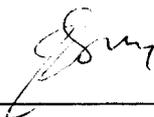


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Genésio Alves de Araújo e aprovada pela Comissão Julgadora em 06.12.85. Campinas, 06 de dezembro de 1985.



Presidente da Banca

" QUALIDADE DE SARDINHA (SARDINELLA BRASILIENSIS)
ENLATADA ELABORADA A PARTIR DE MATÉRIA-PRIMA
CONGELADA "

24/85

Genésio Alves de Araújo
Engenheiro de Pesca

ORIENTADOR

Dr. Edison José Geromel

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico a meus pais, Jerimias (falecido)
e Idália, à minha esposa, Adelita e aos
meus filhos, André Gustavo, Danielle,
Fernando e Eduardo, pelo amor, compreen-
são e estímulo.

AGRADECIMENTOS

1. Ao meu orientador, Prof^o Dr. Edison José Geromel pela sua paciência, abnegação e compreensão que teve durante todo o desenvolvimento da tese.
2. Ao Dr. Petronilo de Santa Cruz de Oliveira, Superintendente da SUDEPE, por ter dado apoio para a realização da tese.
3. Ao Dr. Josias Luís Guimarães, então Superintendente da SUDEPE por ter permitido o meu afastamento a fim de realizar o Curso de Mestrado.
4. Ao Dr. José Ribamar da Costa e Silva, Diretor do Departamento de Pesquisa e Tecnologia (DEPET) da SUDEPE pelo apoio para a defesa da tese.
5. Ao Dr. Fuad Alzuguir, Diretor do DEPET por ter dado todo apoio (moral e outros) imprescindível para a realização da tese.
6. Aos colegas da SUDEPE, Dino Dal Bó e Raul Mário Malvino Madrid, pelos estímulos dados para a defesa da tese.
7. À Prof^a Dra. Maria Amélia Chaib de Moraes por ter colaborado efetivamente na elaboração dos exames sensoriais.
8. À Fundação Tropical de Pesquisa da UNICAMP pelo apoio financeiro na compra de alguns reagentes químicos utilizados no trabalho.
9. Ao Prof^o Dr. Emílio Contreras Guzmán pela valiosa contribuição na elaboração da programação da tese.
10. À Equipe do Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola por ter colaborado de forma tão prestimosa.
11. À Cooperativa Mista de Pesca Nipo-brasileira, por intermédio do então Presidente, Eng^o João Gabriel Leal, pela cessão da sardinha e das instalações frigoríficas e à S.A. Alcyon Indústria de Pesca, por intermédio do Engenheiro de Alimentos José Ferreira Filho, pela permissão do uso da linha de enlatamento.
12. Às Estatísticas da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Dra. Maria Lúcia Silva Setina e Dra. Yara Tosello, por terem ajudado, efetivamente, na análise estatística dos dados da tese.
13. À Cia. Metalúrgica PRADA e à COBAL por terem fornecido, respectivamente, as latas e o óleo comestível usados no enlatamento das sardinhas utilizadas na parte experimental da tese.

14. À Associação Brasileira das Indústrias de Alimento (ABIA) pelo pa
trocínio das cópias xerox da Tese.
15. Ao Sr. Ney Calvet, datilógrafo do DEPET, por ter datilografado a te
se.

Í N D I C E

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
SUMMARY.....	v
1- INTRODUÇÃO.....	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1- Sistemática da sardinha.....	3
2.2- Definição oficial do produto conserva de sardinha....	3
2.3- Composição química da sardinha.....	3
2.4- Situação da sardinha na pesca brasileira.....	4
2.5- Disponibilidade da sardinha verdadeira para a indus trialização.....	4
2.6- Trimetilamina.....	6
2.7- Bases Voláteis totais.....	8
2.8- Microbiologia.....	9
2.9- Alterações das proteínas do músculo de pescado conge lado.....	10
2.10-Ácidos graxos livres.....	11
2.11-Rancificação.....	13
2.12-Vida útil de pescado congelado.....	15
2.13-Enlatamento.....	19
2.14-Análise sensorial.....	21
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1- Matéria-prima.....	23
3.2- Descongelamento e enlatamento.....	24
3.3- Exames físicos, químicos e microbiológicos.....	24
3.4- Análise estatística.....	25
3.5- Análises sensoriais.....	26
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1- Matéria-prima acondicionada em gelo.....	30
4.1.1-Composição química e testes de frescor.....	30
4.1.1.1-Composição centesimal.....	30
4.1.1.2-Trimetilamina.....	31
4.1.1.3-Bases voláteis totais.....	32
4.1.1.4-Percentagem de proteína solúvel(%PS).....	32
4.1.1.5-Ácidos graxos livres.....	32

	Página
4.1.1.6-Índice de peróxido.....	33
4.1.1.7-Ácido tiobarbitúrico.....	33
4.1.1.8-pH.....	34
4.1.1.9-Contagem total de mesófilos.....	35
4.1.2-Análise sensorial.....	35
4.2- Matéria-prima armazenada congelada.....	36
4.2.1-Testes de frescor.....	36
4.2.1.1-Trimetilamina.....	36
4.2.1.2-Bases voláteis totais.....	38
4.2.1.3-Índice de peróxido.....	40
4.2.1.4-Índice do ácido tiobarbitúrico.....	42
4.2.1.5-Percentagem de proteína solúvel.....	45
4.2.1.6-Ácidos graxos livres.....	47
4.2.1.7-pH.....	49
4.2.1.8-Contagem total de mesófilos.....	49
4.2.2-Análise sensorial.....	50
4.2.2.1-Aparência.....	50
4.2.2.2-Sabor.....	51
4.2.2.3-Odor.....	52
4.2.2.4-Textura.....	53
4.3- Sardinha enlatada.....	54
4.3.1-Análise sensorial.....	54
4.3.1.1-Cor do músculo.....	54
4.3.1.2-Odor e sabor.....	55
4.3.1.3-Textura.....	57
4.3.1.4-Aspecto do óleo.....	58
4.3.1.5-Presença de água no óleo.....	59
4.3.1.6-Aspecto do músculo.....	60
5- CONCLUSÕES.....	62
6- BIBLIOGRAFIA.....	65
7- ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
1- Evolução da participação da sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i>) na pesca nacional (quantidade desembarcada em tonelada).	1
2- Variáveis estudadas no presente trabalho.....	23
3- Composição centesimal do músculo da sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897).....	31
4- Resultados dos testes de frescor da sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada em gelo por diversos dias.....	31
5- Valores médios em termos de alguns parâmetros sensoriais para a sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada em gelo por diversos dias.....	36
6- Resultados de pH da sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897), armazenada congelada por 117 dias à temperaturas de -12° a -15° C.....	49
7- Valores médios relativos ao número total de microrganismos presentes no músculo de sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12° a -15° C.....	50
8- Valores de aparência para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12° a -15° C.....	51
9- Valores de sabor para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada à temperaturas de -12° a -15° C.....	52
10-Valores de odor para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12° a -15° C.....	53
11-Valores de textura para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) armazenada congelada congelada à temperaturas de -12° a -15° C.....	54
12-Valores de cor para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15° C.....	55
13-Valores de odor para sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i> , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15° C.....	56

14-Valores de sabor para sardinha (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C	57
15-Valores de textura para sardinha (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C	58
16-Valores de aspecto de óleo para sardinha (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C	59
17-Valores de presença de água no óleo para sardinha (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C	60
18-Valores de aspecto do músculo para sardinha (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1- Modelo de ficha empregada para avaliação sensorial da sardinha acondicionada em gelo, com e sem armazenamento congelado posterior.....	27
2- Ficha utilizada na análise sensorial da sardinha enlatada.	28
3- Ficha utilizada na análise sensorial da sardinha enlatada.	29
4- VARIAÇÃO DO TEOR DE TMA NO MÚSCULO DE SARDINHA (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	37
5- VARIAÇÃO DO TEOR DE BASES VOLÁTEIS TOTAIS NO MÚSCULO DE SARDINHA (Sardinella brasiliensis , Steindachner 1897) ARMAZENADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	39
6- VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM MÚSCULO DE SARDINHA (Sardinella brasiliensis) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	41
7- DETERMINAÇÃO DO Nº TBA DA Sardinella brasiliensis ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	44
8- VARIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PROTEÍNA SOLÚVEL EM SOLUÇÃO SALINA E PROTEÍNA TOTAL DETERMINADA EM MÚSCULO DE SARDINHA (Sardinella brasiliensis) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	46
9- VARIAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS LIVRES NO MÚSCULO DE SARDINHA (Sardinella brasiliensis) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12° a -15° C.....	48
10- FLUXOGRAMA DAS OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO DA SARDINHA EM CONSERVA PRATICADO PELA S/A ALCYON INDÚSTRIA DE PESCA.....	74
11- CURVA PADRÃO DE PROTEÍNA USADA PARA DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS DE MÚSCULOS DE Sardinella brasiliensis ARMAZENADA EM GELO E CONGELADA.....	75
12- CURVA PADRÃO DE MALONALDEÍDO USADA PARA DETERMINAÇÃO DO Nº TBA DA Sardinella brasiliensis ARMAZENADA EM GELO E CONGELADA.....	76

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar a qualidade de conservas de sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) elaboradas a partir de matéria-prima submetida ao congelamento com a qualidade do produto elaborado de modo convencional (sem congelamento prévio da matéria-prima). Os estudos concentraram-se na qualidade do produto final, como tal influenciada pelo: a) do estado de frescor do pescado; b) do tempo de armazenamento congelado e c) do glazeamento.

Os testes realizados na caracterização do estado de frescor da sardinha, acondicionada em gelo por 3, 5 e 6 dias, comprovaram que o pescado estava em boas condições. Os testes foram: Contagem Total de Mesófilos, Medição do pH, Trimetilamina (TMA), Bases Voláteis Totais (BVT), Percentagem de Proteína Solúvel (%PS), Ácidos Graxos Livres (AGL), Índice de Peróxido (IP), Índice de Ácido Tiobarbitúrico (TBA) e Exame Sensorial.

O congelamento da sardinha inteira foi realizado quando estas completaram 3, 5 e 6 dias de acondicionamento em gelo. Após cada congelamento, metade da quantidade de sardinha foi glazeada em água e ambos lotes foram armazenados congelados à temperaturas de -12° a -15°C . O controle foi enlatado sem prévio congelamento.

Foram realizados vários testes químicos com a finalidade de averiguar a perda de qualidade da sardinha motivada pela sua armazenagem congelada. No entanto, os que apresentaram resultados satisfatórios foram: BVT, %PS, AGL, IP e TBA. Esses dois últimos indicaram uma vida útil de 70 dias para a sardinha armazenada congelada. O teste %PS indicou que deve ter havido a desnaturação das proteínas em função do aumento do seu tempo de armazenamento congelado.

Através da análise sensorial do produto enlatado (elaborado de sardinha congelada, glazeada e não glazeada, e armazenada por 117 dias à temperaturas de -12° a -15°C) foi verificado:

- o glazeamento não surtiu efeitos satisfatórios que justificasse a sua indicação como um tratamento a ser empregado na matéria-prima destinada ao enlatamento;
- houve uma redução nos valores de textura da sardinha enlatada em função do aumento do tempo de armazenamento congelado da matéria-prima;
- houve um aumento gradual da turbidez do óleo de enchimento das latas em função do aumento do tempo de armazenamento congelado da matéria-prima;
- os parâmetros: cor do músculo, aspecto do óleo e presença de água no óleo não diferiram apreciavelmente em relação aos dois tipos de conservas estudados (elaborada com matéria-prima congelada e não congelada). No entanto, o músculo apresentou-se muito mais íntegro no enlatado que foi elaborado de matéria-prima não congelada em relação à conserva proveniente de matéria-prima congelada.

De uma maneira geral, a qualidade da conserva de sardinha, elaborada com matéria-prima previamente congelada, está associada ao tempo de armazenamento congelado da referida matéria-prima, quanto maior o tempo, pior a qualidade.

SUMMARY

The present work was undertaken with the objective of comparing the quality of canned sardines (Sardinella brasiliensis, Steindachner 1897) prepared from previously frozen raw material (fish) with the quality of the product prepared conventionally (raw material not previously frozen). The studies were directed towards the influence on the end product quality: a) of the fish freshness, b) of the frozen storage time and c) of the glazing.

Tests performed to determine the freshness of the sardines stored in ice for 3, 5 and 6 days, demonstrated that the fish exhibited good condition. Tests performed were: total mesophile count, pH, trimethylamine (TMA), total volatile bases (TVB), ratio salt soluble protein/total protein (SSP/TP), free fatty acids (FFA), peroxide value (PV), thiobarbituric acid number (TBA) and sensory analysis.

After ice storage for 3, 5 or 6 days the round fish was frozen. Half of each lot was glazed and half was not. Both types of products were stored at -12°C to -15°C . Controls were canned without prior freezing.

Chemical tests were performed to evaluate the quality loss of the fish during frozen storage. Among the tests, the ones that were considered to be adequate in indicating the quality loss were TVB, SSP/TP, FFA, PV and TBA. TBA and PV tests indicated a shelf-life of 70 days for the frozen stored sardines. SSP/TP test indicated that protein denaturation may have taken place as a function of the frozen storage time.

Through sensory analysis of the canned product, prepared from fish stored for 117 days at -12°C to -15°C , both glazed and not glazed, it was observed that:

- glazing was not effective in avoiding quality loss of the canned product;
- there was a reduction in texture values of the canned product as a function of the frozen storage time;
- there was a gradual increase in the oil turbidity of the canned product as a function of the frozen storage time;
- the parameters flesh color, appearance of the oil, presence of water in the oil did not differ appreciably between control and the product prepared from frozen fish; nevertheless, the flesh was considered much less fragmented in the control than in product prepared from frozen fish.

In general terms, the quality of canned sardines prepared from frozen fish is associated with the time of frozen storage of the fish, the quality being better the shorter the storage time.

INTRODUÇÃO

O pescado desempenha papel relevante na alimentação mundial. Segundo a FAO (43), nos anos de 1980 a 1982, a produção média mundial foi de 72.332.500t, 75.052.700t e 76.772.800t, respectivamente.

De acordo com a SIPA (91), no Brasil, dados de 1982 revelam que a pesca foi a segunda fonte de proteína animal, depois de pecuária bovina. A sardinha (*Sardinella brasiliensis*) representa a principal espécie capturada em termos de quantidade. No período de 1970 a 1982, esta espécie participou com cerca de 20,6% da produção total de pescado (Tabela 1). Esta espécie abastece praticamente sozinha toda a indústria enlatadora de pescado no Brasil.

Tabela 1 - Evolução da participação da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) na pesca nacional (quantidade desembarcada em toneladas).

ANO	TOTAL	SARDINHA	PARTICIPAÇÃO (%)
1970	562.292	135.400	24,1
1971	591.543	161.027	27,2
1972	604.673	170.706	28,2
1973	698.802	228.037	32,6
1974	731.308	177.089	24,2
1975	759.792	136.104	17,9
1976	658.847	105.276	16,0
1977	752.607	145.576	19,3
1978	806.328	144.685	17,9
1979	856.183	149.542	17,4
1980	809.948	146.277	17,4
1981	813.368	111.967	13,8
1982	833.933	98.538	11,8

FONTE: IBGE e Sistema de Controle de Desembarque da SUDEPE/PDP

Dentre os diversos problemas enfrentados pela indústria de enlatamento de sardinha no país, deve-se destacar a grande flutuação observada na oferta de matéria-prima. Isto se deve ao próprio sistema de pesca utilizado para a captura da sardinha. A captura é efetuada quase que exclusivamente em noites de lua nova, período em que os cardumes

são mais facilmente detectados a olho nu devido à bioluminescência que apresentam, oriunda de algas marinhas associadas a estes peixes.

Outro fator importante é a falta de regularidade na ocorrência dos períodos de entressafra, deixando sem matéria-prima a indústria de enlatamento de sardinha em períodos imprevistos.

A proibição da pesca da sardinha durante aproximadamente um mês por ano por parte do governo federal é outro fator que tem prejudicado a indústria já que é característico das empresas que enlatam sardinha, concentrarem somente nesta espécie suas atividades. A falta de diversificação faz com que certas indústrias tenham que interromper totalmente suas atividades durante este período, chamado de "defeso" para simbolizar o seu objetivo que é o de proteger os cardumes durante a época de desova.

Os fatores mencionados acima apontam na direção de se ter que congelar o pescado quando o mesmo se encontra disponível. No entanto, apesar de algumas indústrias já enveredarem por este caminho, não existem estudos sistemáticos disponíveis realizados com a sardinha brasileira de modo a atestar a ausência de alteração da qualidade do produto final enlatado.

As mudanças mais importantes que se poderia esperar trazidas pela estocagem congelada seriam as relacionadas a um enrigecimento da textura e ao fenômeno da rancidez.

No presente trabalho, procurou-se comparar a qualidade de conservas de sardinha elaboradas a partir de matéria-prima previamente estocada no estado congelado com a qualidade do produto obtido convencionalmente, isto é, sem congelamento prévio da matéria-prima. Os estudos concentraram-se na qualidade final sob a influência: a) do estado inicial de frescor do pescado, b) do tempo de armazenamento congelado e c) do glazeamento.

2.0- Revisão Bibliográfica

2.1- Sistemática da sardinha

Segundo Matsuura (75), a posição sistemática da sardinha verdadeira é a seguinte:

Classe.....	Teleostomi
Subclasse.....	Actinopterygii
Infraclasse.....	Neopterygii
Divisão.....	Teleostei
Coorte.....	Clupeocephala
Superordem.....	Clupeomorpha
Ordem.....	Clupeiformes
Subordem.....	Clupeiodei
Família.....	Clupeidae
Subfamília.....	Clupeinae
Gênero.....	Sardinella
Espécie.....	Sardinella brasiliensis

(Steindachner, 1897)

2.2- Definição oficial do produto Conserva de Sardinha

Segundo o Padrão Provisório Proposto para Conserva e Produtos tipo Sardinha pela Comissão do Codex Alimentarius (67), a conserva de sardinha ou produto tipo Sardinha deve ser:

a) Preparado a partir de pequenos peixes das espécies:

Sardinha pilchardus (Walbeum); Sardina sardina ; Sardina caerulea, melanostica, neopilchardus, ocellata ou sagax; Sardinella aurita, S. anchovia, S. brasiliensis; Clupea harengus; Clupea antipodum, bassensis ou fuagensis; Sprattus sprattus (Clupea sprattus); Hyperlophus vittatus; Fluviatosa viaminghi; Etrumeus micropus; Ethmidium maculatus; Engraulis anchoita.

b) Esterilizado pelo calor com o fim de evitar a deterioração.

