA]	6,62 ±0,15 [aA]
4	6,66±0,17 [aA]	6,68 ±0,17 [aA]	6,67 ±0,17 [aA]	6,66 ±0,17 [aA]
5	6,64±0,20 [aA]	6,65 ±0,19 [aA]	6,66 ±0,21 [aA]	6,66 ±0,18 [aA]
6	6,66±0,16 [aA]	6,66 ±0,16 [aA]	6,68 ±0,18 [aA]	6,68 ±0,17 [aA]
7	6,63±0,17 [aA]	6,65 ±0,17 [aA]	6,65 ±0,17 [aA]	6,64 ±0,17 [aA]
8	6,66±0,21 [aA]	6,66 ±0,22 [aA]	6,67 ±0,21 [aA]	6,66 ±0,22 [aA]
12	6,63±0,16 [aA]	6,66 ±0,15 [aA]	6,66 ±0,16 [aA]	6,66 ±0,15 [aA]
26	6,60±0,13 [aA]	6,61 ±0,13 [aA]	6,63 ±0,12 [aA]	6,62 ±0,11 [aA]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indica respectivamente não-significância ou significância estatística;
(a) Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

JESUS et al. (2001) e RODRIGUEZ e BELLO (1987) estudando MF, respectivamente de peixes de água doce e marinhos também obtiveram pouca variação do pH ao longo da estocagem sob congelamento.

5.4.2 N-BVT

Os valores médios de N-BVT (TAB. 7), derivados dos diferentes processamentos (TAB. 19 – ANEXO B), não variaram ao longo da estocagem, permanecendo entre 6,23 e 7,25 mg N-BVT/100g de amostra, abaixo do limite (30 mgN-BVT/100g) estabelecido pela legislação para o pescado e produtos derivados (BRASIL, 1980).

TABELA 7 - Valores médios de N-BVT (mg/100g) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	6,51 ± 0,73 [aA]	6,51 ± 0,73 [aA]	6,51 ± 0,73 [aA]	6,51 ± 0,73 [aA]
1	6,98 ± 0,41 [aA]	6,77 ± 0,84 [aA]	6,75 ± 0,84 [aA]	6,75 ± 0,83 [aA]
2	7,25 ± 1,45 [aA]	7,23 ± 1,45 [aA]	6,76 ± 0,83 [aA]	6,75 ± 0,83 [aA]
3	7,25 ± 1,44 [aA]	6,77 ± 0,84 [aA]	6,75 ± 0,83 [aA]	6,76 ± 0,84 [aA]
4	6,28 ± 0,84 [aA]	6,28 ± 0,84 [aA]	6,23 ± 0,88 [aA]	6,29 ± 0,84 [aA]
5	6,76 ± 0,82 [aA]	6,69 ± 0,77 [aA]	6,70 ± 0,77 [aA]	6,70 ± 0,77 [aA]
6	6,27 ± 1,66 [aA]	6,29 ± 1,68 [aA]	6,28 ± 1,67 [aA]	6,28 ± 1,66 [aA]
7	6,71 ± 0,79 [aA]	7,22 ± 0,30 [aA]	6,72 ± 0.80 [aA]	7,18 ± 0,11 [aA]
8	6,27 ± 0,85 [aA]	6,29 ± 0,84 [aA]	6,28 ± 0,83 [aA]	6,77 ± 0,84 [aA]
12	7,20 ± 0,05 [aA]	7,15 ± 0,18 [aA]	7,12 ± 0,23 [aA]	7,16 ± 0,11 [aA]
26	7,25 ± 1,47 [aA]	6,76 ± 1,69 [aA]	6,77 ± 1,69 [aA]	6,77 ± 1,70 [aA]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indica respectivamente não-significância ou significância estatística;
(a) Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

Os resultados obtidos (TAB. 7) decorreram da solubilização e eliminação conseqüente de substâncias nitrogenadas voláteis durante a lavagem com água, sendo concordantes com os da TAB. 5, já discutidos, e ainda em relação aos relatados por GRYSCHEK (2001) e RODRIGUEZ e BELLO (1987). Estes autores trabalharam respectivamente com MF lavado com água, a partir de tilápia nilótica e vermelha (cultivadas) e de espécies marinhas oriundas da fauna acompanhante da captura de camarão.

5.4.3 TBARS

Os valores médios de TBARS derivados da TAB. 20 – Anexo B constam na TAB.8.

O emprego de antioxidantes e da embalagem sob vácuo decorreu da expectativa por uma instabilidade da fração lipídica do MF, com base na presença de ácidos graxos polinsaturados (TAB. 4) assim como nas indicações da literatura (KELLEHER et al. 1994; KURADE e BARANOWSKI 1987; MORRIS e DAWSON, 1979).

Basicamente foi observado que não houve diferença entre o controle e o MF adicionado de diferentes antioxidantes. Ficou evidente que apenas a embalagem a vácuo (controle) foi suficiente para manter a estabilidade oxidativa durante o período de estocagem estudado.

Não puderam ser identificados fatores que justificassem a queda inicial (0 – 1 semana) nos valores de TBARS observados na TAB. 8. Tem sido indicado uma queda gradual de TBARS em produtos estocados sob congelamento (RODRIGUEZ e BELLO 1987; TARLADGIS e WATTS, 1960). Ambos encontraram uma diminuição progressiva nos valores de TBARS, interpretado como uma redução destes valores, durante o período de estocagem. Os autores atribuíram esta diminuição à interação do aldeído malônico com proteínas.

Existem muitas interações entre lípides de pescado e seus produtos de oxidação com proteínas, resultando diversos complexos lipo-proteícos, assim como diferentes produtos de moléculas pequenas. A interação lípides-proteínas retarda a oxidação da gordura durante seu armazenamento (SIKORSKI e KOLAKOWSKA, 1990).

TABELA 8 - Valores médios de TBARS (mg de AM/kg) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	1,10 ± 0,33 ^{aA}	1,10 ± 0,33 ^{aA}	1,10 ± 0,33 ^{aA}	1,10 ± 0,33 ^{aA}
1	0,72 ± 0,10 ^{bB}	0,72 ± 0,02 ^{bB}	0,97 ± 0,27 ^{aB}	0,89 ± 0,16 ^{abB}
2	0,67 ± 0,07 ^{aB}	0,68 ± 0,09 ^{aB}	0,85 ± 0,13 ^{aB}	0,80 ± 0,04 ^{aB}
3	0,75 ± 0,11 ^{bB}	0,76 ± 0,10 ^{bB}	0,96 ± 0,16 ^{aB}	0,87 ± 0,07 ^{bB}
4	0,87 ± 0,35 ^{aB}	0,71 ± 0,08 ^{aB}	0,97 ± 0,29 ^{aB}	0,85 ± 0,19 ^{aB}
5	0,76 ± 0,18 ^{aB}	0,66 ± 0,10 ^{aB}	0,92 ± 0,26 ^{aB}	0,82 ± 0,22 ^{aB}
6	0,72 ± 0,16 ^{aB}	0,70 ± 0,14 ^{aB}	0,91 ± 0,28 ^{aB}	0,80 ± 0,23 ^{aB}
7	0,80 ± 0,16 ^{aA}	0,69 ± 0,15 ^{aB}	0,96 ± 0,35 ^{aB}	0,83 ± 0,28 ^{aB}
8	0,77 ± 0,29 ^{aA}	0,71 ± 0,16 ^{aB}	0,92 ± 0,35 ^{aB}	0,89 ± 0,30 ^{aB}
12	0,82 ± 0,07 ^{aB}	0,81 ± 0,25 ^{aB}	0,93 ± 0,21 ^{aB}	0,83 ± 0,20 ^{aB}
26	0,99 ± 0,26 ^{aB}	0,78 ± 0,14 ^{aA}	0,95 ± 0,34 ^{aB}	0,89 ± 0,24 ^{aB}

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a) Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

5.4.4 Odor de ranço

A preocupação com alterações no odor é justificável principalmente pelas características do processo de obtenção do MF, que aumenta a área superficial da partícula cárnea, expondo-a ao oxigênio. Tal situação propicia o desenvolvimento de compostos de baixo peso molecular, responsáveis pelo sabor e odor (*flavor*) característicos da rancidez.

Os resultados médios referentes à TAB 21 – ANEXO B da avaliação do odor do MF de sardinha lavado durante estocagem sob congelamento são mostrados na TAB. 9. Esses resultados demonstraram que praticamente não foi desenvolvida a rancidez, concordando com o observado para as TBARS (TAB. 8).

A pontuação máxima observada foi de 1,72 o que, segundo o QUADRO 1, representa um valor entre "muito ligeira" e "ligeira oxidação". Paralelamente não foi encontrada correlação entre as TBARS (TAB. 8) e a avaliação sensorial do odor de ranço (TAB.9). MOLEDINA et al. (1977) e HULTIN et al. (1992), em estudos com MF estocado sob congelamento, não encontraram correspondência entre os valores de TBARS e "*scores*" de *flavor* referente à rancidez.

TABELA 9 - Valores médios da pontuação da avaliação sensorial de percepção do odor de ranço em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)].

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	1,36 ± 0,27 [aA]	0,86 ±0,42 [aA]	1,13 ± 0,40 [aA]	0,86 ±0,25 [aA]
2	1,19 ± 0,13 [aA]	1,40 ± 0,21 [aA]	1,42 ± 0,14 [aA]	1,35 ± 0,36 [aA]
4	1,15± 0,33 [aA]	1,29 ± 0,25 [aA]	1,35 ± 0,17 [aA]	1,31 ± 0,15 [aA]
6	0,96± 0,05 [aA]	0,91 ±0,12 [aA]	1,46 ±0,65 [aA]	1,39 ±0,09 [aA]
8	1,45 ±0,20 [aA]	1,34 ±0,30 [aA]	1,49 ±0,16 [aA]	1,64 ±0,28 [aA]
12	1,72 ±0,13 [aA]	1,28 ±0,03 [aA]	1,24 ±0,75 [aA]	1,41 ±0,20 [aA]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a) Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

TBARS em torno de 5 μmol AM/kg (0,36 mg AM/kg), foram relacionados com o odor "muito suave de rancidez" em filés e *surimi* de *mackerel*. Valores em torno de 10 μmol AM/kg (0,72 mg AM/kg), foram relacionados com o odor de ranço (KELLEHER et al., 1994). ROBLES-MARTINEZ et al. (1982), *apud* KURADE E BARANOWSKI (1987), propuseram um valor de 18 μmol AM/kg (1,30 mg AM/kg) como indicador da presença de odor de ranço em peixe congelado.

5.4.5 Cor

A cor de algumas espécies de pescado, tanto de sua pele, como da carne, é tida como um fator primário de decisão de compra do produto (HAARD, 1988).

Vários trabalhos têm sido realizados para testar o uso de antioxidantes visando estabilizar a cor e pigmentos de produtos cárneos, durante a estocagem. Diferentes mecanismos estão envolvidos na degradação da cor ou de pigmentos, sendo um deles, devido à oxidação da mioglobina à metamioglobina, cuja intensidade pode variar conforme contato com oxigênio, luz e presença de pró e antioxidante (HAARD, 1988; SUVANICH et al, 2000).