2.3- Composição química da sardinha

De acordo com um trabalho realizado pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (65), a composição centesimal média da sardinha verdadeira (comprimento médio de 16,2 cm e peso médio de 63,3g), capturada no litoral do Rio de Janeiro, é: umidade 69,14%, proteína 19,18%, gordura 7,17% e cinzas 2,47%.

Os elementos da composição química que mais variam na sardinha verdadeira são umidade e gordura. Beirão (12) determinou, em vários lotes de sardinha verdadeira, comprimento médio de 17-19 cm, varia

ções reduzidas do teor de cinzas (2,2-2,3%) e proteínas (19-19,7%). No entanto, nesses mesmos lotes, houve variações significativas nos teores de umidade (65-70,8%) e gordura (7,2-13,4%). Itô et alii (54), baseados no estudo da composição química da sardinha verdadeira desembarcada em Santos, SP (período 1963-1966, comprimento médio de 19,6cm) observaram teores médios de cinzas e proteína com variações pouco significativas, enquanto o mesmo não sucedeu com a umidade e gordura. Esses pesquisadores verificaram que o teor médio de gordura da sardinha aumentou de 2-4% em janeiro para 6-7% em maio, reduzindo para 2-3% em outubro e retornando para 4-5% em novembro e dezembro.

2.4- Situação da sardinha na pesca brasileira

A sardinha, desde há muito tempo, desenvolve papel relevante no setor pesqueiro do país, pois embora apresente baixa cotação de preço no mercado consumidor, representa o maior desembarque em relação à produção total de pescado. A sua importância em termos de quantidade pode ser evidenciada pela Tabela 1.

A composição da frota sardinheira nacional, em 1982, era constituída de 378 embarcações, assim distribuídas: Santa Catarina (88), São Paulo (65) e Rio de Janeiro (225) e estes Estados são responsáveis pela quase totalidade do desembarque brasileiro da sardinha, SUDEPE (110).

Baseado na Tabela 1, verifica-se que a produção de pescado aumentou de 562.292t em 1970 para 833.933t em 1982, representando uma média anual de crescimento de 3,6%. No mesmo período este crescimento médio anual foi de -0,5% para a sardinha. Os volumes de captura da sardinha ocorreu de maneira bastante irregular nos períodos: 1974/1976 e 1980/1981.

2.5- Disponibilidade da sardinha verdadeira para a industrialização

Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, citada no relatório do Grupo Permanente de Estudos da Sardinha, outubro de 1980 (108), foi concluído que a desova da sardinha ocorre na massa d'água da plataforma, em temperatura de 22 a 26°C e salinidade de 3,45 a 3,60%, em toda extensão da plataforma continental que vai de Cabo Frio até o Cabo de Santa Marta Grande em Santa Catarina e nas isóbatas de 50 a 100m.

Segundo Rijavec e Amaral (90), a estimativa da biomassa explorável de sardinha na Região Sul/Sudeste de nosso país, foi de 266.000t

em 1975. A SUDEPE (109) estimou a produção máxima sustentável dessa espécie, em 1978, numa faixa de 190.000-200.000t. Com base na Tabela 1, verificou-se em 1973 uma produção de sardinha que pode ter ultrapassado o limite máximo sustentável do estoque. A partir desse ano, o volume da sardinha desembarcada teve um comportamento irregular, e principalmente por este fato, a SUDEPE tem limitado o esforço de pesca e tem desenvolvido trabalhos no sentido de determinar, com maior precisão, a biomassa total da sardinha.

Ultimamente, tem-se verificado uma grande flutuação na abundância relativa de sardinha e as verdadeiras causas ainda não foram identificadas. Sabe-se, no entanto, que o nível de produção da sardinha está na dependência da biomassa anual, sujeito às flutuações periódicas, relacionadas com as condições oceanográficas e com o recrutamento anual da sardinha, SUDEPE (108).

Matsuura (75), através do estudo de ovos e larvas, obteve dados sobre locais e época de desova da sardinha verdadeira e verificou também que a desova ocorre na primavera e no verão, atingindo maior intensidade nos meses de dezembro e janeiro. No entanto, no Relatório Anual da Reunião do Grupo Permanente de Estudos da Sardinha (107), foi observado que o pico da desova não ocorreu em época fixa durante o período 1969-1979 e, em consequência desses eventos, os períodos de proibição da pesca de sardinha ("defesos") são considerados inócuos como medida de proteção à desova.

A Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) com o objetivo de preservar os cardumes de sardinha adotou três medidas, abaixo citadas, as quais foram regulamentadas pela Portaria nº 15 de 26/08/77 (106): a) controle do esforço de pesca, b) comprimento mínimo do pescado na captura e c) período de defeso.

Os principais motivos que originaram estas medidas foram o quase colapso na produção da sardinha verdadeira verificada em 1976 e a grande flutuação no volume desembarcado de sardinha em outros países (Portugal e Espanha) devido ao esforço de pesca, SUDEPE (106).

Segundo a SUDEPE (107), o controle de esforço de pesca está relacionado com a limitação do número de embarcações traineiras nas Regiões Sul e Sudeste, tendo esta medida entrado em vigor a partir de 26/08/77, não se permitindo a introdução, na área, de novas embarcações destinadas à pesca da sardinha.

A partir de abril de 1984, a Portaria nº 11/84 da SUDEPE(105) regulamentou a medida de 17cm como sendo o comprimento mínimo exigido para a sardinha verdadeira desembarcada no Brasil.

O período de defeso da sardinha foi estabelecido de 23 de dezembro a 31 de janeiro para 1977/1978. O Grupo Permanente de Estudo sobre a Sardinha (107), recomendou que seja mantido o mesmo período de proibição de pesca para os outros anos já que houve uma tendência bastante acentuada de recuperação na captura em relação à queda de produção verificada em 1976.

2.6- Trimetilamina

Segundo Delaunay (30), o óxido de trimetilamina (TMAO) é uma base nitrogenada encontrada no músculo de peixes marinhos, bem como em vários outros grupos de invertebrados marinhos, especialmente moluscos e crustáceos.

Sabe-se que a redução do TMAO produz trimetilamina (TMA), sendo este composto, em muitos animais marinhos, utilizado como indicador de decomposição. O estado de frescor de pescados tem sido estimado pela quantidade de TMA detectada (Shewan *et alii*, 105, Uchiyama *et alii*, 115).

Nos peixes, a formação de TMA tem sido atribuída por alguns pesquisadores à ação de bactérias (Liston *et alii*, 69) e de enzimas (Amano e Yamada, 4). Laycock e Regier (63), trabalhando com filés de "haddock" (*Melanogrammus aeglefinus*), armazenados refrigerados a 3°C, chegaram à conclusão de que o uso da produção de TMA como índice de qualidade é dependente da presença de *Pseudomonas putrefasciens* ou organismos da flora deteriorante que tenham uma atividade similar.

Tokunaga (112), trabalhando com dezesseis espécies de peixes, verificou que, em diversas espécies que apresentam músculo escuro (como, por exemplo, cavalinha e sardinha), este músculo apresentava um maior teor de TMAO do que o músculo branco.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos objetivando fixar índices de qualidade para peixes baseados no teor de nitrogênio proveniente da trimetilamina. Segundo pesquisa bibliográfica realizada por Tomiyasu e Zenitani (113), o teor máximo de TMA admissível, quando correlacionado com a comestibilidade, depende da espécie e, no caso do arenque, foi verificado uma faixa tolerável de até 4-6mg de N-TMA/100g de

músculo. Entretanto, Sigurdson (99) considera 5-7mg/100g para o arenque, que é também um clupeídeo, a exemplo da sardinha. Dyer (33), num experimento com filês de bacalhau congelados, de diversas qualidades (fresco, levemente deteriorado e deteriorado mas comestível), verificou que os níveis de trimetilamina foram: 1,0, 5,5 e 13,4mg N-TMA/100g de músculo, respectivamente.

A determinação de TMA em músculos de sardinha armazenada em gelo tem sido considerada como um excelente índice para caracterização de seu frescor. A título provisório, Ribeiro et alii (89) definiram os valores de 0 a 0,5mg N-TMA/100g de músculo, caracterizando a sardinha em bom estado de conservação, de 0,5 a 2,0mg, indicando uma condição de frescor ainda aceitável, e os valores superiores a 5,0 já traduzindo uma alteração incompatível com a obtenção de uma conserva de alta qualidade. Por outro lado, esses pesquisadores concluíram também que a determinação de TMA em sardinha armazenada em gelo não revelou qualquer relação com as características sensoriais ou com as determinações microbiológicas do produto enlatado.

A determinação de TMA não é aceita por diversos pesquisadores (26, 27, 84) como um índice seguro para avaliar a qualidade de pescado congelado. Connell (27), estudando as mudanças qualitativas de bacalhau armazenado congelado, constatou que as concentrações de TMA não mudam muito e recomendou o seu uso somente como um índice de qualidade da matéria-prima antes do congelamento. Já em outra pesquisa realizada por Botta e Shaw (19) sobre o efeito do congelamento duplo (congelamento, descongelamento e recongelamento) e subsequente armazenagem congelada a -23°C do "capellin" (*Malotus villosus*), foi verificado que a TMA mostrou ser um bom indicador de qualidade. Castell (23) e Pawar e Magar (84) determinaram, respectivamente, os graus de conservação do bacalhau e a sardinha, ambos submetidos à armazenagem congelada.

Slabyj e True (102), pesquisando o efeito das condições de conservação antes do processamento (3 e 12% de salmoura e 7,2 e $0,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente) sobre a qualidade da sardinha enlatada (*Clupea harengus*) concluíram que, dos testes objetivos de qualidade realizados sobre a sardinha nas condições acima (TMA, TBA, tirosina e pH), somente o teor de N-TMA pareceu apresentar alta precisão em predizer a qualidade dos produtos enlatados.

2.7- Bases voláteis totais (BVT)

A determinação de BVT em músculos de pescado tem sido amplamente usada para aferição de qualidade de matéria-prima armazenada em gelo.

Um considerável número de procedimentos têm sido sugerido para determinar bases voláteis em pescado, porém os resultados obtidos por diferentes métodos nem sempre são concordantes. Stansby *et alii* (103), num experimento em que foi comparada a precisão de métodos (microdifusão, destilação e aeração), chegaram à conclusão de que os resultados mais precisos foram obtidos pela extração do BVT do músculo de peixe com etanol a 60% e remoção das bases voláteis pela destilação da solução alcalinizada com bórax.

Segundo a CIDA/FAO (26), uma das principais características das mudanças químicas que ocorrem em músculos de peixe durante a sua deterioração é a produção de bases voláteis totais, tais como: amônia e outras aminas de baixo peso molecular como trimetilamina, dimetilamina, etc. De acordo com vários pesquisadores, na maioria das espécies de peixes marinhos, todas as evidências parecem mostrar que esses compostos voláteis consistem principalmente de amônia, trimetilamina (CIDA/FAO, 26, e Faber, 44) e dimetilamina para algumas espécies congeladas, Connell (27).

De acordo com Farber (44), muitas tentativas foram realizadas para correlacionar a perda de qualidade de pescado com as quantidades das mais importantes bases presentes em seus músculos, tais como: amônia, dimetilamina e trimetilamina.

Segundo CIDA/FAO (26), o teste de BVT tem sido importante para determinar a qualidade de peixes do tipo bacalhau, sendo de pouco valor para outros peixes e afirma ainda que o referido teste indica somente os estágios avançados de deterioração e torna-se inoperante para os estágios iniciais.

Tomiyasu e Zenitani (113) concluíram que o teor de BVT crítico para aceitabilidade de pescado era de 30mgN/100g de músculo. Esse resultado é igual ao limite máximo de BVT em pescado que foi definido pela legislação federal (DIPOA, 29).

Em sardinha (*Sardinella brasiliensis*) conservada a -2° a 0°C , Zamboni (119) verificou haver uma boa correlação entre o aumento dos teores de nitrogênio volátil total e nitrogênio da trimetilamina com a

redução dos valores da palatibilidade. Com essa mesma espécie, armazenada sob refrigeração, Leitão et alii (64) observaram que as variações nos teores de BVT e avaliação organoléptica mostraram uma certa correlação com a contagem microbiológica.

Baseado em testes químicos e sensoriais, Lima dos Santos (67) determinou que a vida de prateleira da cavalinha do Atlântico Norte (*Scomber scombrus*), armazenada em gelo, foi de 6-7 dias tendo no final do período atingido valores de BVT da ordem de 33mg N/100g de músculo.

Mendes (76), trabalhando com os peixes castanha, corvina, pescada amarela e robalos, armazenados sob gelo, concluiu que parece existir uma relação linear crescente entre os teores de bases nitrogenadas totais e o número de dias contados da captura, condição que permite a avaliação do estado de frescor do pescado, por meio de curvas pré-estabelecidas, pelo menos num período de quinze dias.

Os trabalhos acima mencionados mostram haver uma relação entre BVT e índices de qualidade. Maia (74), pesquisando curimatã (*Prochilodus scrofa*) armazenado em gelo, comprovou não ser confiável a determinação de BVT como índice de frescor para aquela espécie de pescado, talvez por se tratar de peixe de água-doce.

2.8- Microbiologia

Huss et alii (52) concluíram que os principais responsáveis pela deterioração do pescado são as enzimas presentes nos tecidos musculares e a atividade de certos grupos de bactérias, principalmente do tipo Gram-Negativo.

Segundo Dyer (33), os fatores que provavelmente mais afetam as características e quantidades iniciais de bactérias encontradas em pescado recém-capturado são: área de pesca, método de captura, época de pesca e condições intrínsecas do pescado.

Cheftel (25) acha que o desenvolvimento de bactérias em peixe armazenado congelado não é considerado um problema sério porque, em temperaturas abaixo de -9°C , a atividade de bactérias marinhas é enormemente inibida.

Lekshmy et alii (66), através da análise microbiológica efetuada em camarão armazenado congelado a -23°C por 3 a 4 meses, comprovaram a destruição quase completa de coliformes.

Leitão et alii (64), no estudo da sardinha verdadeira armazenada sob refrigeração, verificaram que as variações nos teores de ba

ses voláteis totais (BVT) e a avaliação sensorial mostraram uma certa correlação com as contagens microbiológicas.

Huss et alii (52) verificaram em pescado que a variação quantitativa na contaminação bacteriana não tem influência considerável na qualidade do pescado em termos de tempo de armazenamento em gelo, entretanto, outros pesquisadores discordam. Segundo Kay (56), em nosso país, a sardinha a ser enlatada é normalmente armazenada sob refrigeração antes de ser processada e o seu tempo de conservação vai depender da presença de microrganismos psicrófilos e psicrotóxicos.

Lane (61) recomenda que, no estudo de qualidade de pescado, se devem tomar as devidas providências quando a contagem total de aeróbios em placa atingir 200.000/g, considerado o limite crítico de aceitabilidade.

Segundo Liston et alii (69), alguns peixes apresentam na pele uma população bacteriana que oscila entre 10^2 a 10^6 colônias/cm², entretanto os músculos e órgãos internos dos peixes, quando vivos, são estéreis mas, logo após a sua morte, são invadidos por bactérias.

Lima dos Santos (67), baseado em contagem total de microrganismos, análise sensorial e bases voláteis totais, comprovou que a cavalinha do Atlântico Norte, *Scomber scombrus*, tem uma vida útil de 6 a 7 dias em gelo, tendo determinado uma contagem de 10^6 microrganismos / cm², no final de armazenagem.

Correlacionado os resultados de exames sensoriais e a contagem total de microrganismos efetuados em sardinha comercial do Marrocos (armazenada em gelo), Barhdumi (11) comprovou que a sardinha tinha atingido o seu valor crítico de aceitabilidade ao nível de 10^6 colônias/g de músculos.

De acordo com Leitão et alii (64), a validade de contagem total de microrganismos na avaliação da qualidade do pescado é normalmente considerada limitada pela natureza da microflora contaminante.

2.9- Alterações das proteínas do músculo de pescado congelado

Uma das conseqüências do congelamento e da armazenagem congelada sobre a qualidade de pescados é o enrijecimento da textura do produto quando preparado para o consumo. Este enrijecimento, muitas vezes está relacionado com a desnaturação das proteínas do músculo (Banks, 10 e Dyer, 35). Stansby et alii (103), observaram que esta situação é

particularmente importante para peixes magros. Segundo Awad et alii (8) e Dyer (35), a desnaturação das proteínas é refletida principalmente na diminuição drástica na sua solubilidade, sendo que a maior parte das alterações ocorre no sistema miosina actomiosina.

A solubilidade das proteínas de pescado congelado depende muito do teor de gordura do pescado, da percentagem de determinados tipos de lipídios e de ácidos graxos livres. Segundo Torry Research Station (42), em peixes magros do tipo do bacalhau, por exemplo, a desnaturação protéica é mais pronunciada do que em pescado gordurosos. Foi comprovado por Anderson e Ravesi (5) e Desai e Tappel (32) que o teor de ácidos graxos livres em músculos de pescado exercem um efeito protetor na desnaturação das proteínas. Em várias espécies de pescado armazenado congelado, com aproximadamente 1% de lipídios insaturados no músculo, foi verificado por Castell (22) o desenvolvimento de uma textura rija motivada pela interação entre produtos de oxidação lipídica com proteínas.

A temperatura utilizada na armazenagem é fator muito importante na manutenção de qualidade do pescado. Segundo Fennema et alii (45), as temperaturas de máxima insolubilização das proteínas ocorrem na faixa de -1 a -5°C . Já em outro trabalho, Lovern (71) concluiu que, em pescado congelado, a hidrólise dos lipídios e o enrijecimento muscular (relacionado à desnaturação protéica) são acelerados pela armazenagem congelada, sendo que estas mudanças ocorrem com maior intensidade na faixa de -4 a -7°C do que a temperatura de 0°C .

Vários pesquisadores (Awad et alii, 8; Dyer, 35 e Dyer e Morton, 40) através de análise sensorial, comprovaram que o enrijecimento da textura de várias espécies de pescado estava correlacionado positivamente com a perda de solubilidade das proteínas durante a estocagem à temperaturas de -10°C e -12°C .

Outros estudos chegaram a conclusões diferentes das apontadas acima. Segundo Cowie e Little (28) e Dyer e Frazer (39), em pescado armazenado a -20°C , ou abaixo desta temperatura, foi verificado não haver correlação entre solubilidade das proteínas e enrijecimento da textura muscular.