Pigmentos da carne escura são excepcionalmente suscetíveis a oxidação, causando descoloração para o amarelo ou marrom, principalmente durante o manuseio excessivo, resfriamento e estocagem sob congelamento. Sendo assim, o MF não-lavado pode ser mais suscetível à oxidação e descoloração, comparado ao MF lavado. Ademais, descolorações para a cor cinza em MF lavado pode ser devido à incorporação de melanina da pele do peixe durante a separação mecânica do músculo (HUTCHING,1994, *apud* SUVANICH et al., 2000).

5.4.5.1 Avaliação sensorial

Os resultados médios referentes à avaliação da cor do MF durante o congelamento constam na TAB. 10, de acordo com a TAB.22 – ANEXO B.

TABELA 10 - Valores médios da avaliação sensorial da cor de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	2,66 ±0,28 [aAB]	3,07 ±0,15 [aA]	2,63 ±0,23 [aB]	2,77 ± 0,31 [aB]
2	3,27 ± 0,12 [aA]	3,00 ± 0,52 [aA]	3,03 ± 0,21 [aA]	2,97 ± 0,21 [aA]
4	3,26 ± 0,46 [aA]	3,13 ± 0,25 [aA]	2,90 ± 0,10 [aA]	2,77 ± 0,25 [aB]
6	3,10 ±0,70 [aA]	2,85 ± 0,07 [aAB]	2,85 ± 0,21 [aA]	3,10 ± 0,14 [aA]
8	2,55 ± 0,48 [aB]	2,50 ± 0,45 [aB]	2,78 ±0,62 [aAB]	2,73 ±0,20 [aB]
12	3,12 ± 0,04 [aA]	3,01 ± 0,26 [aA]	2,8 ± 0,10 [aA]	2,92 ± 0,20 [aA]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a) Média(n=3)±desvio- padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

Os resultados da TAB.10 corresponderam em cerca de 33% (1/3) da escala linear usada para indicação da cor, da mais clara à mais escura (QUADRO 1 e FIG. 12 – ANEXO A). Entre os tratamentos propostos não houve diferença em relação ao controle. Alguma modificação na cor foi verificada, provocada pela estocagem, mas com significância prática muito relativa.

5.4.5.2 Avaliação Instrumental

Os resultados médios de L^* a^* e b^* do MF de sardinha lavado estocado sob congelamento constam nas TAB. 11, 12 e 13, conforme as TAB. 23,24,25 – ANEXO B, respectivamente.

Pôde ser observado que o MF examinado apresentou poucas variações com relação à cor. A presença de fragmentos de pele e de película que reveste a cavidade abdominal conferiu heterogeneidade ao MF refletido nas variações de leituras de cor (TAB. 23, 24 e 25 – ANEXO B).

TABELA 11 - Valores médios de L* de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	48,86 ± 0,69 ^{aB}	50,17 ± 0,80 ^{aA}	49,95 ± 1,19 ^{aAB}	49,72 ± 1,12 ^{aA}
2	51,55 ± 1,31 ^{aA}	51,16 ± 0,70 ^{aA}	52,46 ± 0,52 ^{aA}	50,70 ± 0,87 ^{aA}
4	49,07 ± 1,57 ^{aA}	51,51 ± 0,50 ^{aA}	51,60 ± 0,35 ^{aA}	50,94 ± 1,64 ^{aA}
6	51,28 ±1,16 ^{aA}	49,77 ± 2,08 ^{aA}	50,47 ± 1,70 ^{aA}	49,12 ± 0,60 ^{aB}
8	50,13 ± 2,22 ^{aA}	50,03 ± 1,05 ^{aA}	50,56 ± 1,06 ^{aB}	50,13 ± 0,55 ^{aAB}
12	49,76 ± 1,10 ^{aA}	50,30 ± 0,83 ^{aA}	51,52 ± 1,98 ^{aA}	50,32 ± 1,01 ^{aA}

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a)Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

TABELA 12 - Valores médios de a* de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	2,23 ± 0,26 ^{aA}	1,55 ± 0,10 ^{aA}	1,92 ± 0,33 ^{aA}	1,78 ± 0,19 ^{aA}
2	1,96 ± 0,28 ^{aA}	2,15 ± 0,81 ^{aA}	1,47 ± 0,39 ^{aA}	2,07 ± 0,82 ^{aA}
4	2,00 ± 0,40 ^{aA}	1,89 ± 0,66 ^{aA}	1,93 ± 0,63 ^{aA}	2,00 ± 1,17 ^{aA}
6	2,32 ± 0,78 ^{aA}	2,10 ± 0,29 ^{aA}	2,47 ± 0,69 ^{aA}	2,70 ± 0,30 ^{aA}
8	2,13 ±0,45 ^{aA}	2,03 ± 0,32 ^{aA}	1,92 ± 0,69 ^{aA}	1,91 ± 0,84 ^{aA}
12	2,37 ±0,50 ^{aA}	2,32 ± 0,48 ^{aA}	2,12 ± 0,60 ^{aA}	2,26 ± 0,59 ^{aA}

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a)Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

TABELA 13 - Valores médios de b* de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)	AMOSTRAS			
	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
0	7,36 ±0,17 [aB]	7,64 ± 1,19 [aB]	8,02 ±1 ,41 [aA]	7,80 ± 0,84 [aB]
2	8,69 ± 1,21 [aA]	9,04 ± 0,28 [aA]	9,07 ± 0,60 [aA]	8,37 ± 1,36 [aA]
4	8,64 ± 1,50 [aA]	8,36 ± 0,58 [aA]	8,19 ± 1,06 [aA]	8,49 ± 1,67 [aA]
6	8,68 ± 0,25 [aA]	8,28 ± 0,08 [aAB]	8,50 ± 1,01 [aA]	8,44 ± 0,08 [aA]
8	8,68 ±0,41 [aA]	9,33 ± 0,84 [aA]	8,78 ± 0,70 [aA]	8,99 ± 0,28 [aA]
12	9,87 ± 0,66 [aA]	9,43 ± 0,36 [aA]	10,00 ± 0,12 [aA]	9,95 ± 0,40 [aA]

Letras sobrescritas iguais ou diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam respectivamente não-significância ou significância estatística
(a)Média(n=3)±desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides).

Os valores de *L**, *a** e *b** observados nas TAB. 11, 12 e 13 relativos, à estocagem e à adição de antioxidantes, não indicaram que tivesse havido diferença na cor do MF, comparado à do controle.

Considerando o tempo de estocagem unicamente, foi observado um ligeiro aumento no valor de *L** (TAB. 11), a partir da 2ª semana; o mesmo tendo ocorrido com o tratamento 2. Nos tratamentos 1 e 3 não houve diferença entre eles, a não ser no valor registrado para 6ª semana do tratamento 3.

Para o valor de *a** (TAB. 12) não foi verificada diferença entre eles, o mesmo não ocorrendo com os de *b** (TAB. 13). Em relação aos valores de *b** para o controle e tratamento 3, houve acréscimo a partir da 2ª semana. No tratamento 1 foi verificado aumento a partir da 6ªsemana, enquanto no 2 não foi vista diferença entre o MF tratado e o controle.

As diferenças registradas nos resultados das TAB. 11, 12 e 13 tiveram significado prático muito limitado, em concordância com os obtidos sensorialmente (TAB. 10).

As diferenças percebidas entre os valores de L^*, a^* e b^*, durante os testes de lavagem (TAB. 2) e os das TAB. 11, 12 e 13, poderiam ser justificadas nos seguintes termos: (1) os resultados da TAB. 2 correspondem a lotes processados a partir de 10 kg de sardinha, ou seja, ~5kg de MF, subdivididos em três partes iguais (MF não-lavado, MF lavado com água e MF lavado com água + $NaHCO_3$) de ~1,7kg, obtidos de leituras realizadas nas amostras recém processadas e não congeladas; (2) os das TAB. 11, 12 e 13 são pertencentes a lotes processados com 40kg de sardinha, ou ~20kg de MF, subdivididos em 4 partes de ~5kg (controle e tratamentos 1, 2 e 3), cujas leituras foram realizadas em amostras congeladas rapidamente e descongeladas em refrigerador.

6. CONCLUSÕES

- O rendimento do MF de sardinha lavado com água foi similar ao rendimento teórico da parte comestível da matéria-prima;
- As lavagens do MF de sardinha com água e com água + $NaHCO_3$ melhoraram a aparência do produto em termos da obtenção de uma cor mais clara e apreciável, sem que houvesse diferença entre os dois tipos de lavagens empregados;
- O MF de sardinha lavado com água apresentou maior hidratação e menor teor de cinzas que a amostra controle, o que não ocorreu em relação à proteína e lípides;
- Não houve diferença entre o MF de sardinha lavado, comparado ao controle, em relação ao perfil de ácidos graxos e pH, ao contrário do N-BVT e TBARS, que diminuiram e aumentaram respectivamente;
- O MF contendo ou não antioxidantes apresentou estabilidade sob congelamento durante 26 semanas, em relação ao pH, N-BVT e TBARS; e 12 semanas, em relação ao odor de ranço e cor sensorial e instrumental.

ANEXO A – FIGURAS

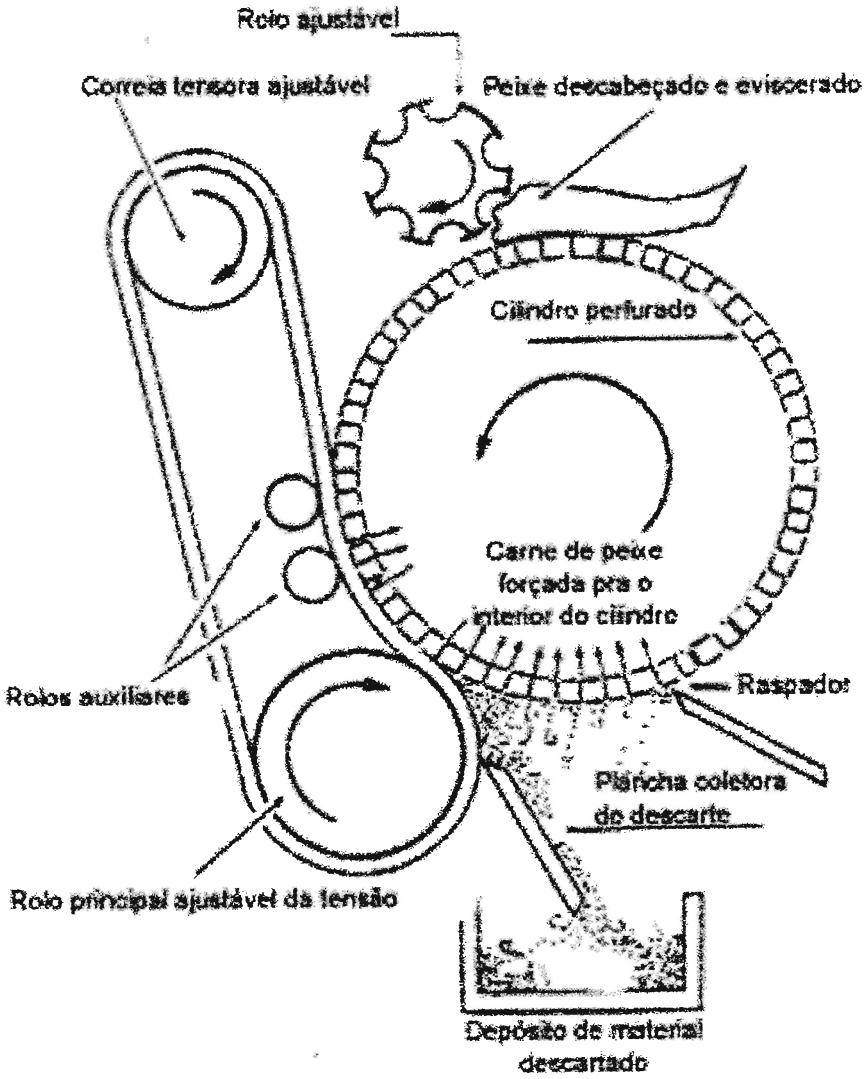

FIGURA 1- Separador mecânico tipo tambor/cilindro
FONTE: adaptado de RASEKH, 1987