2.10- Ácidos Graxos Livres

Segundo diversos pesquisadores, a lipólise enzimática em músculo de pescado é a principal responsável pela formação de ácidos gra

xos livres (AGL) (Addison et alii, 3; Bligh e Scott, 17; Bosund e Ganrot, 18 e Olley et alii, 83). Essa reação ocorre tanto em pescado armazenado em gelo (Addison et alii, 3; Anderson e Ravesi, 5 e 6, como no estado congelado (Bligh, 15; Bligh e Scott, 17; Gray, 47; King et alii 59 e Shaw e Botta, 93).

De acordo com Addison et alii (3) e Olley et alii (83), a hidrólise de fosfolipídios ocorre por ação enzimática resultando em ácidos graxos livres, os quais podem também ser formados, em dado momento, por hidrólise química dos fosfolipídios. Olley et alii (83) comprovaram que, em peixes gadídeos, a maior parte dos ácidos graxos livres provém da atividade de uma fosfolipase.

Em arenque (*Clupea harengus*) congelado, Bosund e Ganrot (18), baseados em estimativa indireta, verificaram que aproximadamente 75% dos AGL formados nos músculos escuros e 45% nos brancos, ambos, foram resultados de hidrólise de fosfolipídios e o restante de triglicerídeos. Segundo Ackman (2), a justificativa da maior concentração de AGL no músculo escuro que no branco consiste no fato de a atividade metabólica ocorrer em maior intensidade no músculo escuro.

Bligh (15) observou que, em bacalhau fresco e em várias amostras, armazenadas congeladas, o conteúdo de AGL aumentou com o tempo de armazenagem, inclusive havendo simultaneamente a redução do conteúdo de fosfolipídios.

Hardy et alii (49) comprovaram que, em bacalhau armazenado congelado, a lipólise tem um efeito mais prejudicial para o produto do que a oxidação das gorduras.

É muito discutível o papel desempenhado pela temperatura na formação de AGL. Diversos pesquisadores (Ackman, 2, Anderson e Ravesi, 5 e Dyer e Frazer, 39) demonstraram através de pesquisas com bacalhau armazenado congelado que a formação de AGL está relacionada com a sua temperatura de armazenagem. Entretanto, Dyer et alii 37 constataram que o conteúdo de AGL de filés de "rosefish" não mudou muito durante 42 semanas de armazenagem a -12° ou -23°C .

A relação entre AGL e desnaturação das proteínas em pescado armazenado congelado é questionável, pois existem diversos trabalhos que confirmam e outros que contestam essa relação, como pode ser observado a seguir. Segundo Ackman (2), o desenvolvimento de AGL em peixe armazenado congelado tem ocorrido, simultaneamente com a desnaturação

das proteínas e, possivelmente, sua formação ocorra antes da alteração protéica. Porém, para aquele autor, é incontestável a relação entre esses dois parâmetros. Dyer et alii (37) observaram em filés congelados de "rosefish" uma maior correlação entre o decréscimo em extractabilidade das proteínas e liberação de ácidos graxos do que a oxidação dos seus lipídios. Uma pesquisa de Dyer e Frazer (39) demonstrou que as quantidades de AGL liberadas durante a armazenagem a -12°C de "rosefish" estavam relacionadas com o grau de insolubilização da actomiosina. Entretanto, Olley et alii (82) trabalhando com pescado congelado, concluíram que não há uma relação simples de causa e efeito entre liberação de AGL e insolubilização das proteínas.

Segundo Olley et alii (83) e Shaw e Botta (94), a produção de AGL tem mostrado afetar significativamente a textura do peixe armazenado congelado.

Anderson e Ravesi (6) e Karel et alii (55) comprovaram que durante a armazenagem congelada de pescado existem interações envolvendo a formação do complexo de AGL e proteínas contrácteis e, como consequência, há aumento de resistência à fragmentação e extractabilidade das proteínas. Segundo a teoria de Dyer (34), os lipídios do músculo do pescado congelado, de algum modo, exercem um efeito protetor contra a interação entre proteína e AGL.

2.11- Rancificação

Segundo Ackman (1), a autooxidação dos lipídios do pescado, de uma maneira geral, tem grande interesse industrial e tecnológico por ser causa de rancidez no produto alimentício a ser consumido.

A sensibilidade dos lipídios de origem marinha à deterioração oxidativa é de importância fundamental na preservação de pescados. De acordo com Ackman (1) e Heen e Karsti (50), a reação básica é geralmente aceita como um processo de autooxidação de ácidos graxos insaturados, abundantes em peixes gordurosos (arenque, sardinha, etc) e, em consequência, estes se tornam susceptíveis à rancidez.

A Torry Research Station (42) e Heen e Karsti (50) observaram que a velocidade e extensão da autooxidação de lipídios durante a armazenagem congelada de pescado dependem do grau de insaturação de ácidos graxos, período de conservação antes do congelamento, a duração e temperatura de armazenagem congelada, teor de oxigênio do meio e a presença de pró e antioxidantes.

Pawar e Magar (84) encontraram altos valores de TBA em cavala e sardinha armazenados a -18°C e concluíram que o principal motivo alegado para esses teores é que estes peixes eram ricos em ácidos graxos polinsaturados.

Bilinski et alii (13) verificaram que filés de arenque embalados, a vácuo, em plástico tiveram baixos níveis de rancidez durante a armazenagem congelada. Entretanto, em presença de oxigênio, houve pronunciadas mudanças oxidativas. Keay et alii (57), numa pesquisa com cavala, comprovaram que o glazeamento e embalagem a vácuo não compensaram a deficiência da armazenagem congelada a -14°C .

De acordo com Karel et alii (55) e Shewan et alii (97), de uma maneira geral, os peixes gordurosos armazenados no estado congelado podem sofrer alterações de cor e apresentar modificações indesejáveis no sabor e odor, relacionados à rancidez, enquanto Sikorski et alii (100) observaram que, em pescado magro, há modificações predominantemente da textura, relacionada com a desnaturação das proteínas.

Segundo Buttkus (21) e Stansby et alii (104), a primeira etapa da rancidez oxidativa em lipídios de pescado se traduz pela formação de compostos do tipo peróxido que são ocasionados pela oxidação dos ácidos graxos do músculo e a segunda etapa é a formação de numerosos compostos do tipo carbonílicos que são responsáveis pelos sabores e odores a ranço.

Heen e Karsti (50) concluíram que a maior parte das mudanças oxidativas em peixe congelado tem sido baseada na determinação de hidroperóxidos formados e notificam essa rancidez como não correlacionada completamente com o ranço determinado sensorialmente. Continuando, esses pesquisadores observaram que a oxidação de lipídios insaturados de peixe é caracterizada por um período de indução seguido por uma velocidade acelerada de absorção de oxigênio com simultâneos desenvolvimentos de peróxidos, odores a ranço e produtos polimerizados.

A rancidez oxidativa, caracterizada pela determinação de peróxido, tem um comportamento muito peculiar. Segundo Awad et alii (8) e Dyer et alii (37) no início, o teor de peróxido é mínimo (período de indução) e a seguir o valor de peróxido atinge um máximo e subseqüentemente declina a um mínimo, sendo esta fase de decréscimo justificada pelo fato de os peróxidos serem decompostos mais rapidamente do que são formados. Segundo Farber (44), devido aos peróxidos ou hidroperóxi

dos serem de natureza transitória e estas substâncias também apresentam apenas um estágio na reação em cadeia, a presença desses elementos, mesmo em quantidades apreciáveis, não são sempre detectadas em gorduras já rançosas.

A formação de malonaldeído tem sido amplamente utilizada como uma medida do grau de oxidação de ácidos graxos insaturados em alimentos e tecidos animais. Segundo diversos pesquisadores (Karel *et alii*, 55, Kwon *et alii*, 60, Vyncke, 118), o teste comumente usado é baseado na reação de malonaldeído, oriundo de alimentos oxidados, com ácido 2-tiobarbitúrico, dando um pigmento róseo (Teste do TBA).

Vyncke (118), avaliando as possibilidades para a determinação direta do valor do ácido tiobarbitúrico em extrato de ácido tricloroacético em lugar do destilado, com a finalidade de determinar rancidez em peixes, concluiu que o método de extração pode ser usado em lugar da destilação pelas vantagens de apresentar alta recuperação, rapidez e simplicidade.

Segundo Karel *et alii* (55), a carne escura ao longo da linha lateral do peixe é geralmente onde se inicia a rancificação e a explicação mais provável deste fato talvez seja a presença do pigmento heme que funciona como catalisador da reação oxidativa. Woolfe (121) observou que um exemplo comum é a rancificação do músculo da *Sardinella spp*, que ocorre numa velocidade maior do que a carne branca do mesmo peixe.

Foi comprovado por Castell e Maclean (24) que o desenvolvimento ativo de bactérias reduz significativamente a rancidez catalisada por cobre em músculo de peixes magros.

Hughes (51) observou que o pescado rançoso perde esta característica durante a estocagem na forma de enlatado. Este fenômeno pode ser talvez explicado, devido à redução gradual dos compostos carbonílicos, responsáveis pelo sabor e ranço.

Deng (31), estudando a influência de armazenagem em gelo da tainha com a conseqüente armazenagem congelada a -18°C , verificou que os índices de rancidez e ácidos graxos livres foram mais altos na amostra congelada com 7 dias de estocagem em gelo do que na amostra com 1 dia.

2.12- Vida útil de pescado congelado

O congelamento é considerado por Sikorski *et alii* (100) como um dos melhores métodos de conservação de pescado, embora ocorram acen

tuadas e indesejáveis mudanças sensoriais durante a estocagem congelada, mesmo a temperatura tão baixas como -20°C .

Segundo Heen e Karsti (50), o principal objetivo da conservação pelo congelamento é apresentar um produto que, após descongelado, apresente-se o mais próximo possível do pescado fresco. Entretanto, deve haver um balanceamento razoável entre a demanda técnica e as considerações comerciais e, para isso, é necessário estabelecer-se a razão de deterioração para cada nível de temperatura, bem como os custos totais do processo, mantendo na prática as diferentes temperaturas de estocagem.

Os princípios gerais para o congelamento de pescados citados por Sikorski et alii (100) são:

1) A velocidade de congelamento deve ser elevada o suficiente para se evitar a formação de grandes cristais de gelo na estrutura celular;

2) Usar um protetor contra oxidação das gorduras, podendo ser glazeamento e/ou embalagem adequada, bem como a utilização de antioxidantes; e

3) Cuidados especiais com a manipulação do pescado.

A velocidade de congelamento tem sido considerada de vital importância na obtenção de produtos de alta qualidade (Neves Filho et alii, 79). Heen e Karsti (50) e Tanaka (111) observaram que o congelamento lento forma grandes cristais de gelo no tecido muscular, tornando o peixe muito esponjoso. Por outro lado, o congelamento rápido provoca a formação de pequenos cristais de gelo que danificam muito pouco a estrutura muscular do peixe. Segundo diversos pesquisadores (Karel et alii, 55), Dyer, 36), Dyer et alii, 37) e Lane, 62), deve ser também considerado que a velocidade de congelamento, dentro de limites razoáveis, tem menos importância como determinante de qualidade do que a temperatura e duração da armazenagem, frescor inicial do pescado e proteção adequada contra a desidratação.

A temperatura desempenha papel fundamental quando se pretende aumentar a vida de armazenagem congelada de produtos pesqueiros. Por essa razão a Associação Nacional de Produtores de Alimentos Congelados da Inglaterra recomenda, no seu Código de Práticas, que o peixe congelado para ser conservado por mais de três semanas, deverá ser armazena

do a $-17,8^{\circ}\text{C}$ (42). Por outro lado, Rama e Maramoros (88) afirmam que o Instituto Internacional do Frio recomenda para as espécies pelágicas (por exemplo, a sardinha), um tempo máximo de 4 meses de vida útil, considerando uma temperatura de armazenagem congelada de -18°C .

Sardinha de Marrocos, armazenada congelada é utilizada para suprir a indústria enlatadora francesa. Entretanto, segundo Karel et alii (55), esse pescado requer conservação abaixo de -25°C .

De acordo com Kietzmann (58), manter constante a temperatura nas câmaras de armazenamento de pescado congelado é muito importante, mesmo a temperaturas baixas (como -20°C). Flutuações nas faixas de -12 a -30°C podem aumentar a quantidade de líquido não congelado e, quando a temperatura é novamente reduzida, ocasiona a formação de grandes cristais de gelo que rompem a estrutura celular do tecido muscular.

O peixe armazenado congelado tem a sua qualidade gradualmente deteriorada. Segundo a Torry Research Station (42), o principal fator desta queda de qualidade é a temperatura do armazenamento congelado e os pesquisadores Nikkilx e Linko (80) e Pawar e Magar (84) acham que os processos enzimáticos e oxidativos, bem como as reações de desnaturação protéica, são outros fatores que afetam a vida útil de armazenamento. De acordo com Perepletchik e Novikova (85), o "spratt", um clupeídeo do Báltico, glazeado com água pura, foi preservado por 3 meses a -15°C sem grandes alterações. Quando foi utilizada temperatura de -25°C , a sua vida útil de estocagem foi aumentada em aproximadamente duas vezes.

Ribeiro et alii (89) observaram que o estado fisiológico da sardinha no momento da captura, a composição da flora bacteriana (própria e de contaminação) e a natureza do conteúdo do tubo digestivo tem uma influência decisiva nos fenômenos de alteração de qualidade e, conseqüentemente, tudo isso altera significativamente a vida útil dessa espécie.

Heen e Karsty (50) observaram que as temperaturas ao nível de -10°C foram por muito tempo consideradas plenamente satisfatórias para a armazenagem congelada pelo fato de a atividade microbiana ser interrompida nesse ponto. Karel et alii (55) acham que atualmente o risco de deterioração dos alimentos é considerado mínimo se esses produtos são mantidos ao nível de -18°C mas não necessariamente para o pescado, segundo Sikorski et alii (100), porque, mesmo a -20°C , ocorrem mudan

ças indesejáveis na armazenagem congelada, como por exemplo em suas proteínas. Londhal e Nilsson (70) verificaram que as reações levadas a efeito durante a estocagem de alimentos congelados são: oxidação dos lipídios, desnaturaçãõ de proteínas, alterações de cor, recristalizaçãõ e desidrataçãõ.

Diversos pesquisadores (Connell, 27, Perepletchik, 85) observaram que a rapidez das mudanças qualitativas do pescado está intimamente relacionada com o tempo e temperatura de armazenagem.

Shewan et alii (97) verificaram que no armazenamento congelado de sardinhas, as alterações em termos de queda de qualidade foram acompanhadas por considerável aumento no valor de peróxido, conteúdo de ácido graxos livres e pelo decréscimo na extractabilidade das proteínas musculares em soluções salinas. Essas mudanças se apresentaram mais acentuadas a -12°C do que a -23°C .

Peter et alii (86) comprovaram que a maior parte das espécies magras de peixes, quando de boa qualidade, sendo congelada e embalada adequadamente, pode ser conservada por vários anos à temperaturas de -20°C a -30°C com poucas mudanças detectáveis. Entretanto, as espécies gordurosas não apresentam uma vida útil muito prolongada devido à rancidez.

É sabido que o glazeamento tem um efeito protetor na armazenagem congelada de pescado. Segundo Bidenko et alii (14) e Lane (62), essa proteção é necessária para prevenir ou reduzir a perda de peso, dessecaçãõ, desenvolvimento de rancidez e, de acordo com Heen e Karsti (50), também a perda de cor e aroma. Abaixo estão descritas algumas experiências comprovando a eficiência do glazeamento:

1- Foi verificado por Liston et alii (69) que, em produto peixeiro glazeado e armazenado congelado (com ou sem circulação de ar forçado), este permaneceu em boas condições, do ponto de vista comercial, por um período de tempo maior que o pescado não glazeado, em qualquer uma das situações acima especificadas.

2- De acordo com Watanabe (120), a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) quando glazeada e armazenada a -18°C , conservou-se em boas condições, do ponto de vista comercial, por um período de dois meses, superando a sardinha não glazeada e submetida ao mesmo tratamento do controle (sardinha congelada e armazenada congelada).

Segundo diversos pesquisadores (Awad *et alii*, 8, Enser, 41), mesmo com o avanço da tecnologia de alimentos, o desenvolvimento de rancidez oxidativa continua sendo um dos fatores limitantes da estocagem de carne e pescado congelados.

2.13- Enlatamento

Lanier (64) observou que, mundialmente, a utilização de pequenas espécies pelágicas, por exemplo a sardinha, tem se expandido significativamente na forma de enlatados e congelados.

Segundo Karel *et alii* (55), nos últimos anos vem despertando grande interesse industrial a utilização de peixe congelado para o enlatamento, principalmente no Norte da Europa.

A instabilidade da produção brasileira de sardinha, motivada pela incerteza de sua captura, é considerada um ponto de estrangulamento do setor conserveiro nacional, pois, às vezes, indústrias conserveiras chegam a ficar 20 dias por mês sem peixes para o seu processamento (Anônimo, 7).

Segundo Pillai (87), a indústria exportadora de sardinha enlatada da Índia é pouco desenvolvida devido a natureza estacional da captura e, em consequência, resulta em fábricas ociosas na maior parte do ano.

Segundo Karel *et alii* (55), a qualidade do produto pesqueiro enlatado depende muito do frescor da matéria-prima, estacionalidade da captura, maturação, a porção do corpo utilizada e condições fisiológicas que poderiam afetar a composição da carne. Além disto, de acordo com Heen e Karsti (50), devem ser considerados fatores importantes como: congelamento rápido, eficiência do glazeamento, relação tempo e temperatura durante armazenagem e método de descongelamento. Esses pesquisadores (50) observaram que as principais mudanças que se verificam no produto enlatado são: alterações nos níveis de aminoácidos, oxidação de gorduras e deterioração de textura.

Alguns trabalhos contrariam os resultados acima. Foi comprovado por Hughes (51), através de análise sensorial, que o enlatamento mascara a qualidade da matéria-prima, inclusive ocorrendo a perda de sabor desagradável do peixe rançoso após o seu enlatamento.

Por outro lado, Lovern (71), em um estudo do efeito da temperatura de armazenagem no pré-processamento sobre a qualidade da sardi

na enlatada (*Clupea harengus*), comprovou, através de análise sensorial, que a matéria-prima embora considerada aceitável, resultou num produto de péssima qualidade.

Kay (56) observou que o método preferido pelas indústrias brasileiras de conservas, caso o peixe tenha que ser conservado por muitas horas antes do enlatamento, é o resfriamento em gelo. Segundo Karel *et alii* (55), o resfriamento adequado e ininterrupto não somente minimiza a perda de qualidade do produto enlatado como também possibilita ao enlatador uma oportunidade para processar grandes quantidades de matéria-prima com uma pequena capacidade de processamento.

Foi comprovado por Karel *et alii* (55) que o arenque e o salmão armazenados congelados apresentaram produtos enlatados de boa qualidade devido à desnaturação protéica de seus músculos resultarem em textura mais firme.

Cheftel (25) observou que, na indústria de conservas, é de considerável importância o conteúdo de gordura da matéria-prima a ser processada e que, no caso da sardinha, o melhor produto é aquele proveniente de exemplares contendo 10-15% de gordura. Para o arenque e a sardinha, foi comprovado por Karel *et alii* (55) que a variação sazonal da gordura e o conteúdo de água no músculo influenciaram fundamentalmente o sabor do produto enlatado.

Segundo Anderson e Ravesi (5), no enlatado de pescado, existe a possibilidade de ocorrer a reação de Maillard, sendo esta causada pela combinação entre aminas e compostos carbonílicos tais como açúcares redutores.

MacCallum *et alii* (73) trabalhando com uma espécie de sardinha (*Clupea pilchardus*) diferente da encontrada em águas brasileiras, observaram que: a) para a obtenção de uma conserva aceitável, o período máximo de armazenagem da matéria-prima a -20°C deve ser de 1 mês, b) a conserva elaborada a partir de pescado mantido sem glazeamento no armazenamento congelado mostrou-se mais rançosa que a conserva produzida a partir de pescado glazeado, c) somente sardinhas absolutamente frescas podem ser congeladas para posterior enlatamento.

Um estudo foi publicado por Morais *et alii* (77) no qual há comparações de vários aspectos de qualidade de sardinhas enlatadas a partir de matéria-prima congelada e não congelada. Entre as principais conclusões do trabalho estão: a) textura do produto congelado se apresentou mais rija e seca, b) o odor do produto não congelado se apresentou

melhor, c) apesar de mais salgada, o sabor da conserva produzida com peixes armazenados por 30 dias a -20°C se apresentou melhor, d) a conserva elaborada com sardinhas armazenadas por 540 dias a -20°C se apresentou rançosa, o que não ocorreu com o produto não congelado, e) a cor e a integridade do músculo do produto congelado se apresentaram mais alteradas, f) o óleo da conserva elaborada com matéria-prima armazenada por 30 dias a -20°C antes do enlatamento se apresentou mais turvo, mas com 540 dias a limpidez se comparou a do produto não congelado e g) foi observada a metade da quantidade de água presente no óleo de conserva produzida com peixes estocados por 30 dias a -20°C mas, após 540 dias de armazenamento congelado, a quantidade de água foi ligeiramente maior que no produto não congelado.

2.14- Análise Sensorial

A análise sensorial tem sido considerada um instrumento muito importante para aferir a qualidade de pescado, principalmente no caso do produto acondicionado em gelo.

De acordo com Shewan *et alii* (96), o treinamento da equipe sensorial com a finalidade de reconhecer todos os fatores de qualidade do alimento é fundamental quando se pretende obter resultados de maior confiabilidade.

Um fator muito importante na análise sensorial do pescado é o estado da amostra no ato do julgamento. Diversas pesquisas (Bilinski *et alii*, 13, Connell, 27 e Dyer e Frazer, 38) indicam que o cozimento é a melhor maneira para se detectar e comparar mudanças qualitativas.

Nem sempre é fácil avaliar exatamente a rancidez oxidativa por meios sensoriais devido a interferência de outros compostos formados durante a armazenagem congelada (como por exemplo: ácidos graxos livres). Entretanto, Connell (27), na avaliação da qualidade de pescado congelado, verificou existir uma boa correlação entre avaliação sensorial e valores de TBA e também de peróxidos (Greig, 48).

Bidenko *et alii* (14), estudando a sardinha do Atlântico quando armazenada congelada à temperatura de -18°C a -20°C por 60 a 90 dias, verificaram que a sua superfície se tornava amarelada. Através da análise sensorial, aqueles autores constataram que essa mudança de cor correlacionava positivamente com a oxidação dos lipídios.

Baseado em análise sensorial, Pillai (87) comprovou que a sardinha (*Sardinella Longiceps*), armazenada em gelo por diferentes períodos

dos de tempo, tinha uma vida útil de somente 3 dias. Por outro lado, Leitão et alii (64) observaram que a sardinha (*Sardinella aurita*) atingiu um período máximo de armazenagem de 6 a 7 dias, com exceção daquelas que apresentavam condições iniciais insatisfatórias.

Morais et alii (77), através de análise sensorial realizada com a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) enlatada com matéria-prima submetida à prévia armazenagem, verificou que a textura era levemente rija e seca e a cor do músculo mais escura e avermelhada, quando comparada com a sardinha enlatada com matéria-prima não congelada.

Segundo Slabyj e True (102), a análise sensorial do arenque (*Clupea harengus*), in natura, não serviu para predizer, com exatidão, a qualidade do produto enlatado porque esta, ainda aceitável antes do enlatamento, resultou num produto inaceitável.

Peter et alii (86), estudando a vida útil da merluza armazenada congelada com prévio acondicionamento em gelo, baseados em testes degustativos, concluíram que com dois dias em gelo, a merluza teve uma vida útil de armazenagem congelada de doze meses, entretanto a sua vida útil foi reduzida à metade quando a sua armazenagem prévia em gelo foi de 4 dias.

Maia (74), pesquisando o curimatã (*Prochilodus scrofa*) armazenado em gelo, verificou que, na análise sensorial, o cozimento das amostras não foi um tratamento eficiente na aferição da qualidade em relação à análise sensorial do curimatã "in natura".

3. Material e Métodos

3.1- Matéria-prima

Foram utilizados 400 kg de sardinha (*Sardinella Brasiliensis*, Steindachner 1897), capturadas em águas da baía de Santos, SP, na segunda quinzena de novembro de 1979. As médias de peso e comprimento foram de 51,5g e 17cm, respectivamente. Normalmente, entre os meses de dezembro a fevereiro ocorre um pico de desova de sardinha. Por isso, a SUDEPE situa neste período o intervalo de proibição da pesca deste peixe com a finalidade de preservar a espécie. Devido a composição química da sardinha variar muito durante o ano, foi escolhida no presente trabalho a segunda quinzena de novembro para início dos estudos de modo que a matéria-prima a ser congelada representasse com fidelidade o pescado que a indústria conserveira deveria estocar para se abastecer durante o intervalo da proibição da captura.

A sardinha, armazenada em gelo, foi desembarcada na indústria Confrio, da Cooperativa Mista de Pesca Nipo-Brasileira, Guarujá, SP, foi submetida aos seguintes tratamentos: lavada, acondicionada em caixa plástica de capacidade de 30kg, pesada e, nas próprias caixas, misturada com gelo na razão 1/1. A etapa seguinte constou do congelamento da sardinha (inteira, com vísceras) em túnel de congelamento -20°C por 4 horas. Para o congelamento, foram utilizadas sardinhas com 3,5 e 6 dias de estocagem em gelo. Após cada operação de congelamento, metade do lote era glazeado em água clorada a 5 ppm, consistindo esta operação em mergulhar a matéria-prima, por alguns segundos, em água misturada com gelo à temperatura próxima à 0°C . A outra metade era deixada sem glazear. O controle foi enlatado sem prévio congelamento da matéria-prima. Com a realização destas etapas foram obtidas sardinhas com as características constantes na Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis estudadas no presente trabalho.

TRATAMENTO	TEMPO DE ESTOCAGEM EM GELO (dias)	CONGELAMENTO (sim ou não)	GLAZEAMENTO (sim ou não)
Controle	3	não	-
S3	3	sim	não
C3	3	sim	sim
S5	5	sim	não
C5	5	sim	sim
S6	6	sim	não
C6	6	sim	sim

Depois dos tratamentos mencionados acima, tanto os lotes glazeados como os não glazeados foram armazenados congelados à temperatura -12°C a -15°C . Uma parte de cada um desses lotes foi descongelada com 37, 70, 91 e 117 dias de armazenagem. Nessas épocas, o pescado foi destinado ao enlatamento, análises microbiológicas, sensorias e testes químicos.

3.2 - Descongelamento e enlatamento

O descongelamento da matéria-prima destinada ao enlatamento foi realizado em câmaras de refrigeração industrial da S.A. Alcyon Indústrias de Pesca, situada em Santos, SP, a uma temperatura próxima a 0°C durante cerca de doze horas. Após essa etapa, as sardinhas foram enlatadas em óleo de soja na linha de enlatamento da S.A. Alcyon Indústria de Pesca (anexo 1). O descongelamento da sardinha destinada às realizações dos testes sensoriais, químicos e microbiológicos, todos ocorridos na UNICAMP, foi processado em duas etapas: a primeira ocorreu no seu transporte, ainda congelada, em caixa de isopor, da cidade de Guarujá, SP a Campinas, SP com uma duração de viagem de três horas, aproximadamente. A segunda etapa consistiu em deixar a matéria-prima descongelar-se na própria caixa de isopor, sem tampa, pelo tempo de doze horas, aproximadamente.

3.3- Exames Físicos, Químicos e Microbiológicos

As medidas de pH e os testes químicos (composição química, trimetilamina, bases voláteis totais, proteína solúvel em sal, ácidos graxos livres, índice de peróxidos e ácido tiobarbitúrico) foram realizados em filés de sardinha com pelo, homogeneizados em liquidificador com copo previamente refrigerado em gelo. Nos testes foi utilizado o homogeneizado a baixa temperatura, com auxílio do gelo.

- Determinação de Trimetilamina (TMA)

Método de Dyer modificado por Shewan et alii (98). Foi utilizada curva padrão (Figura 13, anexa).

- Determinação de Bases Voláteis Totais (BVT)

Método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (53).

- Determinação de Ácidos Graxos Livres (AGL)

Método de Banks, modificado por Dyer e Morton (40). Os lipídios para análise foram obtidos de músculos da sardinha no estado fresco e a extração se baseou no método de Bligh & Dyer (16).

- Determinação do Índice de Peróxido (IP)

Método de Banks, modificado por Dyer e Morton (40). Os lipídios para análise foram obtidos de músculos da sardinha no estado fresco e a extração se baseiou no método de Bligh & Dyer (16).

- Determinação da Rancidez Oxidativa pela Extração Direta usando Ácido Tiobartúrico (TBA)

Método de Vyncke (117). Foi utilizada curva padrão (Figura 12, anexa).

- Determinação da Composição Química Centesimal

1. Umidade: Secagem em estufa a 100-110°C até atingir peso constante, Umemoto (116).

2. Proteína Total: Método do Biureto, como descrito por Torten e Whitaker (114).

3. Lipídios Totais: Método de Bligh e Dyer (16).

4. Cinzas: Calculado pela diferença entre o valor 100% e a somatória das porcentagens dos elementos (proteína total, lipídios totais e a umidade).

- Determinação da Solubilidade das Proteínas do Músculo da Sardinha Verdadeira.

Método de Dyer (35). Foi utilizada curva padrão (Figura 11, anexa).

- Contagem Total de Mesófilos (CTM)

Método de Sharf (92).

- Determinação do pH

Determinado através do medidor de pH, sendo o eletrodo do aparelho introduzido diretamente no extrato homogêneo, formado de músculo da sardinha moído em liquidificador com água destilada, na razão de 1/1 (p/v).

3.4- Análise Estatística

Os resultados dos exames sensoriais, tanto da sardinha enlatada como da armazenada congelada, foram analisados estatisticamente pelo Teste de Tukey, descrito por Gomes (46). No caso da sardinha congelada, a análise desses resultados ficou restrita a cada período de armazenagem, i. e., 37, 70, 91 e 117 dias, enquanto na enlatada foi seguido o critério de analisar a sardinha correlacionada com o tempo em que a matéria-prima passou congelada antes de ser enlatada.

3.5- Análises Sensoriais

Os testes sensoriais da sardinha ocorreram em três níveis de conservação: acondicionada em gelo, congelada e enlatada. Nos dois primeiros casos, para a caracterização dos parâmetros: cor, odor, sabor e textura foi utilizada a escala não estruturada de 1 a 9 pontos, descrita por Moraes (78), vide Figura 1. Os valores de 1 a 9 correspondem à qualidade das amostras, onde os valores extremos indicam respectivamente qualidade péssima e qualidade excelente. Abaixo são descritas as qualidades extremas de cada parâmetro.

Odor - característico e não característico;

Aparência - muito boa e muito pobre;

Sabor - muito bom e muito ruim;

Textura - muito macia e muito grosseira.

Com relação à sardinha congelada, esta foi submetida ao descongelamento antes de ser analisada sensorialmente.

Tanto na sardinha armazenada em gelo como na congelada, com exceção da aparência, na análise dos demais parâmetros foi utilizada sardinha enrolada em papel aluminizado, cozida em forno elétrico pelo tempo de quinze minutos à temperatura de 250°C. Antes do cozimento, a sardinha foi salgada em salmoura a 3%, pelo tempo de 5 minutos, aproximadamente.

Na análise de sardinha enlatada foram estudadas as características cor, odor, sabor, textura, aspecto do óleo, presença de água no óleo e estado do músculo em escalas estruturadas conforme as Figuras 2 e 3. Foi tomada a precaução de se esperar um tempo mínimo de 30 dias de equilíbrio do conteúdo para que as latas fossem abertas e suas características sensoriais comparadas às do padrão (sardinha não congelada e acondicionada em gelo por 3 dias).

Para a análise sensorial, em qualquer nível de conservação, foram empregados provadores previamente treinados pela equipe da Seção de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da UNICAMP.

Nome _____ Data _____

Por favor, prove dada amostra e dê a sua opinião sobre Aparência, Odor, Sabor e Textura, usando a escala abaixo. Se desejar, faça comentários.

Aparência Nº Amostra

_____ Muito Boa 9cm _____ Muito Pobre

Odor Nº Amostra

_____ Característico 9cm _____ Não característico

Sabor Nº Amostra

_____ Muito Bom 9cm _____ Muito Ruim

Textura Nº Amostra

_____ Muito Macia 9cm _____ Muito Grosseira

Comentários: _____

Figura 1. Modelo de ficha empregada para avaliação sensorial da sardinha acondicionada em gelo, com ou sem armazenamento congelado posterior.

SARDINHA EM CONSERVA

27

Nome: _____ Data: _____

Prove, por favor, cada amostra e, usando a escala abaixo, indique a qualidade de Cor, Odor, Sabor e Textura.

C O R	O D O R	S A B O R	T E X T U R A
Branca ou creme	Muito agradável	Excelente, bem característico	Excelente, firme
Levemente rosada	Agradável	Muito bom	Firme
Leve/Rosa c/traumas	Regular/agradável	Bom	Regularmente firme
Avermelhada	Ligeira/agradável	Regularmente bom	Levemente firme
Avermelhada c/ traumas	Neutro	Ligeiramente bom	Neutro
Cores anormais c/traumas	Ligeira/rançoso	Ligeiramente rançoso	Levemente riça ou amolecida
Vermelho	Regular/rançoso	Regularmente rançoso	Regular/riça ou amolecida
Vermelho-escuro, peixe queimado	Rançoso	Rançoso	Riça ou amolecida
Acinzentada	Rançoso, azedo	Muito rançoso	Muito riça ou amolecida
Cinza escuro ou outras cores	Desagradável, pútrido	Péssimo, repugnante	Pastosa ou excessiva/riça

Comentários: _____

Figura 2. Ficha utilizada na análise sensorial da sardinha enlatada.

SARDINHA EM CONSERVA

Nome _____

Data _____

Examine cada amostra e, usando as escalas abaixo, indique a qualidade do Aspecto Óleo. Presença de Água no Óleo, Pele e Pedacos.

ASPECTO ÓLEO

	Límpido
	Regular/límpido
	Ligeira/límpido
	Ligeira/turva
	Regular/turvo
	Amarelo, escuro, turvo
	Acastanhado, turvo

PRESENÇA ÁGUA NO ÓLEO

	Sem água
	Traços
	Ligeira qtdde/
	Regular qtdde/
	Qtdde/apreciável
	Quantidade
	Grande qtdde/

ESTADO DO MÚSCULO

	Inteiros
	Inteiros c/poucas rachaduras
	Inteiros c/bast. rachaduras
	Metades c/polpa solta
	Metades c/ rachadura
	Metades desfeitas
	Pedaços desf. formando massa

Comentários: _____

Figura 3. Ficha utilizada na análise sensorial da sardinha enlatada.

4. Resultados e Discussão

4.1- Matéria-prima acondicionada em gelo

4.1.1- Composição Química e testes de frescor

4.1.1.1- Composição Centesimal

De uma maneira geral, os resultados da composição centesimal da sardinha verdadeira (Tabela 3) se assemelham bastante aqueles determinados por outros pesquisadores que trabalharam com esta mesma espécie, conforme observações relatadas abaixo:

Umidade: o teor médio de umidade determinado no presente trabalho foi de 75,14%, sendo semelhante aos encontrados no estudo da sardinha verdadeira realizados por Leite *et alii* (65) e Itô *et alii* (54).

Lipídios Totais: o teor médio de lipídios totais determinados no presente trabalho foi de 1,92% e está compreendido na faixa de gordura de 1,5-2,0% que foi determinada por Watanabe (120) em sardinha verdadeira desembarcada no mesmo local em que foi coletada a matéria-prima desse experimento. Essa semelhança indica, provavelmente, que as sardinhas dos dois experimentos tenham sido capturadas na mesma época do ano.

Uma das características da sardinha verdadeira é a grande variação sazonal do teor de gordura em função da época e local de captura (Itô *et alii*, 54). Segundo Leite *et alii* (65), a gordura e o teor de água são os componentes químicos da sardinha verdadeira que mais variam durante o ano.

Proteína Total: o teor médio da proteína total foi de 20,6% sendo muito semelhante aqueles encontrados por Leite *et alii* (65) e Itô *et alii* (54) em sardinha verdadeira capturada nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente. Em peixes, é comum esse parâmetro variar muito pouco no decorrer do ano.

Cinzas: o teor médio de cinzas de 2,34% encontrado se assemelha a aquele determinado na sardinha verdadeira por Leite *et alii* (65) e Watanabe (120).

Tabela 3. Composição centesimal do músculo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner, 1897)¹.