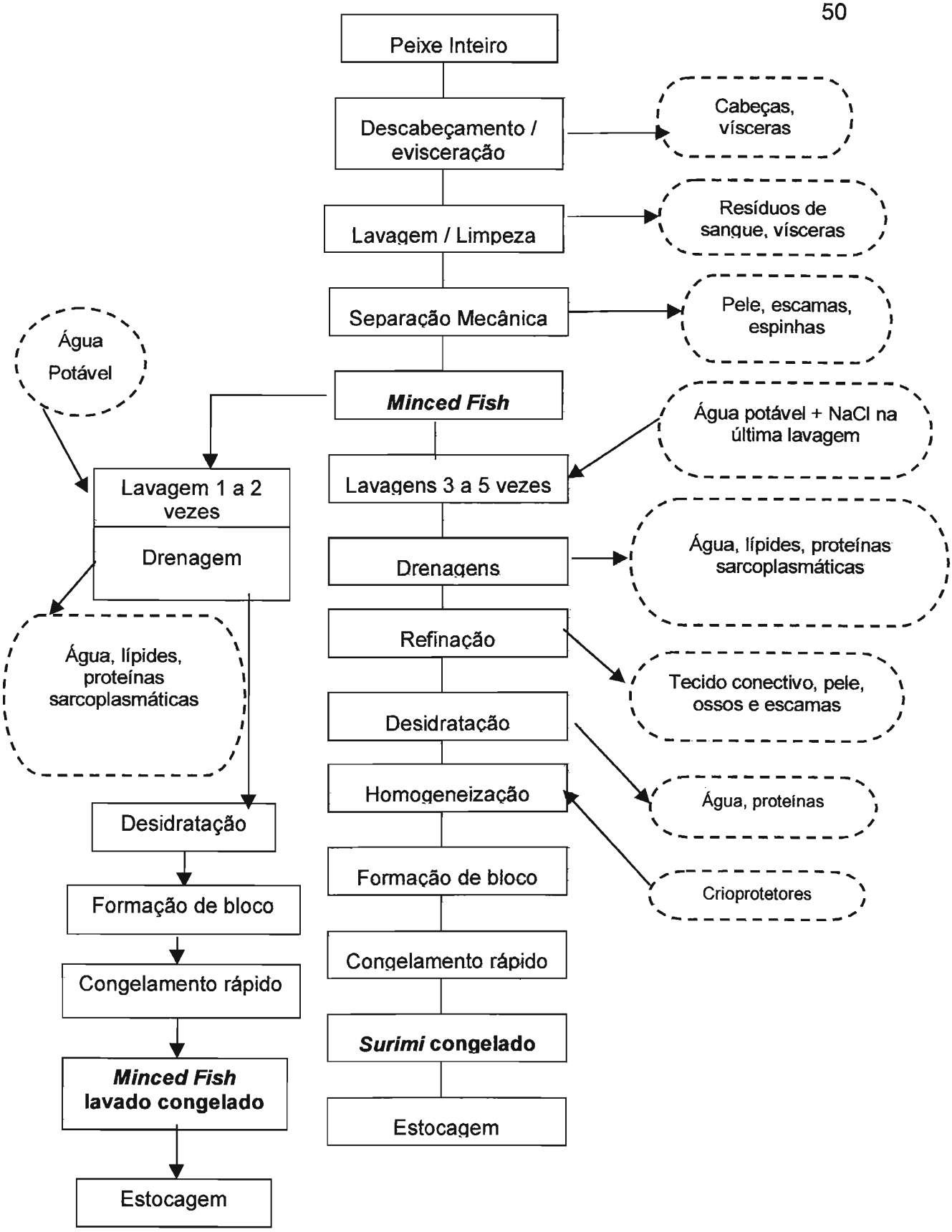

FIGURA 2 - Fluxograma de obtenção do MF e surimi

FONTE: adaptado de PARK et al., 1997

Figura 3 - Matéria-prima

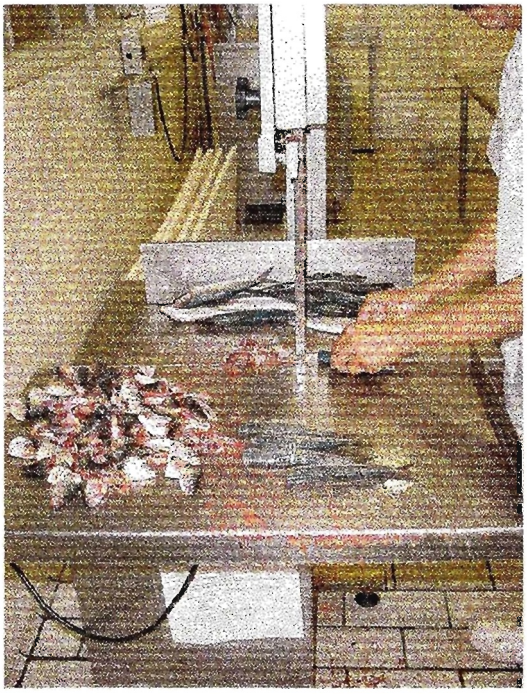

FIGURA 4 - Etapas de descabeçamento e evisceração

FIGURA 5 - Obtenção do MF

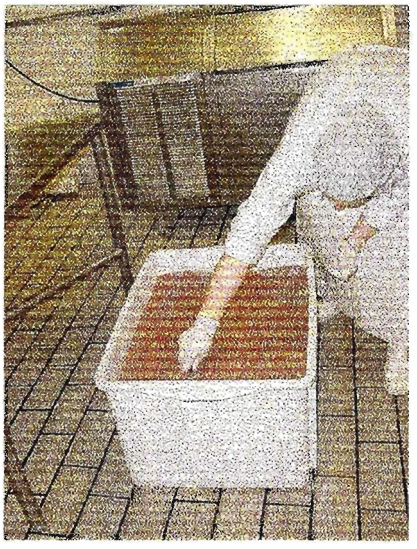

FIGURA 6 - Lavagem do MF

FIGURA 7 - Colocação do MF lavado em saco de ráfia

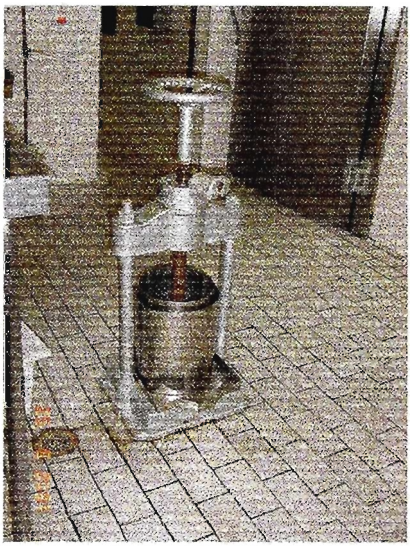

FIGURA 8 - Prensa manual

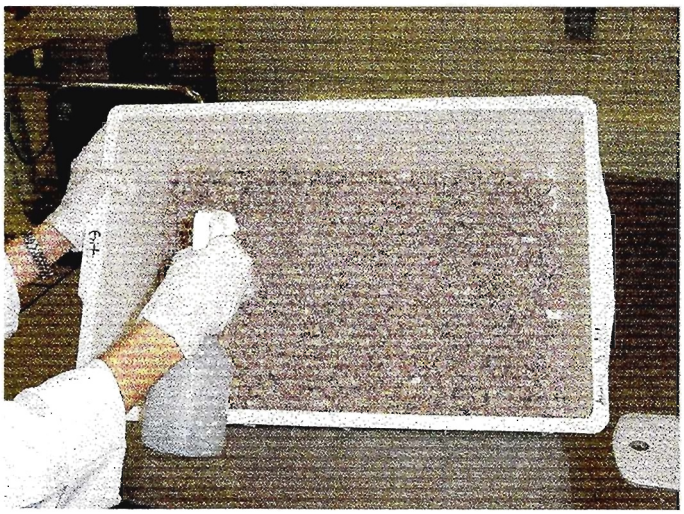

FIGURA 9 - Pulverização do antioxidante

FIGURA 10 - Embalador a vácuo

FIGURA 11 – Equipamento para o congelamento rápido

FIGURA 12 - "Linguado" e "Cação" usados como extremos de cor clara e escura, respectivamente