DETERMINAÇÃO	%
UMIDADE	75,14
PROTEÍNA TOTAL	20,60
LIPÍDIOS TOTAIS	1,92
CINZAS	2,34

1. Médias das amostras em triplicatas. Composição média em sardinhas com 3, 5 e 6 dias em gelo.

4.1.1.2- Trimetilamina (TMA)

Os valores médios de TMA determinados nas amostras acondicionadas em gelo por 3 e 6 dias foram respectivamente 0,57 e 0,86mg N-TMA/100g de músculo (Tabela 4). Comparando esses resultados com os de outros trabalhos, verifica-se que há muita semelhança. Exemplos: de acordo com Itô et alii (54), a *Sardinella brasiliensis* desembarcada no Entrepasto Federal de Pesca de Santos, SP apresentou durante os anos de 1961 a 1965, um valor médio de 0,7mg N-TMA/100g de músculo; segundo a classificação provisória para a *Sardinella pilchardus*, relativa a TMA, definida por Ribeiro et alii (89), o nível até 0,5mg N-TMA/100g de músculos corresponde a uma sardinha em bom estado de conservação e na faixa de 0,5 -2,0mg ainda é considerada de frescor aceitável.

Comparando os resultados desse experimento com os mencionados acima pode-se dizer que a sardinha usada neste experimento estava em boas condições de qualidade.

Tabela 4. Resultados dos testes de frescor da sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada em gelo por diversos dias.

ARMAZENAGEM EM GELO (Dias)	Teste de frescor *							
	CTM ¹	pH	TMA ²	BVT ³	PSS/PT ⁴	AGL ⁵	IP ⁶	TBA ⁷
3	3,65x10 ⁴	6,30	0,57	4,22	71,02	4,05	9,01	0,38
5	-	-	-	-	69,08	-	-	-
6	2,90x10 ⁴	-	0,86	17,56	53,14	4,05	20,89	1,69

* Os resultados expressam as médias das amostras em triplicatas.

1. Contagem Total de Mesófilos (nº de colônias/grama)
2. Trimetilamina, expressa em mg de N-TMA/100g de músculo.
3. Bases Voláteis Totais, expressas em mg de N-BVT/100g de músculo.
4. Relação entre Proteína Solúvel em Sal e Proteína Total.
5. Ácidos Graxos Livres, expressos em % de Ácido Oléico.
6. Índice de Peróxido, expresso em mEq. de O₂/1000g de gordura.
7. Ácido Tiobarbitúrico, expresso em mEq. de malonaldeído/1000g de músculo.

4.1.1.3- Bases Voláteis Totais (BVT)

Os valores médios de BVT determinados na sardinha verdadeira, acondicionada em gelo por 3 e 6 dias foram 4,22 e 17,56mg N/100g de músculo, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados possibilitam indicar que a sardinha estava em bom estado de conservação, pois o limite máximo de aceitabilidade de pescado em termos de BVT é de 30mg N/100g de músculos, conforme Legislação Federal (29) e a Legislação do Governo de São Paulo (20). Além disso foi observado que o valor de BVT determinado na sardinha com 6 dias em gelo foi relativamente alto comparado aquele obtido da sardinha com 3 dias em gelo. Entretanto, nas duas situações, a sardinha estava em boas condições de consumo, pois os seus valores de BVT estavam abaixo do limite crítico de aceitabilidade, o que foi comprovado também pela análise sensorial.

4.1.1.4- Percentagem de Proteína Solúvel (%PS)

Os valores médios dessa relação encontrados em *Sardinella brasiliensis*, armazenada em gelo por 3, 5 e 6 dias, foram respectivamente: 71,02; 69,08 e 53,14% (Tabela 4). Houve uma grande semelhança desses resultados com aqueles encontrados por Shenoy e Pillai (95), em *Sardinella longiceps* armazenada em gelo. A razão do decréscimo do valor da relação ao tempo de acondicionamento da sardinha em gelo, deveu-se à perda de solubilidade das proteínas.

4.1.1.5- Ácidos Graxos Livres (AGL)

Os valores médios de AGL nas amostras acondicionadas em gelo por 3 e 6 dias foram coincidentes e corresponderam a 4,05% de ácido oléico (Tabela 4). Esse valor aproxima-se muito daqueles determinados por Shenoy e Pillai (95) em *Sardinella longiceps* armazenada em gelo por 5 dias. Pode-se supor que a sardinha deste experimento ainda estava no

período denominado "lag-phase", definido por Lovern e Olley (72) como a fase inicial de produção mínima de AGL, seguida por um aumento abrupto.

4.1.1.6- Índice de Peróxido (IP)

Os valores de IP das amostras do presente trabalho (sardinha armazenada em gelo por 3 e 6 dias em gelo) foram respectivamente 9,01 e 20,89 mEq de $O_2/1000g$ de gordura (Tabela 4). Estes valores estão muito abaixo dos teores determinados por Shenoy e Pillai (95) em **Sardinella longiceps** acondicionada em gelo por 3 e 5 dias (ainda considerada em boas condições de qualidade) e cujos respectivos valores de IP foram 35,8 e 59,8mEq. $O_2/1000g$ de gordura.

Neste experimento, a sardinha com 6 dias de estocagem apresentou um teor de peróxido muito superior àquela de 3 dias de estocagem (cerca de duas vezes). Isto talvez seja devido ao fato de que, com 6 dias, o nível de peróxido tenha correspondido à fase de formação acelerada deste composto, enquanto com 3 dias, deve ter correspondido à "lag-phase".

Os valores acima indicam que a matéria-prima, nos dois casos, estava em bom estado de conservação. Além disso, os teores encontrados foram inferiores ao limite crítico de aceitabilidade do arenque (outro clupeídeo) definido por Banks (9) como 100 mEq. $O_2/1000g$ de gordura, sendo também comprovado pela análise sensorial do produto.

4.1.1.7- Ácido Tiobarbitúrico (TBA)

São poucos os trabalhos de pesquisa disponíveis em nosso meio que se utilizaram do teste de TBA para aferir qualidade de pescado acondicionado em gelo. Na maioria dos trabalhos sobre a utilização do teste do TBA em pescado armazenado em gelo, verifica-se que, normalmente, a sua execução teve o objetivo de obter um referencial para acompanhar as mudanças de rancidez de uma etapa posterior, na armazenagem congelada. Maia (74), trabalhando com o curimatá (**Prochilodus scrofa**, Steindachner 1881) estocado em gelo, verificou que, com 5 dias de estocagem em gelo, o nº TBA (mg de malonaldeído/kg de amostra) foi de 0,246. Vyncke (117), pesquisando a evolução dos valores de TBA durante a estocagem congelada da cavala (**Scomber scomber**, L.) verificou que, no tempo zero de armazenagem, o nº TBA foi de 0,8.

No presente trabalho, os valores médios de TBA em sardinha armazenada por 3 e 6 dias em gelo foram respectivamente 0,58 e 2,18 mEq. de ma

lonaldeído/1000g de músculo. O teor de TBA para a sardinha com 6 dias em gelo foi cerca de quatro vezes superior aquele da sardinha de 3 dias, sendo este acentuado aumento considerado um indicativo de uma intensa reação de rancificação. No entanto, esses resultados foram muito inferiores aqueles encontrados por Slabyj e True (102) em *Clupea harengus*, armazenado refrigerado a $0,6^{\circ}\text{C}$ por 1 e 3 dias, cujos respectivos resultados foram 0,50 e 2,53mg de malonaldeído/1000g de músculo. Esses dados indicam que a matéria-prima do presente trabalho era ainda considerada aceitável para o enlatamento. Considerando esses dados, e que o limite crítico de pescado congelado ou enlatado é de 4,0mg de malonaldeído/1000g de amostra, segundo Sinnhuber e Yu (101), então a sardinha verdadeira do experimento estava em boas condições de qualidade.

Segundo Karel et alii (55), a carne escura normalmente é rica em pigmentos "heme" que funcionam como catalisadores da reação oxidativa. O valor de TBA determinado em cavala por Vyncke (117) é semelhante ao encontrado na sardinha verdadeira deste experimento e, talvez, o tipo de músculo seja um dos fatores mais importantes para a ocorrência dessa correlação, pois são de cor escura tanto o músculo da cavala como da sardinha.

4.1.1.8- pH

De acordo com Liston et alii (69), normalmente o pH de pescados, quando se inicia o estágio "post-mortem", fica em torno de 7,0 para depois decrescer até valores de 5,8, devido à formação de compostos ácidos.

A sardinha com 3 dias de armazenagem em gelo apresentou um pH médio de 6,3 (Tabela 4). Esse valor está compreendido na faixa de pH 6,1 - 6,6, determinado por Ribeiro et alii (89) em *Sardine lla pilchardus* armazenada em gelo, bem como está de acordo com os valores relacionados por Liston et alii (69), conforme a citação no parágrafo anterior.

O pH médio da sardinha verdadeira desse experimento está dentro da faixa aceitável de pH em relação ao pescado considerado de boa qualidade. Entretanto, deve-se ter um cuidado especial de não se afirmar que este resultado, de forma isolada, seja um índice seguro de frescor. Da mesma forma, Lima dos Santos et alii (68) não consideram o pH como um bom índice de frescor, pois as mudanças deste parâmetro dependem de uma variedade de fatores como: espécie do peixe, local de captura, método de captura, alimentação do peixe, etc.

4.1.1.9- Contagem Total de Mesófilos (CTM)

As contagens de mesófilos determinadas em sardinha verdadeira, armazenada em gelo por 3 e 6 dias (Tabela 4) foram respectivamente: $3,65 \times 10^4$ e $2,90 \times 10^4$ colônias/g. Esses valores são semelhantes aqueles determinados por Leitão et alii (64) em *Sardinella aurita* armazenada sob refrigeração, em condições de tempo idênticas à desse experimento. Os referidos autores afirmam que, em pescado, não há padrões bem definidos em relação à sua contaminação bacteriana. Entretanto, Uchiyama et alii (115) chegaram à conclusão de que, no estágio inicial da deterioração de pescados, a quantidade de bactérias é de cerca de 10^5 /g de músculos. Contudo, esse valor não é necessariamente exato, consistindo em um mero padrão. Lane (61) considera o limite crítico de aceitabilidade de de pescado quando a contagem total de aeróbios atinge o valor de $2,0 \times 10^5$ colônias/grama.

Comparando os resultados da CTM desse experimento com os das pesquisas relatadas acima, principalmente a de Lane (61), pode-se concluir que a sardinha desse experimento estava em boas condições de consumo.

4.1.2- Análise Sensorial

Dos parâmetros estudados com relação à análise sensorial da sardinha verdadeira armazenada em gelo, aquele que teve um comportamento esperado foi o da aparência, pois o aumento do tempo em gelo contribuiu para que os seus valores na escala hedônica decrescessem, significando que houve diminuição de qualidade (Tabela 5). O comportamento dos demais parâmetros estão descritos abaixo (Tabela5).

Odor - os valores da escala hedônica apresentaram ligeiro aumento quando a armazenagem da sardinha passou do terceiro para o quinto dia, porém no sexto dia, a média dos valores caiu bastante, indicando uma diminuição de qualidade.

Sabor - permaneceu praticamente constante nos diversos períodos de acondicionamento da sardinha em gelo, atingindo um valor ligeiramente maior no quinto dia.

Textura - os valores da escala hedônica apresentaram um aumento com o tempo de acondicionamento em gelo; é de se supor que as enzimas presentes no músculo tenham contribuído para um maior amaciamento da carne.

De uma maneira geral, com exceção da textura, os demais parâmetros tiveram os seus valores diminuídos indicando uma queda de qualidade da sardinha em função do aumento do tempo de acondicionamento em gelo. Esses resultados já eram esperados, pois segundo Noguchi (81), as atividades das enzimas e das bactérias que estão presentes no peixe armazenado em gelo não são totalmente paralisadas, no entanto, o resfriamento tem um marcante efeito de retardar a ação desses elementos.

Tabela 5. Valores* médios em termos de alguns parâmetros sensoriais para a sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada em gelo por diversos dias.

PARÂMETRO	ARMAZENAGEM EM GELO (DIAS)		
	3	5	6
APARÊNCIA	6,34	5,85	5,04
ODOR	6,69	6,79	5,13
SABOR	6,08	6,36	6,03
TEXTURA	5,79	6,10	6,47

* Média de 18 repetições (6 provadores x 3 sessões) - escala de 0 a 9 pontos ; a perda de qualidade foi estabelecida em ordem decrescente dos valores (quanto maior a média, melhor a qualidade).

4.2- Matéria-prima Armazenada Congelada

4.2.1- Testes de frescor

4.2.1.1- Trimetilamina (TMA)

Baseado na Figura 4 pode ser observado um comportamento muito irregular nos valores de TMA determinados e, em consequência, essa medida não pôde ser considerada como bom índice de frescor para a sardinha verdadeira congelada nas condições do presente trabalho. Em outros trabalhos, abaixo descritos, foi comprovada também a existência de grande flutuação dos valores de TMA em produtos pesqueiros armazenados congelados. Pawar e Magar (84), trabalhando com *Sardinella longiceps* armazenada a -18°C, detectaram um comportamento muito irregular nos teores de TMA em função do tempo de armazenagem e também, segundo a pesquisa de Watanabe (120), o mesmo ocorreu com a *Sardinella aurita* desembarcada em Santos, SP e armazenada congelada a -18°C.

A variação de 0,8 a 3,4mg de N-TMA/100g de músculos de sardinha verdadeira (respectivamente, o início e o final da sua armazenagem

congelada, Figura 4), foi relativamente grande. O valor final de 3,4mg N-TMA foi considerado alto quando comparado com o valor crítico de aceitabilidade para a *Sardinella pilchardus* definido por Ribeiro *et alii* (89) em 2,0mg de N-TMA/100g de músculo. Baseados nesses resultados, a conclusão chegada é que a sardinha desse experimento não serviria para o consumo a partir de 91 dias de armazenagem congelada.

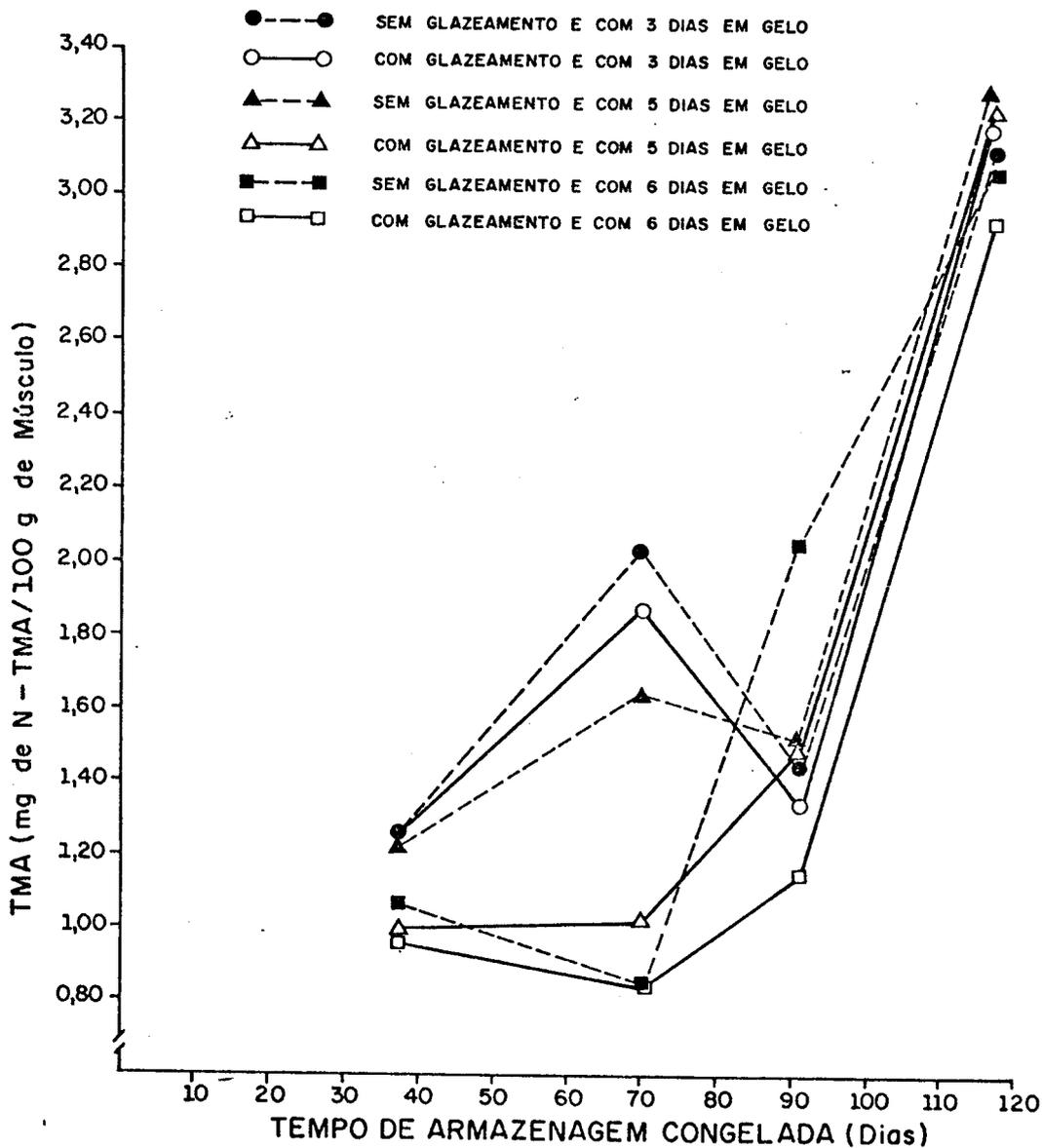


FIGURA 4 - VARIÇÃO DO TEOR DE TMA NO MÚSCULO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) ARMAZENADA CONGELADA A TEMPERATURAS DE -12 a -15°C.

4.2.1.2- Bases Voláteis Totais (BVT)

Foi verificada uma grande tendência de os teores de BVT da sardinha a aumentarem em função do tempo da armazenagem congelada, porém tenderam a permanecer constantes no final da armazenagem (Figura 5), talvez esse desenvolvimento tenha ocorrido no descongelamento. Esses resultados se assemelharam bastante aos de Pawar e Magar (84) na pesquisa com *Sardinella longiceps* armazenada congelada a -18°C por 3 meses.

Os valores de BVT a partir de 90 e 120 dias de armazenagem congelada tiveram um comportamento similar às determinações do BVT feitas por Watanabe (120) em *Sardinella aurita*, armazenada congelada a -18°C , em idênticas condições de tempo de armazenagem.