FIGURA 13 - Amostras de MF em frascos de vidro

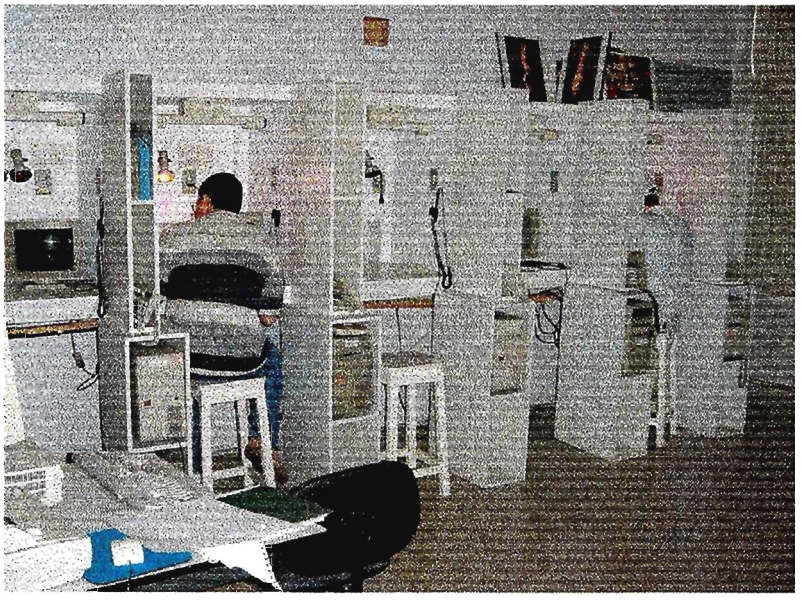

FIGURA 14 - Cabines de avaliação sensorial

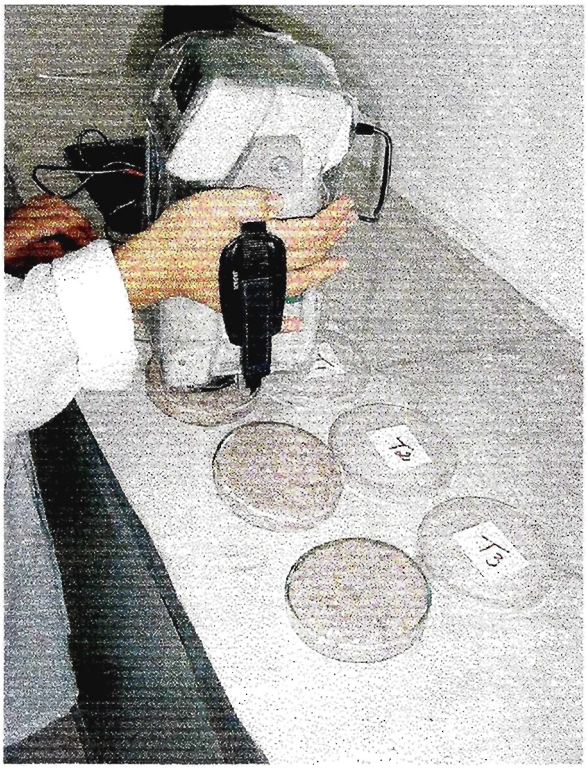

FIGURA 15 - Leitura instrumental da cor

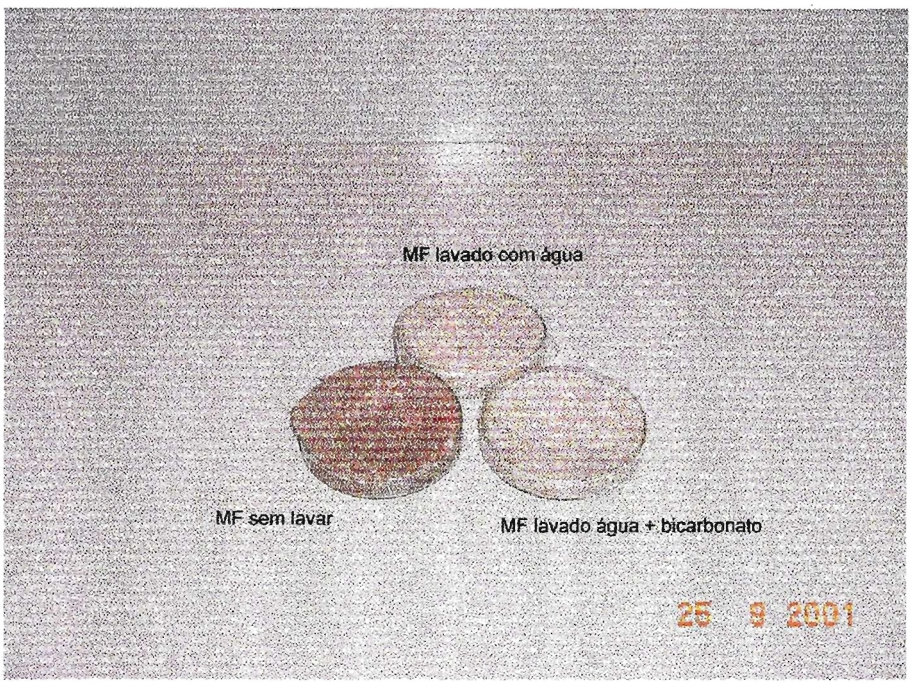

FIGURA 16 – MF não-lavado, MF lavado com água, e MF lavado com ou água + bicarbonato de sódio

ANEXO B – TABELAS

TABELA 14 - Efeito da lavagem sobre *L**, *a**, *b**, extrato etéreo , TBARS e pH do MF de sardinha [(a)]

Amostra	Proces-samento	*L**	*a**	*b**	Extrato etéreo [(b)]	TBARS[(c)]	pH
MF não-lavado		43,49 ± 1,87	4,27 ± 0,65	10,20 ± 1,96	22,55±1,69	3,77±0,58	6,08±0,02
MF lavado (água)	5	57,12 ± 9,36	0,64 ± 0,81	12,44 ± 4,06	19,20±0,75	3,68±0,01	6,44±0,02
MF lavado (água + $NaHCO_3$)		58,94 ± 1,80	0,58 ± 0,40	10,62 ± 1,62	19,56±1,65	4,12±0,07	6,63±0,00
MF não-lavado		40,48 ± 1,48	3,44 ± 0,98	2,04 ± 1,38	13,24±0,48	2,12±0,15	6,53±0,01
MF lavado (água)	6	57,75 ± 2,47	0,32 ± 0,83	4,16 ± 4,16	13,55±0,33	4,82±0,31	6,80±0,00
MF lavado (água + $NaHCO_3$)		58,63 ± 2,13	1,08 ± 1,38	7,49 ± 1,61	13,62±1,37	3,63±0,64	6,96±0,02
MF não-lavado		40,71 ± 2,96	5,82 ± 1,23	5,67 ± 2,02	14,62±0,54	6,74±0,02	6,20±0,01
MF lavado (água)	7	58,82 ± 1,80	1,85 ± 0,56	8,89 ± 0,49	12,12±0,50	24,98±0,89	6,56±0,02
MF lavado (água + $NaHCO_3$)		57,84 ± 2,09	1,54 ± 0,83	7,16 ± 1,76	11,99±0,45	25,35±1,64	6,84±0,05
MF não lavado		43,54 ± 2,44	5,46 ± 1,13	5,29 ± 0,61	15,98±0,34	8,40±0,21	6,21±0,02
MF lavado (água)	8	57,42 ± 1,51	1,92 ± 0,72	7,13 ± 1,26	12,39±0,22	26,92±0,23	6,56±0,02
MF lavado (água + $NaHCO_3$)		53,80 ± 2,16	2,89 ± 1,28	7,48 ± 1,22	10,16±0,84	29,29±1,50	6,83±0,00

(a) Média (n=10, para os valores *L* a* b**; n=3, para análises químicas e pH) ± desvio-padrão;
(b) expresso em g/100g em base seca;
(c) mg de aldeído malônico/kg em base seca.

TABELA 15 - Composição química (g/100g) do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água [a]

Produtos	Processamentos[b]	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas
Filé com pele	9	76,60 ± 0,37	20,57 ± 0,14 (87,91)	1,55 ± 0,.02 (6,62)	1,88 ± 0,04 (8,03)
MF lavado		82,88 ± 0,31	15,76 ± 0,54 (92,25)	1,83 ± 0,01 (10,69)	0,66 ± 0,06 (3,86)
Filé com pele	10	75,78 ± 0,46	20,94 ± 0,75 (86,46)	2,15 ± 0,02 (8,88)	1,52 ± 0,05 (6,27)
MF lavado		81,04 ± 0,17	16,90 ± 0,28 (89,14)	1,66 ± 0,00 (8,76)	0,56 ± 0,02 (2,95)
Filé com pele	11	75,64 ± 0,09	22,60 ± 0,85 (92,78)	2,34 ± 0,08 (9,61)	1,56 ± 0,01 (6,40)
MF lavado		85,17 ± 0,59	14.28 ± 0,47 (96,29)	1,34 ± 0,05 (9,04)	0,58 ± 0,03 (3,91)
Filé com pele	12	76,33±0,10	22,34±0,23 (94,38)	1,15±0,03 (4,86)	2,18±0,16 (9,21)
MF lavado		83,91±1,15	14,56±0,04 (90,49)	0,93±0,13 (5,78)	0,62±0,01 (3,85)

[a] Média ± desvio padrão, em base úmida, e calculada em base seca (entre parêntese);
[b] Períodos dos processamentos: 9 e 10, em abr/02; 11, em jun/02 e, 12, em ago/02.

TABELA 16 - Composição em ácidos graxos do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água [(a)]

Ácidos graxos	Processamentos							
	9		10		11		12	
	Filé	MF lavado	Filé	MF lavado	Filé	MF lavado	Filé	MF lavado
C10:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
C12:0	tr	tr	tr	tr	0,08	tr	tr	tr
C14:0	4,46	4,37	3,46	3,51	3,12	3,00	4,40	4,71
C15:0	1,17	1,06	1,02	1,00	0,82	0,74	0,94	0,89
C16:0	23,06	21,61	24,58	22,01	21,74	22,85	25,76	26,60
C17:0	1,20	1,02	1,09	1,04	1,05	1,02	1,03	1,11
C18:0	8,68	8,68	9,35	6,43	9,00	9,27	9,89	9,68
C20:0	1,39	1,32	0,89	1,48	1,10	1,08	1,63	1,36
C22:0	tr	0,26	0,43	tr	0,16	tr	tr	tr
Total de saturados	**39,96**	**38,32**	**40,82**	**35,47**	**37,07**	**37,96**	**43,65**	**44,35**
C16:1n7	1,49	1,28	1,31	3,74	3,83	3,85	3,83	4,44
C18:1n9	9,40	9,25	12,84	7,10	14,49	15,49	7,97	6,73
C20:1	0,74	0,68	0,98	0,94	0,68	0,87	0,87	0,74
Total de monoinsaturados	**11,63**	**11,21**	**15,13**	**11,78**	**19,00**	**20,21**	**12,67**	**11,91**
C18:2n6	2,69	2,02	1,66	0,93	3,93	4,05	1,94	1,90
C18:3n3	1,09	1,06	2,05	2,31	0,66	0,71	1,48	1,31
C20:4n6	2,15	1,96	1,95	2,65	1,65	1,77	1,89	2,04
C20:5n3 – EPA	6,79	6,87	5,66	7,47	5,62	6,12	7,65	8,02
C22:6n3 – DHA	23,09	17,75	18,39	28,84	18,73	20,30	22,77	25,65
Total de polinsaturados	**35,81**	**29,66**	**29,71**	**42,20**	**30,59**	**32,95**	**35,73**	**38,92**
Total de ômega 3	**30,97**	**25,68**	**26,10**	**38,62**	**25,01**	**27,13**	**31,90**	**34,98**
Total de ômega 6	**4,84**	**3,98**	**3,61**	**3,58**	**5,58**	**5,82**	**3,83**	**3,94**
EPA+DHA	**29,88**	**24,62**	**24,05**	**36,31**	**24,35**	**26,42**	**30,42**	**33,67**
Não identificados	**12,60**	**20,81**	**14,34**	**10,55**	**13,34**	**8,88**	**7,95**	**4,82**

(a) Média, expressa em % de área; tr = traço (quantidades menores do que 0,01%).

TABELA 17 - Valores de pH, N-BVT e TBARS do filé de sardinha com pele e MF de sardinha lavado com água[a]

Produtos	Processamentos	pH	N-BVT (mg/100g)	TBARS (mgAM/kg)
Filé com pele	9	6,00±0,03	38,75±0,00 (146,51)	1,34±0,10(5,08)
MF lavado[b]		6,41±0,00	4,34±0,11 (22,84)	2,07±0,08(10,92)
Filé com pele	10	6,42±0,00	38,13± 0,05 (149,34)	0,61 ± 0,04(3,29)
MF lavado[b]		6,46±0,02	5,78 ± 0,01 (30,98)	1,45 ± 0,09(7,79)
Filé com pele	11	6,69±0,00	34,87 ± 0,06 (147,65)	0,20 ± 0,01(1,10)
MF lavado[b]		6,76±0,01	7,24 ± 0,01 (45,13)	1,05 ± 0,01(5,63)
Filé com pele	12	6,57±0,00	29,90 ± 0,85 (125,42)	0,90 ± 0,03(5,79)
MF lavado[b]		6,79±0,02	6,27 ± 0,81 (40,48)	0,80 ± 0,05(5,14)

(a) Média (n=3)± desvio-padrão, em base úmida, e calculada em base seca (entre parêntese);
(b) Estocado sob congelamento por 1 dia após o processamento.

TABELA 18 - Valores de pH em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	12	26
Controle	10	6,44±0,01	6,46±0,02	6,50±0,01	6,44±0,01	6,47±0,02	6,41±0,00	6,48±0,01	6,43±0,01	6,42±0,01	6,44±0,04	6,46±0,04
Tratamento 1		6,44±0,01	6,53±0,05	6,48±0,00	6,46±0,01	6,48±0,02	6,44±0,00	6,48±0,00	6,45±0,00	6,41±0,01	6,48±0,01	6,48±0,01
Tratamento 2		6,44±0,01	6,52±0,01	6,50±0,01	6,46±0,01	6,48±0,01	6,42±0,00	6,47±0,00	6,46±0,01	6.,43±0,01	6,48±0,01	6,50±0,01
Tratamento 3		6,44±0,01	6,52±0,02	6,50±0,01	6,45±0,01	6,46±0,01	6,46±0,00	6,48±0,00	6,44±0,01	6,41±0,01	6,50±0,02	6,50±0,02
Controle	11	6,76±0,00	6,77±0,02	6,73±0,01	6,71±0,01	6,75±0,01	6,79±0,00	6,75±0,02	6,72±0,03	6,81±0,02	6,73±0,01	6,72±0,01
Tratamento 1		6,76±0,00	6,77±0,01	6,73±0,01	6,70±0,00	6,75±0,01	6,78±0,03	6,74±0,03	6,74±0,02	6,81±0,03	6,76±0,00	6,73±0,00
Tratamento 2		6,76±0,00	6,75±0,00	6,74±0,01	6,73±0,01	6,75±0,01	6,81±0,01	6,77±0,02	6,73±0,04	6,82±0,01	6,79±0,01	6,73±0,01
Tratamento 3		6,76±0,00	6,75±0,00	6,73±0,01	6,72±,000	6,74±0,01	6,78±0,02	6,78±0,04	6,73±0,04	6,83±0,01	6,77±0,00	6,72±0,00
Controle	12	6,79±0,02	6,71±0,00	6,77±0,01	6,72±0,01	6,77±0,01	6,71±0,01	6,76±0,00	6,75±0,03	6,76±0,01	6,71±0,04	6,62±0,02
Tratamento 1		6,79±0,02	6,73±0,01	6,77±0,00	6,74±0,00	6,80±0,00	6,74±0,01	6,77±0,01	6,76±0,01	6,77±0,02	6,73±0,01	6,63±0,01
Tratamento 2		6,79±0,02	6,73±0,01	6,78±0,01	6,71±0,02	6,79±0,00	6,76±0,00	6,80±0,01	6,76±0,01	6,77±0,01	6,74±0,01	6,67±0,02
Tratamento 3		6,79±0,02	6,74±0,01	6,76±0,01	6,70±0,00	6,77±0,00	6,75±0,00	6,78±0,01	6,75±0,01	6,76±0,03	6,73±0,01	6,65±0,01

[(a)] Média(n=3)±desvio padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 19- Valores de N-BVT (mg/100g) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[a]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	12	26
Controle	10	5,78±0,01	6,52±1,01	5,80±0,02	5,81±0,00	5,81±0,00	7,26±0,03	7,21±0,00	7,26±0,01	7,25±0,03	7,16±0,02	7,25±.0,01
Tratamento 1		5,78±0,01	5,80±0,01	5,78±0,00	5,80±0,03	5,78±0,00	7,24±0,01	7,27±0,01	7,23±0,01	7,27±0,02	6,94±0,01	5,77±0,01
Tratamento 2		5,78±0,01	5,78±0,00	5,80±0,02	5,79±0,02	5,80±0,02	7,26±0,01	7,25±0,04	7,25±0,00	7,24±0,01	6,86±0,08	5,80±0,02
Tratamento 3		5,78±0,01	5,79±0,03	5,79±0,02	5,79±0,00	5,81±0,01	7,25±0,01	7,24±0,01	7,24±0,02	7,2±0,01	7,04±0,26	5,90±0,03
Controle	11	7,24±0,01	7,18±0,03	7,26±0,00	8,69±0,01	7,26±0,01	7,22±0,02	7,24±0,00	7,07±0,02	5,80±0,02	7,18±0,00	5,78±0,00
Tratamento 1		7,24±0,01	7,23±0,01	7,23±0,03	7,26±0,00	7,25±0,02	7,03±0,01	7,24±0,01	7,19±0,03	5,80±0,02	7,25±0,03	5,81±0,01
Tratamento 2		7,24±0,01	7,23±0,02	7,24±0,02	7,24±0,03	7,24±0,03	7,02±0,00	5,78±0,05	7,05±0,05	5,81±0,00	7,25±0,03	5,81±0,02
Tratamento 3		7,24±0,01	7,24±0,02	7,24±0,04	7,24±0,02	7,26±0,01	7,05±0,10	7,23±0,02	7,15±0,03	5,80±0,04	7,21±0,02	5,79±0,02
Controle	12	6,27±1,00	7,24±0,01	8,70±0,03	7,24±0,00	5,78±0,01	5,80±0,02	4,36±0,02	5,81±0,02	5,76±0,03	7,26±0,02	8,00±1,03
Tratamento 1		6,27±1,00	7,29±0,01	8,68±0,01	7,25±0,00	5,80±0,02	5,80±0,01	4,35±0,01	7,25±0,03	5,80±0,01	7,25±0,01	8,71±0,00
Tratamento 2		6,27±1,00	7,24±0,03	7,23±0,01	7,22±0,05	5,65±0,23	5,82±0,01	4,35±0,02	5,79±0,01	5,79±0,01	7,26±0,01	8,72±0,04
Tratamento 3		6,27±1,00	7,22±0,04	7,23±0,01	7,24±0,06	5,82±0,02	5,81±0,01	4,36±0,01	7,26±0,03	5,79±0,01	7,25±0,01	8,73±0,02

[a] Média(n=3)±desvio padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 20 - Valores de TBARS (mg de AM/Kg) em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	12	26
Controle	10	1,45±0,09	0,82±0,01	0,62±0,03	0,88±0,03	1,25±0,03	0,94±0,04	0,86±0,01	0,87±0,02	1,06±0,03	0,88±0,04	0,90±0,02
Tratamento 1		1,45±0,09	0,70±0,02	0,59±0,04	0,68±0,02	0,79±0,02	0,72±0,01	0,79±0,01	0,75±0,01	0,86±0,03	1,08±0,04	0,85±0,02
Tratamento 2		1,45±0,09	1,28±0,06	0,96±0,02	1,14±0,03	1,30±0,06	1,20±0,02	1,18±0,04	1,32±0,04	1,30±0,02	1,14±0,03	1,24±0,03
Tratamento 3		1,45±0,09	1,08±0,03	0,81±0,02	0,94±0,01	1,04±0,01	0,99±0,01	0,94±0,02	1,03±0,05	1,00±0,03	0,93±0,01	0,91±0,01
Controle	11	1,05±0,01	0,63±0,03	0,65±0,03	0,68±0,01	0,56±0,02	0,59±0,02	0,54±0,02	0,63±0,03	0,48±0,02	0,75±0,02	0,78±0,03
Tratamento 1		1,05±0,01	0,74±0,01	0,76±0,02	0,87±0,05	0,63±0,03	0,55±0,01	0,55±0,01	0,52±0,02	0,55±0,02	0,59±0,01	0,62±0,01
Tratamento 2		1,05±0,01	0,88±0,04	0,90±0,02	0,90±0,06	0,78±0,01	0,68±0,02	0,63±0,02	0,63±0,01	0,62±0,01	0,73±0,04	0,57±0,04
Tratamento 3		1,05±0,01	0,78±0,02	0,77±0,17	0,81±0,03	0,66±0,03	0,57±0,01	0,54±0,01	0,51±0,01	0,56±0,02	0,60±0,04	0,64±0,04
Controle	12	0,80±0,05	0,70±0,03	0,75±0,04	0,70±0,01	0,79±0,04	0,75±0,01	0,75±0,05	0,92±0,04	0,79±0,03	0,84±0,03	1,28±0,09
Tratamento 1		0,80±0,05	0,73±0,02	0,71±0,04	0,73±0,01	0,71±0,04	0,71±0,05	0,78±0,04	0,79±0,04	0,72±0,04	0,75±0,02	0,88±0,01
Tratamento 2		0,80±0,05	0,77±0,02	0,81±0,05	0,85±0,02	0,83±0,03	0,87±0,05	0,93±0,03	0,93±0,01	0,85±0,01	0,92±0,08	1,03±0,03
Tratamento 3		0,80±0,05	0,82±0,05	0,84±0,01	0,88±0,03	0,85±0,01	0,90±0,03	0,94±0,03	0,96±0,04	1,13±0,02	0,96±0,01	1,13±0,02

[(a)] Média(n=3)±desvio padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 21 - Pontuação da avaliação sensorial de percepção do odor de ranço em MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)					
		0	2	4	6	8	12
Controle	10	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,0± 0,2	1,0± 0,3	1,3 ±0,2	1,8 ±0,4
Tratamento 1		0,4 ±0,1	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,3	1,0 ±0,2	1,0 ±0,3	1,3 ±0,2
Tratamento 2		1,1 ± 0,3	1,6 ± 0,4	1,3 ± 0,3	1,9 ±0,3	1,6 ±0,3	2,1 ±0,3
Tratamento 3		0,8 ±0,3	0,8 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,5 ±0,2	1,7 ±0,3	1,6 ±0,3
Controle	11	1,4 ±0,3	1,2 ±0,3	1,5 ±0,3	0,9 ± 0,3	1,4 ±0,4	1,8 ±0,3
Tratamento 1		1,2 ±0,3	1,6 ±0,3	1,1 ±0,3	0,8 ±0,3	1,4 ±0,3	1,3 ±0,3
Tratamento 2		1,2 ±0,3	1,4 ±0,2	1,5 ±0,3	1,0 ±0,3	1,5 ±0,3	0,7 ±0,2
Tratamento 3		1,2 ±0,3	1,5± 0,2	1,4± 0,2	1,3 ±0,3	1,3 ±0,3	1,2 ±0,3
Controle	12	1,6 ±0,2	1,3 ±0,3	0,9 ±0,2	1,4 ±0,3	1,7 ±0,3	1,6 ±0,2
Tratamento 1		1,2 ±0,3	1,3 ±0,3	1,6 ±0,4	1,4 ±0,3	1,6 ±0,4	1,2 ±0,2
Tratamento 2		1,2 ±0,2	1,3 ±0,2	1,2 ±0,2	1,7 ±0,3	1,3 ±0,3	0,9 ±0,2
Tratamento 3		0,7 ±0,2	1,5 ±0,2	1,4 ±0,2	1,5 ±0,3	1,9 ±0,2	1,4 ±0,2