Com exceção dos tratamentos SG3 e CGC, os demais tiveram os teores de BVT aumentados em função do tempo de armazenagem congelada. Entretanto, os maiores valores atingidos (30 e 29,5mg N/100g de músculos) ficaram no limite de aceitabilidade de pescado, definido pela Legislação Federal (29) e a do Estado de São Paulo (20), em vigor, que é de 30mg de N/100g de músculo. Essas determinações pressupõem que a matéria-prima, nos períodos finais da armazenagem congelada, estava em condições aceitáveis para o consumo, mesmo considerando que não há um consenso formado entre os diversos autores com relação ao teor máximo de BVT para pescados.

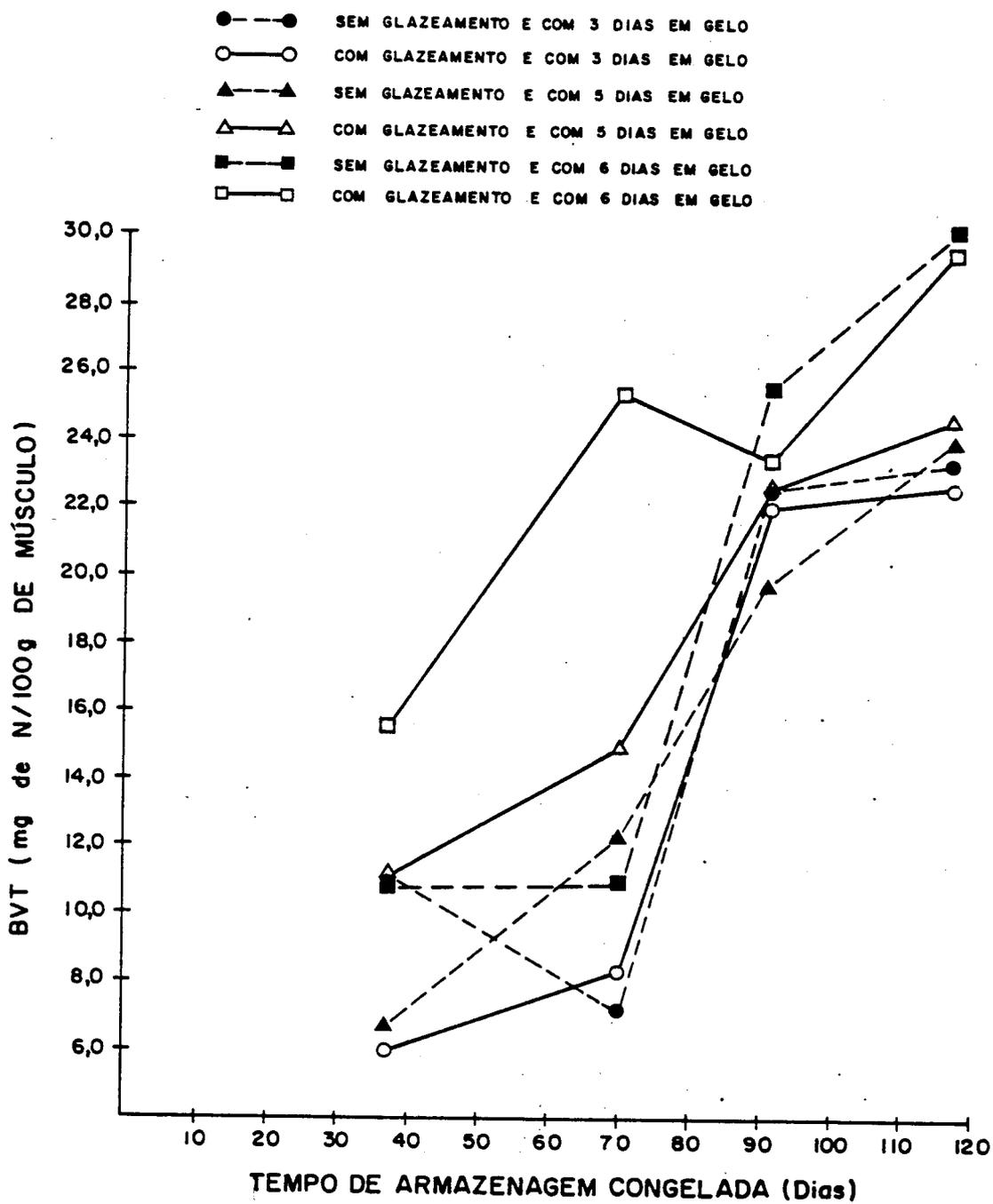


FIGURA 5 - VARIACÃO DO TEOR DE BASES VOLÁTEIS TOTAIS NO MÚSCULO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12 a -15°C .

4.2.1.3- Índice de Peróxido (IP)

Pelos resultados obtidos (Figura 6), verifica-se que houve um crescimento do IP em função do tempo de armazenagem da sardinha, havendo na maioria dos tratamentos uma estabilização desses valores, a partir do terceiro para o quarto período de armazenagem. Esse comportamento está em concordância com Awad et alii (8) e Dyer et alii (33). Esses autores afirmam que, no início da armazenagem congelada do pescado, ocorre o período de indução (teor mínimo de peróxido), a seguir, atinge um máximo e subseqüentemente declina a um mínimo, sendo esta etapa de decréscimo justificada pelo fato de os peróxidos serem decompostos mais rapidamente do que são formados. De 37 a 91 dias de armazenagem, o IP de todas amostras cresceram de forma muito acelerada, passando a sua média de 51 para 148 mEq O₂/1000g de gordura. Verificou-se que no período de 37 a 70 dias de armazenagem houve uma oscilação muito pequena no IP, i. e., 40 para 60 mEq. O₂/1000g de gordura. Esses resultados foram muito semelhantes aos encontrados por MacCallum et alii (71) em sardinha (*Clupea pilchardus*, Walb) congelada em salmoura e armazenada não glazeada a -20°C.

Considerando o limite crítico de IP definido por Banks (9) como sendo 100 para rejeição do arenque armazenado congelado a -20°C, então, de acordo com os dados expressos na Figura 6, a vida útil da sardinha congelada foi de 80 dias para SG3 e CG3 e CG6 e de aproximadamente 70 dias para SG5, CG5 e SG6.

De uma maneira geral, houve um maior desenvolvimento nos teores de peróxidos em sardinha armazenadas congeladas sem glazeamento e que, previamente, tinham passado mais tempo em gelo em relação àquelas com glazeamento e com menor tempo em gelo antes do glazeamento. A exceção foi o tratamento CG6 que apresentou, sem justificativa, baixo IP nos períodos de 70 e 91 dias de armazenagem.

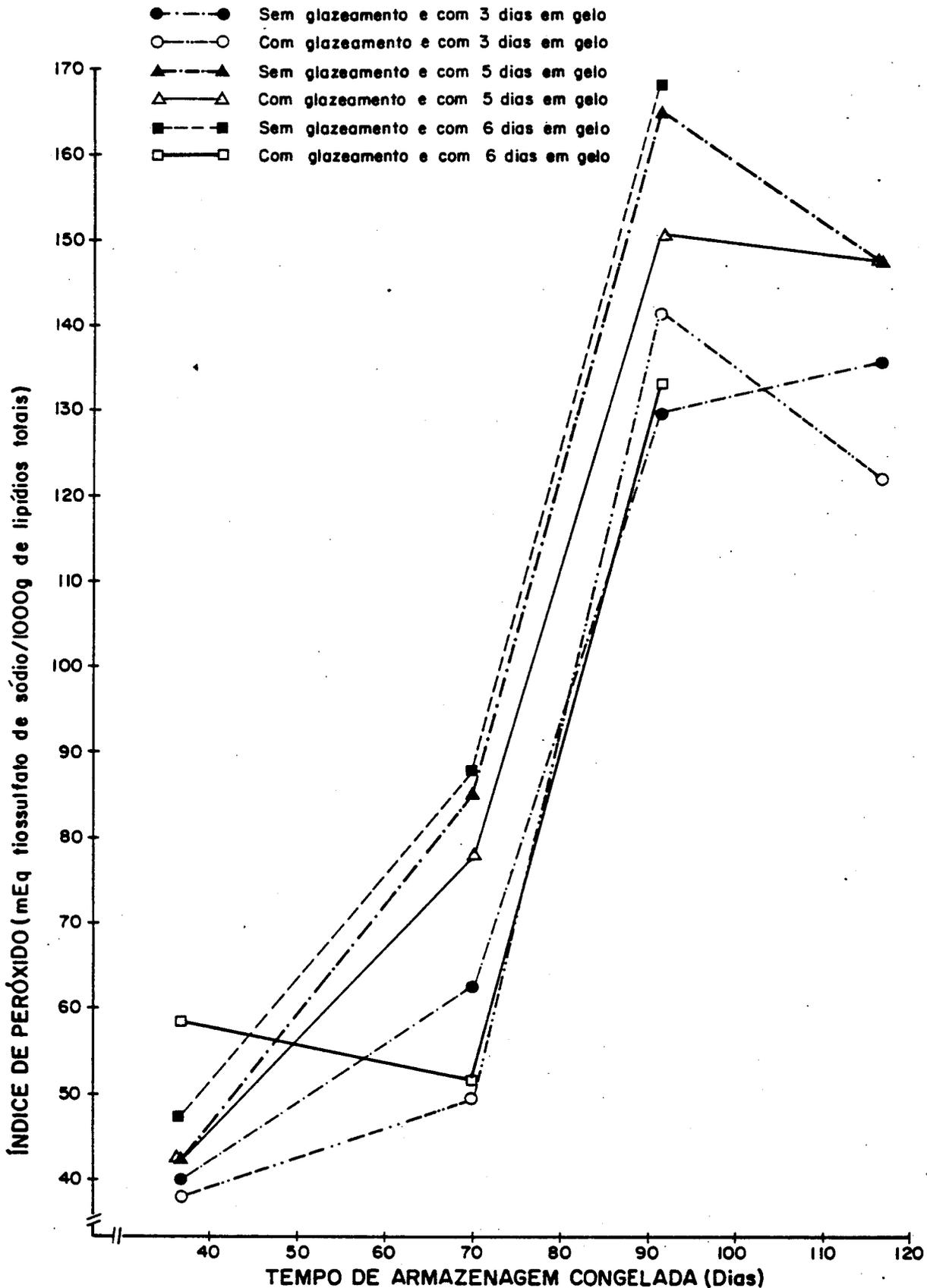


FIGURA 6 - VARIACÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM MÚSCULO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12 a -15°C.

4.2.1.4- Índice do Ácido Tiobarbitúrico (TBA)

Pelos resultados obtidos (Figura 7), observou-se claramente que todas as curvas de TBA aumentaram rapidamente do primeiro para o segundo período de armazenagem e, nos demais casos, houve um crescimento muito reduzido, inclusive havendo uma tendência de estabilização de crescimento. Este comportamento é considerado natural, pois segundo Awad et alii (8), a curva normal de rancificação em produtos alimentícios congelados apresenta geralmente três etapas de crescimento: mínimo acelerado e o nulo. Como só dispomos de dados a partir de 37 dias de armazenagem congelada, é possível que no período de 0 a 37 dias já tivesse ocorrido a fase de crescimento mínimo e se iniciado a fase de aceleração.

Na armazenagem congelada da sardinha verdadeira, o nº TBA (médias relativas a todos os tratamentos) variou de 2,85 a 4,44mg MA/1000g de músculo, respectivamente, no início e com 117 dias de armazenagem (Figura 7).

Comparando todos os resultados de TBA determinados nesse experimento com os de Sinnhuber e Yu (101), que definiram o valor 4 (Nº de TBA) como o limite crítico de aceitabilidade para pescado congelado ou enlatado, então a sardinha analisada podia ser considerada bem próxima à rejeição quando atingiu os 70 dias de armazenagem, pois o seu Nº TBA (média) alcançou 3,96. A partir dos 70 dias de armazenagem até o final da armazenagem congelada (117) dias), os números médios de TBA passaram, de forma relativamente acelerada, de 3,96 para 4,44, indicando intensa reação neste período. Dentre todos tratamentos pesquisados, considerando o período total de armazenagem, somente o tratamento CG3 apresentou teores de TBA inferiores ao limite crítico. No entanto, o tratamento SG6 durante o período total de armazenagem congelada apresentou nº TBA acima do máximo tolerável, passando de 4,47 com 37 dias de armazenagem.

Considerando que o pescado com um nº TBA superior a 4,0 é de qualidade inferior, então a vida útil da sardinha armazenada congelada desse experimento foi de 70 dias.

Pela Figura 7, observa-se que, de uma maneira geral, as sardinhas armazenadas com menos dias em gelo antes do congelamento apresentaram-se durante a sua armazenagem congelada com baixos valores de TBA em relação àquelas com mais dias. Esse fato pode ser atribuído, principalmente, ao maior tempo de exposição da sardinha ao oxigênio atmosférico.

rico. Isso parece possibilitar uma maior intensificação da reação de oxidação da sardinha, resultando em maiores valores do nº de TBA (Vyncke, 118).

O glazeamento desempenhou papel muito importante na redução da oxidação, como pode ser observado na Figura 7. De uma maneira geral, todas as amostras glazeadas apresentaram valores de TBA menores do que aquelas sem glazeamento. A razão desse fenômeno se deve ao fato de o "glaze" funcionar como uma barreira ao oxigênio atmosférico. Greig (48), estudando o papel do glazeamento (contendo ácido ascórbico) com relação a vida útil do "chub" (*Leucocichthys hoyi*) armazenado congelado a -5°C , verificou através do teste TBA que o glazeamento reduziu a aceleração da rancificação desse pescado. Bilinski et alii (13) comprovaram a influência do oxigênio na preservação do arenque (*Clupea harengus pallasii*) armazenado congelado. Naqueles experimentos, foi comprovado que, no arenque protegido com "cryovac", foi obtido um nº TBA muito menor que naquele não protegido por essa embalagem.

O comportamento das curvas exibidos na Figura 7 é indicativo de que houve um processo de rancificação, em função do tempo, relativamente alto e a justificativa se deve ao fato de a armazenagem ter ocorrido numa câmara industrial onde se torna muito difícil controlar parâmetros considerados prejudiciais ao produto armazenado congelado, tais como oxigênio do meio e a flutuação da temperatura.

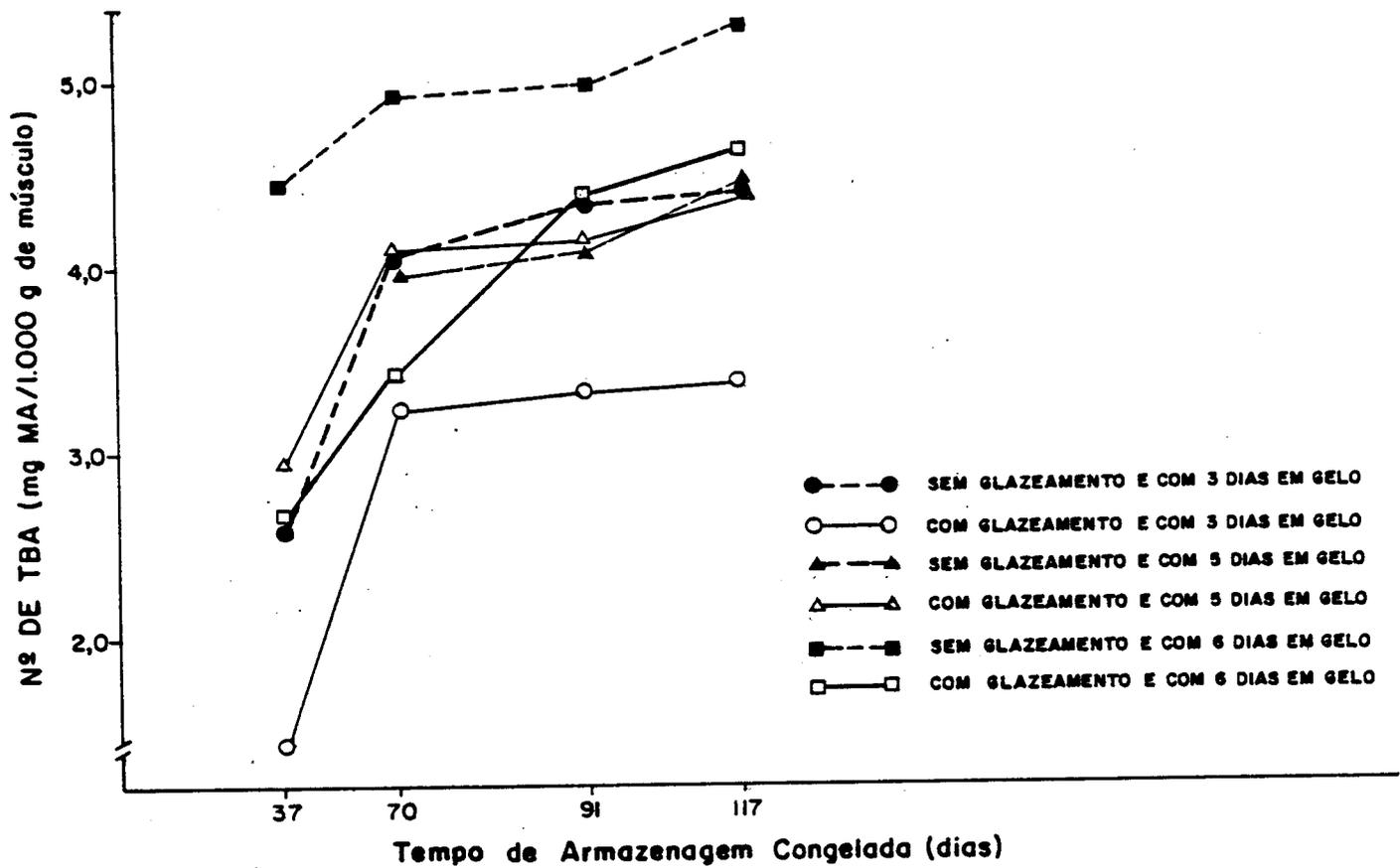


FIGURA 7 - DETERMINAÇÃO DO Nº TBA DA *Sardinella brasiliensis* ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12 à -15° C.

4.2.1.5- Percentagem de proteína solúvel (%PS)

A Figura 8 apresenta a variação da % PS determinada em músculo de sardinha verdadeira armazenada congelada à temperaturas de -12 a -15°C. Com relação a essa variação, verificou-se que todas as amostras tiveram, no período inicial, uma significativa redução % PS em função do tempo de armazenagem, com exceção da amostra CG3 que apresentou um leve aumento, enquanto nos períodos finais, em todos tratamentos, houve uma tendência de a relação permanecer constante.