(a) Média(n=15) ± desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 22 – Valores da avaliação sensorial da cor de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento[(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)					
		0	2	4	6	8	12
Controle	10	2,5 ±0,2	3,2 ± 0,2	3,3 ± 0,2	2,6 ±0,4	2,0 ± 0,4	3,1 ± 0,4
Tratamento 1		3,2 ±0,2	2,7 ± 0,2	3,1 ± 0,3	2,8 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,8 ± 0,3
Tratamento 2		2,5 ±0,3	3,2 ± 0,2	2,9 ± 0,3	3,0 ± 0,3	2,5 ±0,3	2,7 ± 0,3
Tratamento 3		2,7 ± 0,2	2,8 ± 0,2	2,5 ± 0,2	3,2 ± 0,3	2,5 ±0,3	3,1 ± 0,4
Controle	11	2,4 ± 0,3	3,2 ± 0,4	2,8 ± 0,4	3,6 ± 0,3	2,9 ± 0,4	3,1 ± 0,4
Tratamento 1		3,1 ± 0,3	3,6 ± 0,4	2,9 ± 0,3	2,9 ± 0,3	3,0 ± 0,4	3,3 ± 0,3
Tratamento 2		2,5 ± 0,3	3,1 ± 0,4	2,8 ± 0,3	2,7 ± 0,4	3,5 ± 0,4	2,8 ± 0,4
Tratamento 3		2,5 ± 0,3	2,9 ± 0,5	3,0 ± 0,3	3,0 ± 0,4	2,8 ± 0,4	2,7 ± 0,4
Controle	12	3,1 ± 0,4	3,4 ± 0,3	3,7 ± 0,4	2,9 ± 0,3	2,8 ± 0,3	3,2 ±0,3
Tratamento 1		2,9 ± 0,4	2,7 ± 0,3	3,4 ± 0,4	2,7 ± 0,3	2,4 ± 0,3	2,9 ±0,3
Tratamento 2		2,9 ± 0,4	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,3	3,0 ± 0,3	2,4 ± 0,3	2,9 ±0,3
Tratamento 3		3,1 ± 0,3	3,2 ± 0,3	2,8 ± 0,3	3,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	3,0 ±0,3

(a) Média(n=15) ± desvio-padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 23 - Valores de L^* de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [a]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)					
		0	2	4	6	8	12
Controle	10	48,19 ± 2,06	52,74 ± 2,48	50,76 ± 0,99	50,46 ± 1,64	52,38 ± 2,51	49,86 ± 2,91
Tratamento 1		49,25 ± 2,26	51,41 ± 1,39	51,34 ± 1,45	51,24 ± 1,36	51,24 ± 1,77	51,25 ± 1,74
Tratamento 2		48,58 ± 2,87	52,34 ± 1,23	51,56 ± 1,65	51,67 ± 2,93	51,40 ± 1,81	51,44 ± 3,02
Tratamento 3		49,15 ± 2,31	49,81 ± 2,35	49,44 ± 1,33	49,54 ± 2,31	50,26 ± 0,79	49,56 ± 1,44
Controle	11	48,82 ± 2,12	50,94 ± 3,63	47,66 ± 2,51	52,10 ± 2,31	47,94 ± 1,88	50,81 ± 2,90
Tratamento 1		50,69 ± 2,60	51,70 ± 2,89	51,12 ± 1,73	48,30 ± 2,03	49,44 ± 1,66	49,72 ± 2,34
Tratamento 2		50,58 ± 1,55	53,06 ± 2,97	51,27 ± 2,27	49,27 ± 2,10	49,37 ± 2,12	53,53 ± 1,62
Tratamento 3		49,00 ± 1,01	50,74 ± 3,00	52,70 ± 2,98	48,69 ± 1,41	50,61 ± 1,93	51,46 ± 2,18
Controle	12	49,56 ± 2,30	50,97 ± 1,58	48,79 ± 3,68	-	50,06 ± 2,04	48,62 ± 2,42
Tratamento 1		50,57 ± 1,24	50,37 ± 1,90	52,08 ± 2,74	-	49,40 ± 2,58	49,94 ± 2,06
Tratamento 2		50,69 ± 1,65	52,01 ± 1,42	51,97 ± 2,06	-	50,91 ± 1,31	49,58 ± 0,91
Tratamento 3		51,01 ± 1,37	51,54 ± 1,89	50,69 ± 1,15	-	49,53 ± 1,63	49,94 ± 2,06

[a] Média (n=3) ± desvio padrão
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 24 - Valores de *a** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)					
		0	2	4	6	8	12
Controle	10	2,09 ± 1,33	2,27 ± 0,85	2,41 ± 0,38	2,87 ± 1,07	1,61 ± 0,77	2,53 ± 0,86
Tratamento 1		1,63 ± 0,64	2,71 ± 0,82	2,46 ± 0,62	1,89 ± 0,53	2,38 ± 0,82	2,38 ± 0,85
Tratamento 2		2,27 ± 0,74	1,91 ± 0,38	2,66 ± 0,77	2,95 ± 1,42	2,57 ± 0,77	2,56 ± 0,68
Tratamento 3		2,00 ± 0,66	2,74 ± 1,11	3,35 ± 1,07	2,49 ± 1,23	2,78 ± 0,70	2,39 ± 0,88
Controle	11	2,06 ± 1,63	1,87 ± 0,79	1,97 ± 0,97	1,77 ± 0,57	2,38 ± 0,82	1,81 ± 0,92
Tratamento 1		1,44 ± 0,73	2,52 ± 1,20	2,03 ± 0,72	2,30 ± 0,79	1,77 ± 0,74	1,81 ± 1,08
Tratamento 2		1,61 ± 0,47	1,28 ± 0,33	1,54 ± 1,04	1,98 ± 0,79	1,19 ± 0,57	1,44 ± 0,59
Tratamento 3		1,71 ± 0,68	2,31 ± 1,03	1,27 ± 0,68	2,91 ± 0,93	1,11 ± 0,53	1,62 ± 0,89
Controle	12	2,53 ± 1,48	1,74 ± 0,81	1,62 ± 0,65	-	2,39 ± 1,40	2,76 ± 1,41
Tratamento 1		1,59 ± 0,56	1,22 ± 0,82	1,17 ± 0,77	-	1,93 ± 0,84	2,77 ± 1,65
Tratamento 2		1,88 ± 0,86	1,21 ± 0,57	1,60 ± 1,00	-	2,01 ± 0,87	2,36 ± 0,93
Tratamento 3		1,63 ± 0,39	1,15 ± 1,28	1,37 ± 0,83	-	1,85 ± 0,39	2,77 ± 1,65

[(a)] Média (n=3) ± desvio padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

TABELA 25- Valores de *b** de MF de sardinha lavados com água, tratados com antioxidantes e estocados sob congelamento [(a)]

TRATAMENTOS	PROC.	TEMPO DE ESTOCAGEM (semanas)					
		0	2	4	6	8	12
Controle	10	9,57 ± 1,32	8,07 ± 2,48	9,30 ± 1,11	8,50 ± 1,34	9,00 ± 1,57	9,13 ± 1,34
Tratamento 1		8,78 ± 1,05	8,75 ± 1,19	8,49 ± 1,14	8,34 ± 0,92	9,34 ± 1,36	9,67 ± 1,01
Tratamento 2		9,31 ± 1,88	8,95 ± 0,82	8,61 ± 1,15	9,21 ± 1,54	8,38 ± 1,30	10,03 ± 1,45
Tratamento 3		8,39 ± 2,45	8,22 ±	9,45 ± 1,20	8,38 ± 2,39	8,82 ± 0,95	9,85 ± 1,85
Controle	11	5,23 ± 1,77	7,92 ± 1,17	6,92 ± 1,28	8,85 ± 1,05	8,94 ± 1,08	10,08 ± 1,38
Tratamento 1		6,41 ± 1,14	9,31 ± 2,59	7,73 ± 1,19	8,23 ± 1,42	10,16 ± 0,98	9,02 ± 1,49
Tratamento 2		7,15 ± 0,98	8,54 ± 0,61	6,98 ± 1,47	7,78 ± 1,24	9,59 ± 0,49	10,10 ± 1,52
Tratamento 3		6,84 ± 0,78	7,09 ± 2,52	6,57 ± 1,97	8,49 ± 0,77	9,31 ± 1,54	10,39 ± 1,35
Controle	12	7,28 ± 1,18	10,08 ± 1,41	9,70 ± 2,01	-	8,27 ± 1,76	10,41 ± 2,24
Tratamento 1		7,74 ± 1,05	9,07 ± 1,56	8,87 ± 1,32	-	8,48 ±0,96	9,60 ± 1,64
Tratamento 2		7,59 ± 1,06	9,72 ± 1,13	8,98 ± 1,56	-	8,36 ± 0,83	9,86 ± 0,97
Tratamento 3		8,16 ± 0,55	9,80 ± 1,39	9,46 ± 1,82	-	8,83 ± 0,37	9,60 ± 1,64

[(a)] Média (n=3) ± desvio padrão;
Controle = MF sem tratamento;
Tratamento 1 = MF com TBHQ-0,01% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 2 = MF com eritorbato de sódio-0,1% (sobre o teor de lípides);
Tratamento 3 = MF com α-tocoferol-0,03% (sobre o teor de lípides);
Proc. = Processamentos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS[1]

ACKMAN, R. G. Composición y valor nutritivo de los lípidos del pescado y del marisco. In: Ruiter, Adriaan, ed.. **El pescado y los productos derivados de la pesca: composición, propriedades nutritivas y estabilidad**. Zaragoza: Acribia, 1999, 416p.

ACKMAN, R. G. Fish lipids: part 1. In CONNELL J.J., ed. **Advances in fish science and technology**. Oxford: Fishing News Books, 1980. P 86-103 (Papers presented at the Jubilee Conference of the Torry Research Station, Aberdeen, Scotland 23-27 July 1979).

ACKMAN, R. G. Seafood lipids. In : SHAHIDI, F.; BOTTA, J.R., eds. **Seafoods: chemistry, processing technology and quality**. London : Blackie Academic & Professional, 1994, 342 p.

ADU, G. K.; BABBITT, J. K.; CRAWFORD, D. L. Effect of washing on the nutricional and quality characteristics of dried minced rock fish flesh. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 48, p.1053-1055, 1983.

AGUILERA, J. M.; FIGUEROA, G. Combined methods technology in preservation of pellagic fish mince. In: E. GRAHAM BLIGH; R. G. ACKMAN eds. **Seafood science and technology**. Oxford: Fishing News Books. 1992, 406p. (Procedings of the International Conference "Seafood 2000" held at Halifax, N.S. in 1990 to celebrate the 10 th anniversary of the Canadian of Institute of Fisheries Technology of the Technical University of Nova Scotia).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of Association Official Analytical Chemistry**. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995.

AL KAHTANI, H. A .; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A . D.; ATIA, M., ABOU-ARAB, A . A . ; MOJADIDI, M. Chemical changes after irradiation and post irradiation storage in tilapia on spanish mackerel. **J. Food Sci**. Chicago, v.61, p.729-733, 1996.

BABBITT, J. K. Suitability of seafood species as raw material. **Food Technol.**, Chicago, v. 40, p.97-100, 1986.

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B. de; AMARAL MELLO, M. R. P. do; TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; AUED-PIMENTEL, S.; MORAIS, C. de. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**; São Paulo, v.54, n. 1, p.27-85, 1994.

BOTTA, J. R.; KENEDY, K.; SQUIRES, B. E. Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). **J. Food Sci.,** Chicago v.52, n. 4, p.922-927, 1986.

---

[1] As referências bibliográficas estão de acordo com a norma NBR6023/2000 preconizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as abreviaturas dos títulos dos periódicos seguem o Chemical Abstracts Service Source Index (CASSI) 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto n. 1255, de 25 de junho de 1962. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**, Brasília, 1980, 166p.

BURT, J. R.; HARDY, R. Composition and deterioration of pelagic fish. In: J. R. BURT, R. HARDY AND K. J. WHITTLE eds. **Pelagic fish:** the resource and its exploitation. Oxford: Fishing News Books. 1992, p.115-141.

CASTRO, L. A. B. de. Bioquímica do pescado. **Bol. Tec.- Inst. Pesca,** São Paulo, v.2, n.2, p.1-16, 1988.

CERGOLE, M. C. Stock assessment of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, of the southeastern Coast of Brazil. **Sci. Mar.**, v.59, n.3-4, p.597-610, 1995.

CRAWFORD, D.L.; LAW,D.K.; BABBIT, J.K.; MACGILL, L.A . Yield minced fish from some marine food fish. **J. Food Sci.**, v.37, p.551, 1995.

CURRAN, C. A.; POULTER, R. G.; BRULEN, A.; JONES, N. R.; JONES, N. S. D. Cold shock reactions in iced tropical fish. **J. Food Technol.**, Oxford, v. 21, p.301-310, 1986.

DENOYELLE, C.; BERNY, F. Objective measurement of veal color classification purposes. **Meat Sci.**, Oxford, v.53, p.203-209, 1999.

DOWDY, S.; WEARDEN, S. **Statistics for research**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons. 1991, 629 p.

EASTMAN. **Antioxidante Alimentício Tenox**, 1995 25 p, (Publicação ZG-P262B).

EDDIE, G. C. Past, present and future of fish handling methods. In: CONNELL, J.J., ed. **Advances in fish science and technology**. Oxford. Fishing News Books, 1980, p.18-28. (Papers presented at the Jubilee Conference of the Torry Research Station, Aberdeen, Scotland, 23-27 July 1979).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishery Country Profile**. Disponível em: http://www.fao.org/fi/highligh/worddpr/x281e.asp. Acesso em: 13 set. 2002.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: teleostei, 1. São Paulo: Museu de Zoologia-USP, 1978, 110p.

FILIPI, I.; NUNES, M. L.; VRUCINIC-FILIPI, N.; ROSEG, D. Influence of iced storage and washing on the protein composition of sardine (*Sardina pilchardus*) minces. In: BURT, J.R.; WHITTLE, K.J., ed. **Pelagic fish – The resource and its exploration**. Oxford: Fishing News Books, 1992, p. 208-213.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.,** Bethesda, v.226, p.497-509, 1957.

GILBERT, A. Proteolytic activity and frequency of burst bellies in capelin. **J. Food Technol.**, Oxford, v. 13, p. 409-416. 1978.

GIRÓN-CALLE, J.; ALAIZ, M.; MILLÁN, F.; RUIZ-GUTIÉRREZ, J.; VIOQUE, E. Bound malondialdehyde in foods: Bioavailability of the N-2 propenals of lysine. **J. Agric. Food Chem.** Columbus, v.50, p. 6194-6198, 2002.

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., BORDÉRIAS, J.; MONTERO, P. Rheological properties of gels made from high-and-low quality sardine (*Sardina philchardus*) mince white added non-muscle protein. **J. Agric. Food Chem**, Columbus, v.44, p.746-750, 1996.

GRYSCHEK, S. F. B. **Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de *minces* elaborados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp*).** Piracicaba – S.P., 2001– Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado).

HAARD, N.F. Biochemical reactions in fish muscle during frozen storage. In BLIGHT, E.G. ed. **Seafood science and technology.** Oxford: Fishing News Books. 1990. p.176-209. (Procedings of the International Conference "Seafood 2000" held at Halifax, N.S. in 1990 to celebrate the 10 th anniversary of the Canadian of Institute of Fisheries Technology of the Technical University of Nova Scotia).

HAARD, N.F. Biochemistry and chemistry of color and color change in seafoods. In: FLICK, G.J.; MARTIN, R.E. ed. **Advances in seafood biochemistry.** Lancaster, Technomic Publishing Co., 1988, p.305.

HALL, G.M.; AHMAD, N.H. Surimi and fish mince products. In: G M Hall. 2 ed. **Fish processing technology**. London: Blackie Academic and Professional, 1997. 292 p.

HARDY, R. Fish lipids. part II. In: J. J. CONNELL. ed. **Advances in fish science and technology**. Oxford: Fishing News Books, 1980, p. 103-111.

HARTMAN, L.; LAGO, R. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract.,** London, v.22, n.8, p. 475-476, 1973.

HASTINGS, R. J. Comparison of the properties of gels derived from cod surimi and from unwashed and once-washed cod mince. **Int. J. Food Sci. Technol**, Oxford, v.24 ,p.93-102., 1989.

HASTINGS, R. J.; KEAY, J. N.; YOUNG, K. W. The properties of surimi and kamaboko gels from nine British species of Fish. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford,v.25, p.281-294., 1990.

HASTINGS, R. J.; KEAY, J. N.; YOUNG, K. W. Properties of surimi and derived gel from pelagic fish. In: BURT, J.R.; HARDY, R.; WITTLE, K.J. ed. **Pelagic fish: the resource and its explotation.** Oxford: Fishing News Books, 1992, p.317-324.

HEARN, T.L.; SGOUTAS, S.A.; HEARN, J.A.; SGOUTAS, D.S. Polyunsaturated fatty acids and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. **J. Food Sci.** Chicago, v. 52, n. 5, p. 1209-1211, 1987

HOLUB, B. J. Potential health benefits of the omega-3 fatty acids in fish. In: BLIGHT, E.G. ed. **Seafood science and technology.** Oxford: Fishing New Books, 1992, p.101. (Procedings of the International Conference

"Seafood 2000" held at Halifax, N.S. in 1990 to celebrate the 10 th anniversary of the Canadian of Institute of Fisheries Technology of the Technical University of Nova Scotia).

HULTIN, H. O.; DECKER, E.A; KELLEHER, S.D.; OSINSHAK, J.E. Control of lipid oxidation processes in minced fatty fish. In: BLIGHT, E.G. ed. **Seafood science and technology.** Oxford: Fishing News Books, 1992, p.93-100. (Procedings of the International Conference "Seafood 2000" held at Halifax, N.S. in 1990 to celebrate the 10 th anniversary of the Canadian of Institute of Fisheries Technology of the Technical University of Nova Scotia).

HULTIN, H.O. Characteristics of muscle tissue. **In:** O.R. FENNEMA. ed. **Food chemical.** New York: Marcel Dekker, 1985, 725 p.

HUTCHING, J. B. Food color and appearance. New York : Blackie Academic & Professional..p.610, 1994, *apud* SUVANICH, V.; MARSHALL, D. L.; JAHNCKE, M. L. Microbiological and color quality changes of channel catfish frame mince during chilled and frozen storage. **J. Food Sci.**, Chicago, v.65, n.1, p.151-154, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística de Pesca do Brasil:** - 1999 – Brasília: IBAMA, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística de Pesca do Brasil:** - 2000 – Tamandaré: IBAMA, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - Relatório reunião do grupo permanente de estudos (GPE) sobre sardinha out/1993. Itajaí: **IBAMA/CEPSUL**, 1994, v.1.

IKEDA, S. Other organic components and inorganic components. In: CONNELL, J.J. ed. **Advances in fish science and technology**. Oxford: Fishing News Books, 1980, p. 111-124. (Papers presented at the Jubilee Conference of the Torry Reserch Station, Aberdeen, Scotland, 23-27 July 1979).

ITÔ, Y; SANCHES, L; SILVA, D. R. da. Seasonal variation of the chemical composition of sardine (*Sardinella aurita*, Cuvier & Valenc., 1847) **Contrções Inst Oceanogr. Univ. S. Paulo,** 1969, p.1-8, (sér. Tecnologia, v. 6).

JESUS, R.S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A . Estabilidade química e microbiológica de "minced fish" de peixes amazônicos durante congelamento. **Ciênc.Tecnol.Aliment**., v.21, n.2, p. 144-148, 2001.

KEAY, J.N. **Minced fish**. Aberdeeen: Torry Reserch Station, 1979, 6p. (Torry Advisory Note,v.79)

KELLEHER, S.D.; HULTIN, H. O.; WILHELM, K. A . Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. **J. Food Sci.**, Chicago, v.59, n.2, p.269-271, 1994.

KELLEHER, S.D.; SILVA, L.A . HULTIN, H. O.; WILHELM, K. A. Inhibition of lipid oxidation during processing of washed minced Atlantic. **J. Food Sci.**, Chicago, v.57, p.1103-1108, 1992.

KHAYAT, A.; SCHWALL, D. Lipid oxidation in seafood. **Food Technol.**, Chicago, v. 37, n. 7, p. 130-140, 1983.

KIKUGAWA, K.; KATO, T.; IWATA, A . Determination of malonaldehyde in oxidized lipids by the hantzsch fluorimetric method. **Analytical Biochemical**, v. 174, p. 512-521, 1988.

KURADE, S.A .BARANOWSKI, J.D. Prediction of shelf-life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **J. Food Sci.**, Chicago, v.52, n. 2, p.300, 1987.

LADIKOS, D. J.; LOUGOVOIS, V. Lipid oxidation in muscle foods: a review. **Food Chem.**, Oxford, v.35, p.295-314,1990.

LANIER, T.; THOMAS, F. B. Minced fish, its production and use, In: UNC Sea Grant Publication UNC-SG-78-08, North Caroline State University, Raleigh, NC, p.3-8, 1978 *apud* RASEKH, J. G. Marine fish as source of protein supplement in meat. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Washington, v. 70, n. 1, p.91-95, 1987.

LEE, C. M. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Technol.**, Chicago, v.40, n.3, 115-124, 1986.

LEE, C. M. Surimi process technology. **Food Technol.**, Chicago, v.38, p.69-80, 1984.

LEE, C. M. Technical strategies for development of formulated seafood products from fish mince. In: SHAHID, F.; JONES, Y.; KITTS, D.D. eds. **Seafood safety, processing and biotechnology**. Lancaster:Technomic Plublication, 1997, 266p.

LEE, C.M.; TOLEDO, R. T. Degradation of fish muscle during mechanical deboning and storage with emphasis on lipid oxidation. **J. Food Sci.,** Chicago, v.42, n. 6, p.1646-1649, 1977.

LI, J.; LEE, T. C. Effect of sodium bicarbonate on the process and product quality of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) surimi. **IFT - Anual Meeting Technical Program Abstracts**, p.146-147, 1999.

LICCIARDELLO, J. J.; HILL, W. S. Microbiological quality of commercial frozen minced fish blocks. **J. Food Prot.**, Des Moines, v. 41, n.2, p.948-952 , 1978.

LONGO, S.; NAKASATO, M.; COSTA, R. P.; LOLENBERG, A. M.; FISBERG, M.; QUINTÃO, E. Alimentação e ácidos Graxos n-3 e n-6. **Arq. Bras. Cardiol.**, Rio de Janeiro, v. 77, p. 308-310, 2001.

LUZIA, L. A. **Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado**. São Paulo, 2000. 109 p. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado).

MACDOUGALL, D.B. Colour of meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R., eds. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products.** Glasgow:Blackie Academic & Professional, 1994, p.78-94.