Os resultados obtidos se assemelharam bastante aos de Shenoy e Pillai (95). Aqueles pesquisadores trabalharam com *Sardinella longiceps* armazenada congelada a -12°C.

Em todas as amostras, nos estágios finais, foi verificado que os lotes submetidos ao glazeamento apresentaram menores perdas de solubilidade em relação aqueles sem glazeamento e isto pode ter sido motivado pelo efeito protetor do glazeamento com respeito à desnaturação das proteínas. Segundo Dyer (35), a perda de solubilidade de proteína em pescado, (em solução de cloreto de sódio a 5%) durante a armazenagem congelada é atribuída à desnaturação das proteínas.

Dentre as amostras analisadas, aquelas com 37 dias foram as que apresentaram com suas proteínas menos desnaturadas e, portanto, com um melhor estado de qualidade.

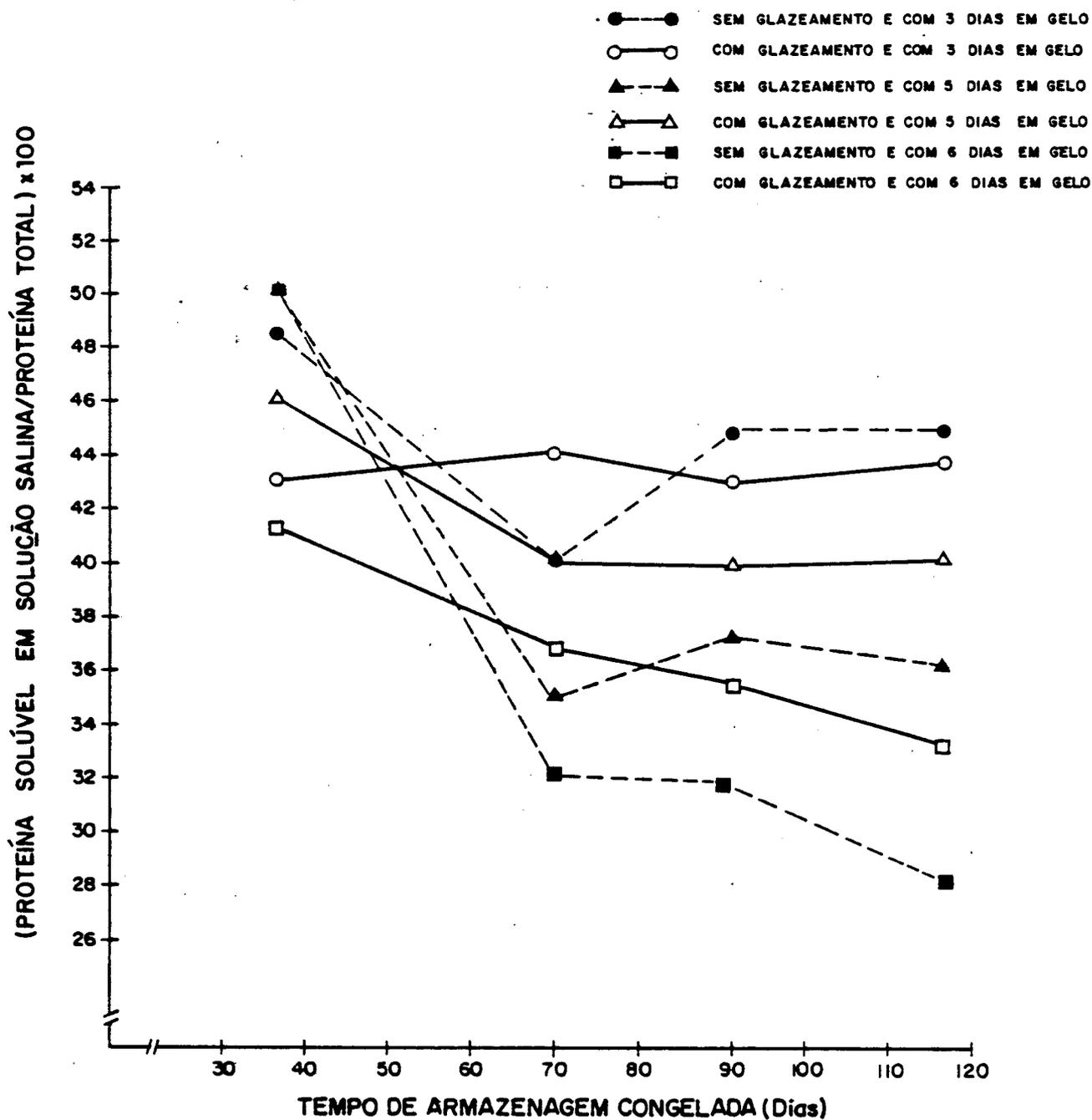


FIGURA 8 - VARIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PROTEÍNA SOLÚVEL EM SOLUÇÃO SALINA E PROTEÍNA TOTAL DETERMINADA EM MÚSCULO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*) ARMAZENADA CONGELADA À TEMPERATURAS DE -12 a -15°C .

4.2.1.6- Ácidos Graxos Livres (AGL)

Observa-se claramente pela Figura 9 que os valores de AGL aumentaram de maneira contínua em todos os tratamentos. Nos estágios finais, os tratamentos CG3 e SG6 foram os que atingiram os valores mínimos e máximos, respectivamente, indicando também mínima e máxima hidrólise de seus lipídios, respectivamente. Houve uma diferença nítida entre os lotes SG6 e CG6 com relação aos demais tratamentos, pois aqueles apresentaram, em todos os períodos de armazenagem, valores mais altos, indicando que houve maior hidrólise dos lipídios. A provável explicação dessas diferenças talvez resida no fato de a permanência da sardinha em gelo (antes da armazenagem congelada) contribuir, de forma proporcional ao tempo, para a formação de uma expressiva quantidade de AGL que é somada àquela proveniente da matéria-prima armazenada congelada.

Os resultados de AGL obtidos neste experimento assemelham-se a aqueles determinados em *S. longiceps* armazenada a -12°C por Shenoy e Pillai (95).

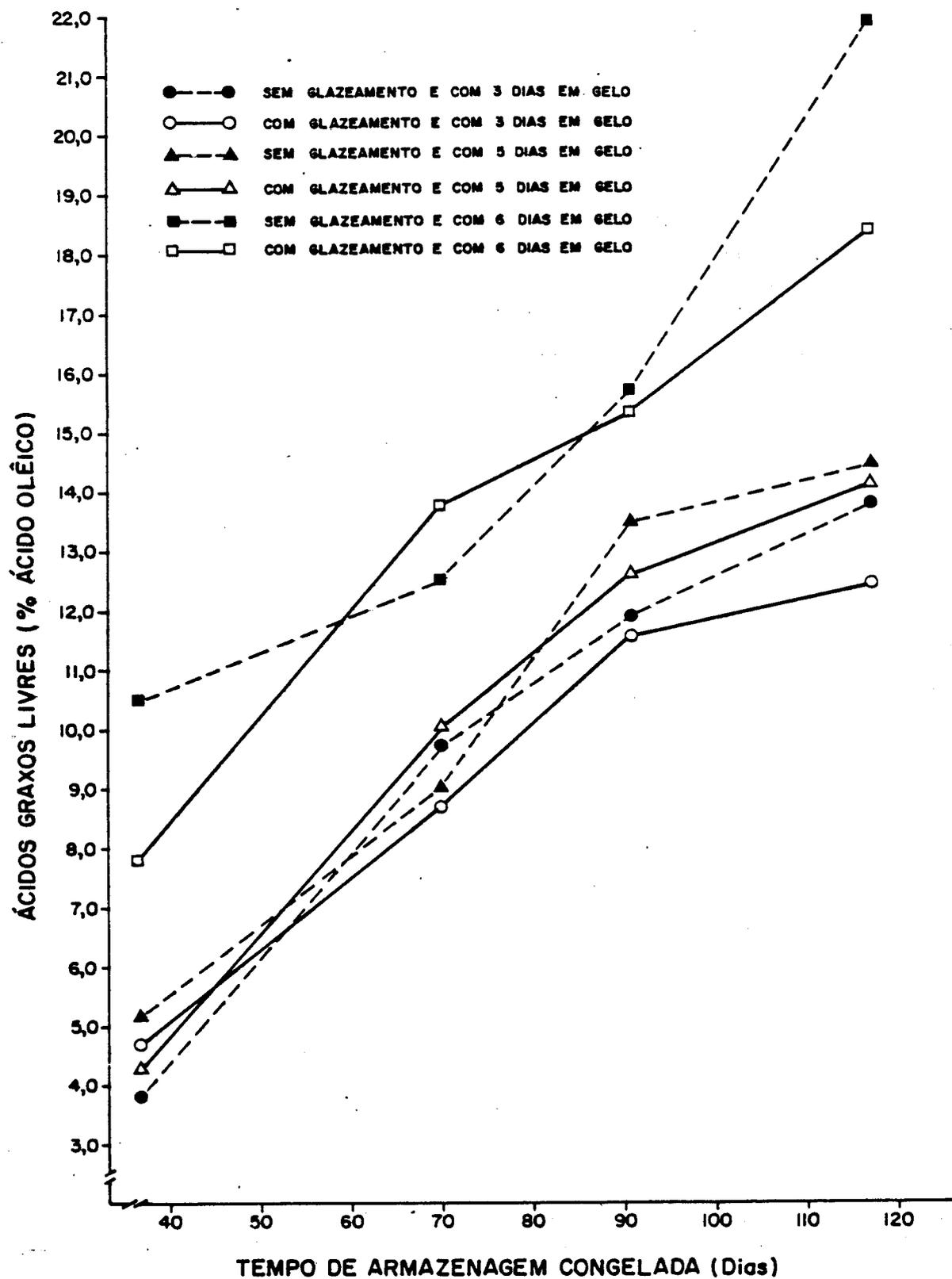


FIGURA 9 - VARIAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS LIVRES NO MÚSCULO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*) ARMAZENADA CONGELADA A TEMPERATURAS DE -12 a -15°C.

4.2.1.7- pH

Os resultados obtidos nesse experimento (Tabela 6), aproximam-se bastante daqueles obtidos por Watanabe (120), tendo ocorrido em ambas pesquisas poucas variações de pH durante a armazenagem congelada das sardinhas.

A variação de pH da sardinha verdadeira armazenada congelada (considerados os resultados dos diversos tratamentos de forma conjunta) foi de 5,9 a 6,5. Verificou-se que SG6 e CG6 tiveram idênticos aumentos de pH em função do aumento do tempo de armazenagem. No entanto, os demais tratamentos de forma isolada tiveram variação não uniforme em função do tempo de armazenagem.

Tabela 6. Resultados de pH da sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897), armazenada congelada por 117 dias à temperaturas de -12 a -15°C .

ARMAZENAGEM CONGELADA (dias)	pH*					
	SC3	CG3	SG5	CG5	SG6	CG6
37	5,9	6,0	6,1	6,1	6,3	6,3
70	6,4	6,5	6,4	6,5	6,4	6,3
91	6,2	6,2	6,2	6,2	6,4	6,4
117	6,3	6,4	6,2	6,4	6,5	6,4

* Médias das amostras em duplicatas.

4.2.1.8. Contagem Total de Mesófilos

Normalmente verifica-se uma redução nas atividades das bactérias do pescado submetido à armazenagem congelada. Entretanto, nesse experimento (Tabela 7) ocorreu o contrário, pois as sardinhas em gelo (antes de serem congeladas) e aquelas com 117 dias de armazenagem congelada, apresentaram as médias de $3,3 \times 10^4$ e $11,6 \times 10^5$ colônias/grama, respectivamente, ocorrendo portanto um leve aumento em seu número. Com 117 dias de armazenagem congelada, a quantidade de bactérias das sardinhas aos diversos tratamentos variou muito pouco. Esses resultados, não combinam com aqueles obtidos por Watanabe (120) em *Sardinella aurita* armazenada congelada a -18°C , pois o número de bactérias diminuiu de 10^4 para 10^3 , correspondendo respectivamente o início e o final da armazenagem congelada. Esse aumento dos níveis de bactérias deveu-se, provavel

mente, às constantes variações de temperatura ocorridas nas câmaras da armazenagem, de natureza industrial, portanto impossíveis de serem controladas.

Considerando que a contagem total média de aeróbios determinada na sardinha verdadeira, no final da armazenagem congelada, foi de $1,16 \times 10^6$ colônias/grama de músculo e que Lane (61) define o limite máximo para a rejeição de pescado armazenado em gelo ou congelado quando é atingido o nível de $2,0 \times 10^6$ colônia/g, então a conclusão deste experimento é a de que a sardinha verdadeira estava ainda aceitável sob o ponto de vista microbiológico, porém encontrava-se muito próximo do seu ponto de rejeição (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios ^(a) relativos ao número total de microrganismos presentes no músculo de sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	Nº DE MICRORGANISMOS POR GRAMA DE AMOSTRA
S3	$1,3 \times 10^5$
C3	$10,2 \times 10^5$
S5	$18,6 \times 10^5$
C5	$16,4 \times 10^5$
S6	$9,5 \times 10^5$
C6	$2,0 \times 10^5$

(a) 3 determinações (com diluições de 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6}) com duplicatas.

(b) os símbolos S e C referem-se aos tratamentos sem e com glazeamento, respectivamente. Os números justapostos indicam os dias de estocagem em gelo antes da armazenagem congelada.

4.2.2- Análise Sensorial

4.2.2.1- Aparência

Considerando-se os tempos de armazenagem congelada da sardinha verdadeira (37, 70, 91 e 117 dias) de forma isolada, foi verificado (Tabela 8) que o tratamento C3 aos 37, 70 e 91 dias diferiu a 5% de todos os outros tratamentos, com exceção da amostra S3 com 37 dias de armazenagem. A aparência da sardinha C3, 4ª coluna, apresentou-se melhor qualitativamente que as demais amostras, com exceção do S3.

Os valores de aparência diminuíram com o tempo da armazenagem congelada, o que, de forma geral, coincidiu com vários testes químicos realizados neste experimento como BVT, PSS/PT, TBA, Índice de Peróxido e AGL. Os resultados da análise sensorial quanto à aparência assemelham aqueles determinados por Watanabe (120) e MacCallum et alii (73).

Tabela 8. Valores ^(a) de aparência para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAGEM CONGELADA (dias)			
	37	70	91	117
S3	5,80	5,71	5,04	4,82
C3	6,07 ^(c)	6,27 ^(c)	6,22 ^(c)	6,32 ^(d)
S5	4,16	4,41	4,49	3,16
C5	5,12	4,29	4,47	3,74
S6	5,01	3,02	2,86	1,14
C6	4,29	3,14	3,51	1,78

(a) média de 6 provadores em 3 repetições (escala de 0 a 9 pontos); a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores; em uma mesma coluna, os valores que diferem significativamente dos outros são assinalados com letras.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) difere ao nível de significância de 5% dos seguintes tratamentos: S5, C5, S6 e C6, pelo teste de Tukey.

(d) difere ao nível da significância de 5% dos seguintes tratamentos: S3, S5, C5, S6 e C6, pelo teste de Tukey.

4.2.2.2- Sabor

Pela análise dos resultados (Tabela 9) levada a efeito em cada período, foi concluído que a sardinha armazenada congelada não se alterou quanto ao sabor.

De uma maneira geral, considerando os diversos tratamentos isoladamente, houve uma queda de sabor da sardinha verdadeira em função do aumento do tempo de sua armazenagem congelada o que pode ser evidenciado

da pelos decréscimos de valores ocorridos na escala hedônica. Essa perda de qualidade foi confirmada também pelos seguintes testes químicos: BVT, PSS/PT, TBA, IP e AGL.

Tabela 9. Valores ^(a) de sabor para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada à temperaturas de -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAGEM CONGELADA (dias)			
	37 ^(c)	70 ^(c)	91 ^(c)	117 ^(c)
S3	5,14	6,44	5,54	4,47
C3	5,12	6,09	5,89	4,85
S5	5,55	5,44	4,93	4,46
C5	5,65	5,88	5,65	4,58
S6	5,93	6,01	5,68	3,38
C6	5,45	5,37	5,25	4,18

(a) média de 6 provadores em 3 repetições; escala de 0 a 9; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazamento; C: com glazamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

4.2.2.3- Odor

Pela análise dos resultados (Tabela 10), concluiu-se que o tratamento C6, considerado somente o tempo de 70 dias de armazenagem congelada, diferiu ao nível de significância de 5%, dos tratamentos C3 e C5. Em outros períodos de armazenagem, o odor não variou quando esses períodos foram considerados de forma isolada.

De uma maneira geral, os valores para o odor da sardinha verdadeira, submetida aos tratamentos mencionados na Tabela 2, diminuíram em função do aumento do seu tempo de armazenagem congelada. Essa perda de qualidade pode ser evidenciada pelos resultados dos seguintes testes químicos: BVT, PSS/PT, TBA, IP e AGL.

Tabela 10. Valores ^(a) de odor para a sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAGEM CONGELADA (dias)			
	37 ^(d)	70	91	117 ^(d)
S3	6,09	5,89	5,73	4,52
C3	5,61	6,66	6,45	5,11
S5	5,31	5,88	5,63	4,32
C5	6,03	6,52	5,72	4,43
S6	6,38	6,06	5,98	3,97
C6	5,31	5,40 ^(c)	5,46	3,96

(a) média de 6 provadores com o total de 18 repetições (escala de 0 a 9,0 pontos); a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3,5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) difere ao nível de 5% dos tratamentos C3 e C5.

(d) os tratamentos não diferem ao nível de 5%.

4.2.2.4- Textura

Pela análise dos resultados da alteração da sardinha verdadeira armazenada congelada (Tabela 11), conclui-se que as amostras submetidas a diversos tratamentos não diferiram ao nível de 5%, com exceção do C5 que, no período de 117 dias de armazenagem, diferiu a 5% dos tratamentos S3, S5, S6 e C6 (apresentou melhor textura). Entretanto, considerando-se esses tratamentos de forma isolada, verificou-se que os valores de textura diminuíram com o aumento dos dias de armazenagem congelada, do que se pode concluir que houve uma perda de qualidade da sardinha. Esse fato já era esperado, pois diversos pesquisadores comprovaram que a textura do pescado altera-se com o aumento do seu tempo de armazenagem congelada (Awad et alii, 8, Dyer, 35, Dyer e Fraser, 38, Dyer e Morton, 40 e Nikkilx e Linko, 80).