MARRIOTT, N.G.; WANG, H.; CLAUS, J.R.; GRAHAM, P.P. Chemical, physical and sensory characteristics of color modified pork restrutured chops. **J. of Muscle Foods**, v.9, p.313-319, 1988.

MATSUMOTO, J.J.; NOGUSHI, S.F. Cryostabilization of protein in surumi. In: LANIER, T.C.; LEE, C.M., ed. Surimi technology. New York: Marcel Dekker, 1992, p. 357-388, *apud* SUVANICH, V.; MARSHALL, D. L.; JAHNCKE, M. L. Microbiological and color quality changes of channel catfish frame mince during chilled and frozen storage. **J. Food Sci.**, Chicago, v.65, n.1, p.151-154, 2000

MATSUURA, Y. Large-scale fluctuations of small pelagic fish populations and climate changes: a review. **Bull. Tohoku Natl. Fish. Res. Inst.**, Shiogama, v.62, p.195-205, 1999.

MENDES, R.; BATISTA, I.; KANDANDO, R.; HOWELL, N. Influence of washing parameters on the characteristics of horse-mackerel (*Trachurus trachurus*) mince. **J. Food Biochem.**, Trumbull, v.22, p.511-528, 1998.

MESTIRI, F.; VERREZ, V.; HAN-CHIANG, L.; CARDINAL, M.; JEROME, M. Oxidation of frozen sardine mince: effect of washing and antioxidants addition. In: BURT, J.R.; HARDY, R.; WITTLE, K.J., ed. **Pelagic fish: the resource and its explotation.** Oxford: Fishing News Books, 1992, p.148–156.

MILLS, A,; TEEPSOO, H. Utilization of deboned retextured *mackerel* flesh. In: BURT, J.R.; HARDY, R.; WITTLE, K.J., eds. **Pelagic fish,** Oxford: Fishing News Books, 1992, p.307-310.

MOLEDINA, K. H.; REGENSTEIN, J. M.; BAKER, R. C.; STEINKRAUS, K. H. Effects of antioxidants and chelators on the stability of frozen stored mechanically deboned flounder meat from racks after filleting. **J. Food Sci.**, Chicago, v.42(3), p.754-764, 1977.

MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 6. ed. Campinas: Ed. Experimental, 1990, 93 p.

MORAIS, C.; CAMPOS, S. D. S. Carne de pescado separada mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura do camarão sete-barbas. Obtenção e utilização do bloco congelado. **Colet. Inst. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n.1, p.56-67, 1993.

MORRIS, D.M.; DAWSON, L.E. Storage stability of mechanically deboned sucker (*Catostomidae*) flesh. **J. Food Sci.**, Chicago, v.44, p.1093,1979.

MUSTAFA, F.A.; MEDEIROS, D.M. Proximate composition, mineral content and fatty acids og cat fish (*Ictalurus punctatus*) for diferent seasons and cooking methods. **J. Food Sci.**, Chicago, v.50, p. 585-588, 1985.

NAKAYAMA, T.; YAMAMOTO, M. Physical, chemical and sensory evaluations of frozen stored deboned (minced) fish flesh. **J. Food Sci.**, Chicago. v. 4, n.4, p.900-905, 1977.

NEIVA, C.R.P.; BROMBERG, R.; MIYAGUSKU, L.; CIPOLLI, K.M.V.A.B.; ALEXANDRINO, A.M.; OLIVEIRA, J.; HARADA, M. Condições de processamento de lingüiça de peixe, utilizando CMS de espécies de peixe subutilizadas. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos XVIII Anais.** Porto Alegre, 2002. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 26-30.

NICKELSON II, R.; FINNE, G.; HANNA, M. O.; VANDERZANT, C. Minced fish flesh from nontraditional Gulf of Mexico finish species: bacteriology. **J. Food Sci.**, Chicago, v.45, p.1321-1326, 1980.

NUNES, M. L.; BATISTA, I.; MORÃO de CAMPOS, R. Physical, chemical and sensory analysis of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. **J. Sci Food Agric.**, Bognor Regis, v. 59, p.37-43, 1992.

OGAWA, M. Características específicas do pescado. In: OGAWA, M. ; MAIA, E.L., **Ciência e tecnologia do pescado.** São Paulo, Livraria Varela, 1999, p.15. (Manual de Pesca, v. 1)

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

PAN, B. S. Tecnología del pescado desmenuzado. In: SIKORSKI, E.L., ed. **Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acribia, 1990. 330p.

PARK J.W., LIN T.M., YONGSAWATDIGUL. New developments in manufacturing of surimi and surimi seafood. **Food Rev. Int.**, New York, v.13, n. 4, p.577-610, 1997.

PFIZER Chemical Division. Erytorbic acid and sodium erytorbate in foods. **Technical information**, 16p,1986.

PIGGOT, G. M. Flavors and acceptance of formulated seafoods products. **Food Rev. Int.**, New York, v.6, n.4, p.661-679, 1990.

RASEKH, J. G. Marine fish as source of protein supplement in meat. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Washington, v. 70, n.1, p.91-95, 1987.

REHBEIN. H. Relevance of trimethylamine oxide demethylase activity and hemoglobin content to formaldehyde production and texture deterioration in frozen stored minced fish muscle. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v.43. p.261, 1988.

ROBLES-MARTINEZ, C.; CERVANTES, E.; KE, P.J. Recommended method for testing the objective rancidity development in fish based on TBARS formation. Can. Tech. Rpt. Fish.Aquatic.Sci. v.1089, 1982 *apud* KURADE, S.A .BARANOWSKI, J.D. Prediction of shelf-life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **J Food Sci.**, Chicago, v.52, n.2, p.300. 1983.

RODRIGUEZ, G. L.; BELLO, R. A. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. **Archivos Latinoam. de Nutr**. Caracas, v.37, p.351-363,1987.

ROSSI-WONGTSCHSKI,C.L.D.B.; SACCARDO, S.A.; CERGOLE, M.C.. Situação do estoque de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) na região

sudeste do Brasil. IBAMA/CEPSUL. **Coleção Meio Ambiente. Série Estudos - Pesca**, v.17, 44p, 1995.

SACCARDO, S. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Biologia e avaliação do estoque da sardinha *Sardinella brasiliensis*: uma compilação. **Atlântica**, Rio Grande, v.13,n. 1, p.29-43, 1991.

SANCHO, J.; BOTA, E.; CASTRO, J. J. **Introdución al analisis sensorial de los alimentos**. Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999, 336p.

SANTOS, R. A. dos; SECKENDORFF, R. W.V.; AMARAL, M. L. F. M. do. "Espécies mais comercializadas na Região Sudeste do Brasil e respectivas artes e embarcações utilizadas nas capturas". **Bol. Tec. - Inst. Pesca**, São Paulo, v.6, p.1-31, 1988.

SÃO PAULO. Secretaria da Saúde. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. I Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo, 533p, 1985.

SHAMBERGER, R.J.; SHAMBERGER, B.A.; WILLIS, C.E. Malonaldehyde content of food. **J. Nutr.**, v.107, p.1404-1409, 1977.

SHEWAN, J. M. The microbiology of fish and fishery products – a progress report. **J. Appl. Bacteriol.**, Oxford, v. 34, p. 299-315, 1971.

SIKORSKI, Z. E. **Seafoods: Resources, nutritional composition and preservation**. Boca Raton, CRC Press Inc. 1990, 248 p.

SIKORSKI, Z. E.; KARNICKI, L. Recursos disponibiles. In: SIKORSKI, Z.E., ed. **Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservation**. Zaragoza: Acribia, 1990, p.27.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A. Congelación de alimentos marinos. In: SIKORSKI, Z.E., ed. **Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservation**. Zaragoza: Acribia, 1990, p.160.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; PAN, B. S. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. In: SIKORSKI, Z.E., ed. **Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservation**. Zaragosa: Acribia, 1990, p.41-70.

SIKORSKY, Z.; KOSTUCH, S. Trimethylamine N-oxide demethylase: Its occurrence, properties, and role in technological changes in frozen fish. **Food Chem.**, Oxford, v.9. p.213, 1982.

SIKORSKY, Z.; OLLEY, J.; KOSTUCH, S. Protein changes in frozen fish. **Crit. Ver. Food Sci. Nutr.**, Lauderdale, v.8, p.97-120, 1976.

SILVA, S.M.C.S.; KUGA, E.K.; MANCINI-FILHO, J. Efeito do processamento sobre ácidos graxos polinsaturados da fração lipídica da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e da tainha (*Mugil cephalus*). **Rev. Farm. Bioquím. Univ. S.Paulo**. São Paulo, v.29, n.1, p.41-46, 1993.

SMITH, J. G. M.; HARDY, R.; Mc DONALD, I.; TEMPLETON, J. The Storage of herring in ice, refrigerated sea water and at ambient temperature. Chemical and sensory assessment. **J. Sci. Food Agric.** Bognor Regis, v.31, p.375 - 385, 1980.

SPENCER, K.E. ; TUNG M.A Surimi processing from fatty fish. IN SHAIHID, F.; BOTTA, J.R.. **Seafoods: chemistry, processing, technology and quality**. London : Blackie Academic & Professional, 1994, .p.288-319.

STANSBY, M. E.; OLCOTT, H. S. Composition of fish. In: STANSBY, M.E., eds. **Industrial Fishery Technology:** a survey of methods for domestic harvesting, preservation and processing of fish used for food and for industrial products. New York: Reinhold; Londres: Chapman & Hall, 1963. p. 339-349.

SUVANICH, V.; MARSHALL, D. L.; JAHNCKE, M. L. Microbiological and color quality changes of channel catfish frame mince during chilled and frozen storage. **J. Food Sci.**, Chicago, v.65, n.1, p.151-154, 2000.

SUZUKI, T. New processing technology of small pelagic fish protein. **Food Rev. Int.**, New York, v.2, p.271,1986.

SUZUKI, T. Frozen minced meat. **Fish and krill protein**: **processing technology.** London: Applied Science Publishing, 1981, 260 p.

SWEET, C. W. Activity of antioxidants in fresh fish. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 38, n. 7, p. 1260-1261, 1973.

TARLADGIS, B.C.; WATTS, B.M. Malonaldehyde production during the controlled oxidation of pure unsaturated fatty acids. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v.37, p.403-406, 1960.

UNDELAND, I.; EKSTRAND, B.; LINGNERT, H. Lipid oxidation in minced herring (*Clupes harengus*) during frozen storage. Effect of washing and precooking. **J. Agric. Food Chem.**, Bognor Regis, v.46, p..2319-2328, 1998.

VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F. Structure and composition of fish muscle. **Food Rev. Int.**, New York, v.12, n.2, p. 175-197, 1996.

VINCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric and value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette, Seifen, Anstrichm.**,Leindelfen v.12, p.1084-1087, 1970.

VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O; IKEGAKI,M.; PARK,Y.K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da Costa Brasileira. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.20, n.1, p.90-93, 2000.

WHITTLE, K. J.; HARDY, R.; HOBBS, G. Under used resouce – recent process innovatins. In: BLIGH, E.G., ed. **Fish science and technology**, London: Fishing News Books, 1992, p. 101-115.

WOOTLON, M.; CHUAH, S.H. The use of sea mullert (*Mugil cephalus*) in the production of cold marinades. **Food Technol. in Australia**, Sidney, v.33, n.8, p.392-397, 1981.