Tabela 11. Valores ^(a) de textura para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) armazenada congelada à temperaturas de -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAGEM CONGELADA (dias)			
	37 ^(c)	70 ^(c)	91 ^(c)	117
S3	4,87	5,98	5,00	3,82
C3	4,45	5,93	5,22	4,40 ^d
S5	4,76	4,93	4,60	3,57
C5	4,18	5,46	5,18	4,97
S6	4,64	5,44	5,57	3,44
C6	4,54	5,76	4,72	3,26

(a) média de 6 provadores em 3 repetições (escala de 0 a 9); a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3,5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento, o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) difere ao nível de 5% dos seguintes tratamentos: S3, S5, S6 e C6.

4.3- Sardinha Enlatada

4.3.1- Análise Sensorial

Um estudo da qualidade da sardinha enlatada com a matéria-prima submetida previamente às diversas condições de armazenagens foi realizado baseado em análise sensorial.

4.3.1.1- Cor do músculo

Apesar de apresentar as melhores médias (Tabela 12), o controle só se apresentou significativamente superior aos demais tratamentos no segundo período de análises (correspondente a 70 dias de armazenagem congelada). A partir do terceiro período de análises (correspondendo a 91 e 117 dias de armazenagem congelada) houve uma maior presença de sardinhas apresentando-se avermelhadas nas proximidades dos opérculos e com traumas, com relação às sardinhas com 37 e 70 dias de armazenagem congelada.

De um modo geral não foram notadas grandes alterações da cor do produto enlatado em função do tempo de armazenagem congelada da matéria-prima.

Tabela 12. Valores ^(a) de cor para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37 ^(c)	70	91 ^(c)	117 ^(c)
CONTROLE	8,97	9,31 ^(d)	8,74	8,93
S3	8,86	7,88	8,58	8,03
C3	8,76	7,45	8,49	7,70
S5	8,53	8,14	7,87	8,45
C5	8,81	7,80	8,16	7,99
S6	8,83	7,16	8,29	7,66
C6	8,74	7,92	7,74	7,95

(a) média de 6 provadores em 4 repetições escala de 0 a 10; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) significativamente superior aos outros tratamentos ao nível de 5%.

4.3.1.2- Odor e Sabor

Os resultados dos exames sensoriais quanto a odor e sabor da sardinha verdadeira podem ser vistos nas Tabelas 13 (odor) e Tabela 14 (sabor).

O controle não se mostrou significativamente diferente dos demais tratamentos em nenhum dos períodos de armazenagem congelada.

De uma maneira geral, notou-se uma redução nos valores de odor e sabor do enlatado em função do tempo de armazenamento congelado da matéria-prima. Isto deveu-se, provavelmente, à oxidação gradual dos lipídios da sardinha (quando ainda estava armazenada congelada). Essa oxidação foi medida pelos testes de aferição de rancidez como o TBA e o Índi

ce de Peróxido. No enlatado, mesmo após 117 dias de armazenamento congelado, os valores para odor dos tratamentos em geral situaram-se entre 6,0 e 7,0 o que corresponde a um odor neutro a ligeiramente agradável (Figura 2, Tabela 13) e, portanto, ainda aceitável sob o ponto de vista comercial.

No caso do sabor, esta redução deu-se na faixa de ligeiramente bom a regularmente bom (correspondente aos 37 dias de armazenamento) para a faixa de ligeiramente bom a ligeiramente rançoso (correspondente aos 117 dias de armazenamento) (Figura 2, Tabela 14).

Tabela 13. Valores ^(a) de odor para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37 ^(c)	70 ^(c)	91 ^(c)	117 ^(c)
CONTROLE	7,74	7,75	6,87	6,83
S3	8,14	7,21	6,95	7,53
C3	7,85	7,68	7,12	7,16
S5	7,56	7,19	7,03	7,00
C5	7,64	6,89	6,32	6,62
S6	7,44	6,65	6,70	6,68
C6	7,36	7,41	6,33	6,37

(a) média de 6 provadores em 4 repetições; escala de 0 a 10; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo de congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

Tabela 14. Valores ^(a) de sabor para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DO ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37 ^(c)	70 ^(c)	91 ^(c)	117 ^(c)
CONTROLE	7,59	6,57	6,37	6,50
S3	7,51	7,02	7,08	6,96
C3	7,79	7,24	6,66	6,50
S5	6,93	6,81	6,87	5,75
C5	7,76	6,86	6,75	6,41
S6	7,13	7,09	6,33	6,41
C6	7,36	6,97	6,12	6,78

(a) média de 6 provadores em 4 repetições; escala de 0 a 10; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

4.3.1.3- Textura

De um modo geral, os produtos elaborados com matéria-prima congelada não diferiram significativamente do controle (Tabela 15). As exceções foram os tratamentos S3 e C3 relativos a 37 dias e S3 e S5 relativos a 117 dias, os quais se apresentaram significativamente superiores aos demais.

De uma maneira geral, notou-se uma redução nos valores de textura do produto enlatado em função do tempo de armazenamento congelado da matéria-prima. Isto deveu-se, provavelmente, à desnaturação gradual das proteínas da sardinha (quando armazenada congelada) que foi detectada quimicamente através do teste para averiguar a insolubilização das proteínas (relação entre proteína solúvel em sal e proteína total). No entanto, o aumento da rigidez da carne do pescado em função do tempo de armazenamento congelado não foi muito grande: os valores de textura caíram da faixa de 7 a 8,5 (regularmente firme) aos 37 dias de armazenamento para a faixa de 6,0 a 7,0 (neutro a ligeiramente firme) aos 117 dias (Figura 2, Tabela 15).

Tabela 15. Valores ^(a) de textura para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37	70 ^(c)	91	117 ^(c)
CONTROLE	7,95	6,69	6,74	6,07
S3	8,79 ^(d)	7,57	7,37 ^(e)	6,99
C3	8,50 ^(d)	7,38	6,66	6,87
S5	7,65	7,78	7,08 ^(e)	6,93
C5	8,23	7,93	6,49	6,95
S6	7,59	6,53	6,62	6,63
C6	7,84	6,58	6,16	6,23

(a) média de 6 provadores em 4 repetições; escala de 0 a 10; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6; dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) significativamente superiores aos outros tratamentos ao nível de 5%; S3 e C3 não diferem entre si ao nível de 5%.

(e) os tratamentos assinalados com esta letra não diferem entre si ao nível de 5% mas são significativamente superiores aos demais tratamentos ao nível de 5%.

4.3.1.4- Aspecto do óleo

De uma maneira geral, todos os tratamentos que envolveram congelamento da matéria-prima antes do enlatamento apresentaram um aumento gradual na turbidez do óleo de enchimento das latas em função do tempo de armazenamento congelado da matéria-prima (Tabela 16). Uma tendência inversa foi observada com relação ao controle (produto elaborado de matéria-prima não congelada): o óleo tornou-se gradualmente mais límpido com o tempo. O controle (juntamente com o tratamento C5) apresentou o óleo mais turvo de todos os tratamentos no primeiro período de análise. Já no último período, juntamente com tratamento S3, o controle apresentou-se com o óleo mais límpido de todos os tratamentos. Tal fato talvez

possa estar relacionado a uma maior separação de água da fase oleosa com o tempo (Figura 3, Tabela 17).

Tabela 16. Valores ^(a) de aspecto do óleo para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37	70 ^(c)	91	117
CONTROLE	3,56 ^(d)	3,83	4,03	5,28 ^(e)
S3	5,23	4,06	4,78 ^(e)	4,41 ^(e)
C3	5,37	4,77	4,49 ^(e)	2,91
S5	4,75	2,85	4,37	3,03
C5	4,51 ^(d)	4,42	3,53	3,12
S6	5,41	3,98	4,33	3,99
C6	4,68	3,29	3,95	3,78

(a) média de 6 provadores em 4 repetições, escala de 0 a 7, a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento, o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) os tratamentos assinalados com esta letra não diferem entre si ao nível de 5% mas são significativamente inferiores aos demais tratamentos ao nível de 5%.

(e) os tratamentos assinalados com esta letra não diferem entre si ao nível de 5% mas são significativamente superiores aos demais ao nível de 5%.

4.3.1.5- Presença de água no óleo

Em geral, os produtos elaborados com o pescado previamente congelado não diferiram significativamente do controle (Tabela 17). As exceções foram os tratamentos C3, S5 e S6 relativos a 91 dias de estocagem congelada, que apresentaram menor teor de água no óleo. No período relativo a 117 dias de armazenagem, o controle foi o tratamento que apresentou o maior teor de água no óleo indicando que, de alguma forma,

o tempo de estocagem congelada parece influir neste parâmetro. É possível que as razões para este fato estejam relacionadas às mesmas causas que resultaram em um óleo mais límpido nos tratamentos que apresentaram matéria-prima congelada (Tabela 16).

Tabela 17. Valores ^(a) de presença de água no óleo para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir da matéria-prima armazenada a -12 a -15°C.

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37 ^(c)	70 ^(c)	91	117
CONTROLE	3,47	3,63	3,03	3,08 ^(f)
S3	3,57	4,50	3,04	3,99
C3	4,56	5,06	3,29 ^(d)	4,37
S5	4,37	3,65	3,82 ^(d)	4,45
C5	3,61	4,92	2,95	4,62
S6	3,73	4,02	3,78 ^(d)	4,95 ^(e)
C6	4,96	3,60	3,45	4,62

(a) média de 6 provadores em 4 repetições: escala de 0 a 7; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento: C: com glazeamento: 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento: o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) os tratamentos assinalados com esta letra não diferem entre si ao nível de 5% mas são significativamente superiores aos demais ao nível de 5%.

(e) significativamente superior ao controle e a S3 ao nível de 5% mas não difere dos demais ao nível de 5%.

(f) significativamente inferior a todos os outros tratamentos ao nível de 5%.

4.3.1.6- Aspecto do músculo

Esta foi a característica sensorial que melhor diferenciou o controle dos tratamentos em que se utilizou a matéria-prima congelada (Tabela 18). Com exceção do segundo período de análise, onde não se notou diferença significativa entre os tratamentos, o estado do músculo

do pescado enlatado sem congelamento prévio (controle) apresentou-se significativamente superior aos dos outros tratamentos. Isto parece indicar que o armazenamento congelado influi decisivamente na qualidade do pescado enlatado, prejudicando o aspecto do músculo.

Tabela 18. Valores ^(a) de aspecto do músculo para sardinha (*Sardinella brasiliensis*, Steindachner 1897) enlatada a partir de matéria-prima armazenada a -12° a -15°C .

TRATAMENTO ^(b)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO CONGELADO (dias)			
	37	70 ^(c)	91	117
CONTROLE	6,64 ^(d)	6,93	6,74 ^(e)	6,66 ^(d)
S3	5,72	6,14	5,74	5,87
C3	6,34	5,96	6,28 ^(e)	5,91
S5	5,72	5,79	5,70	5,66
C5	5,57	5,92	5,85	5,62
S6	5,42	5,49	5,28	4,62
C6	5,24	5,57	5,20	5,45

(a) média de 6 provadores em 4 repetições; escala de 0 a 7; a qualidade foi classificada em ordem crescente dos valores.

(b) S: sem glazeamento; C: com glazeamento; 3, 5 e 6: dias de estocagem em gelo antes do congelamento; o controle não foi congelado.

(c) os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5%.

(d) significativamente superior aos outros tratamentos ao nível de 5%.

(e) os tratamentos assinalados com esta letra não diferem entre si ao nível de 5% mas são superiores aos outros tratamentos ao nível de 5%.

5. CONCLUSÕES

A) Sardinha acondicionada em gelo

A análise sensorial e os testes: físicos (pH), microbiológico (contagem total de mesófilos) e os químicos (trimetilamina, bases voláteis totais, percentagem de proteína solúvel, ácidos graxos livres, índice de peróxido e ácido tiobarbitúrico), realizados na *Sardinella brasiliensis* (acondicionada em gelo por 3, 5 e 6 dias) com objetivo de se ter um referencial, revelaram que a espécie estudada estava em boas condições sanitárias e de qualidade.

B) Sardinha armazenada congelada

1. Dentre os diversos testes químicos utilizados na avaliação de qualidade da sardinha verdadeira, em função do seu tempo de armazenagem congelada, os que apresentaram resultados satisfatórios foram: Bases Voláteis Totais, Percentagem de proteína solúvel, Ácidos Graxos Livres, Índice de Peróxido e Ácido Tiobarbitúrico.
2. Os resultados dos testes de Índice de Peróxido e Ácido Tiobarbitúrico indicaram uma vida útil de 70 dias para a sardinha verdadeira armazenada congelada enquanto o teste de Bases Voláteis Totais revelaram um limite de 117 dias.
3. O teste de solubilidade das proteínas indicou, em consonância com o teste de Ácidos Graxos Livres, que houve a desnaturação das proteínas em função do aumento do tempo de armazenagem congelada. O primeiro teste revelou que a sardinha verdadeira apresentou-se com muito menor grau de desnaturação do que a sardinha com 70, 91 e 117 dias de armazenagem congelada.
4. Os parâmetros sensoriais da sardinha verdadeira, armazenada congelada nos períodos de 37, 70, 91 e 117 dias, tiveram as seguintes variações:
 - Aparência: a sardinha congelada, com prévia estocagem em gelo por 3 dias, apresentou-se qualitativamente melhor que a dos demais tratamentos;
 - Odor: a sardinha congelada, com prévia estocagem em gelo por 6 dias e com 70 dias de armazenagem, apresentou-se com pior qualidade que as sardinhas congeladas com prévia estocagem em gelo por 3 e 5 dias.

- Sabor e Textura: nenhum dos tratamentos estudados apresentou diferença significativa com relação aos demais tratamentos.
5. O glazeamento não surtiu os efeitos satisfatórios para ser recomendado como um meio de proteção contra a rancificação da sardinha congelada destinada ao enlatamento.
 6. De uma maneira geral, baseado nos resultados dos testes químicos e sensoriais, é possível concluir que a qualidade da sardinha diminui em função do tempo de armazenagem congelada.

C) Sardinha enlatada

1. De uma maneira geral, a qualidade do produto enlatado elaborado a partir de matéria-prima armazenada congelada não diferiu estatisticamente do produto convencional com relação aos parâmetros: cor do músculo, aspecto do óleo e presença de água no óleo. A principal diferença entre os dois tipos de produtos se refere ao estado do músculo. O produto convencional mostrou-se muito mais íntegro.
2. Verificou-se que houve uma tendência de redução nos valores de odor e sabor do enlatado em função do aumento do tempo de armazenagem congelada da matéria-prima. Quanto ao odor, o enlatado originário de matéria-prima de 91 e 117 dias de armazenagem congelada apresentou-se com um odor neutro a ligeiramente agradável, enquanto o sabor, ligeiramente bom a ligeiramente rançoso. Os níveis mais baixos quanto a essas características foram detectados no produto enlatado proveniente de matéria-prima armazenada congelada e com estocagem prévia em gelo de 6 dias.
3. Houve, de uma maneira geral, uma redução nos valores de textura do produto enlatado em função do aumento do tempo de armazenagem congelada. A textura do músculo da sardinha enlatada passou de regularmente firme ao estado de neutro a ligeiramente firme (conserva originária de matéria-prima com 117 dias de armazenagem congelada).
4. Todos os tratamentos que envolveram congelamento de matéria-prima antes do enlatamento apresentaram de uma maneira geral um aumento da turbidez do óleo de enchimento das latas em função do tempo de armazenagem.
5. Entre os produtos que foram elaborados com matéria-prima submetida a estocagem em gelo por 3, 5 e 6 dias e posteriormente congelada, aqueles originários de sardinha com 3 dias em gelo foram os

que apresentaram as melhores médias com relação aos diversos parâmetros sensoriais analisados. No entanto, de uma maneira geral, as diferenças não se apresentaram estatisticamente significativas.

6. A sardinha enlatada com matéria-prima que foi previamente glazeada não diferiu do produto enlatado cuja sardinha não foi submetida ao glazeamento.
7. A qualidade da conserva elaborada com matéria-prima previamente congelada está associada ao tempo de armazenagem congelado do pescado, sendo tanto pior quanto maior o seu tempo de armazenamento. No entanto, até 70 dias de estocagem a -12° a -15°C , as diferenças com o produto elaborado com matéria-prima sem congelamento prévio se apresentaram pequenas, em relação ao produto convencional. Isto indica que, nestas condições, é possível estocar pescado no estado congelado para depois utilizá-lo como matéria-prima para o enlatamento durante o período de defeso.

BIBLIOGRAFIA

01. ACKMAN, R.G. Marine lipids and fatty acids in human nutrition. In: KREUZER, R., ed. **Fishery Products**. London, Fishing News (Books), ed. 1974. p. 112-131.
02. _____. The influence of lipids on fish quality. **J. Fd. Technol.** 2: 169-181, 1967.
03. ADDISON, R.F. et alii. Free fatty acids of herring oils: Possible derivation from both phospholipids and triglycerides in fresh herring. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, 26: 1577-1583, 1969.
04. AMANO, K. & YAMADA, K. Formaldehyde formation from trimethylamine oxide by the action of pyloric caeca of cod. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Tokio**, 30 (8): 639-645, 1964.
05. ANDERSON, M.L. & RAVESI, E.M. On the nature of the association of protein in frozen-stored cod muscle. **J. Fd. Sci.**, 35: 551-558, 1970.
06. _____. Relation between protein extractability and free acid production in cod muscle aged in ice. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, 25 (10): 2059-2069, 1968.
07. ANÔNIMO. Conserva, o setor mais seguro da nossa pesca. **Rev. Nac. Pesca.** 150: 8-12, 1975.
08. AWAD, A. et alii. Deterioration of fresh-water whitefish muscle during frozen storage at -10°C . **J. Fd. Sci.**, 34: 1-9, 1969.
09. BANKS, A. The development of rancidity in cold-stored herrings: The influence of some antioxidantes. **J. Sci. Fd. Agr.**, 3 (6): 250-256, 1952.
10. _____. The storage of fish with special reference to the onset of rancidity. I. The cold-storage of herring. **J. Soc. Chem. Ind.**, 57: 124-128, 1938.
11. BARHDUMI, M. Essai de conservation de la sardine par la glace et leau de refroid. **FAO Fish. Rep./FAO Rapp. Pêches.**, 252:8p, 1985.
12. BEIRÃO, L.H. Parâmetros de avaliação da maturação de sardinha (*Sardinella brasiliensis*, S.) no processo de anchovagem. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, 1979. 101 p. Tese (mestrado) - UNICAMP.

13. BILINSKI, E. et alii. Chill stowage and development of rancidity in frozen Pacific herring, *Clupea harengus palasi*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 35 473-477, 1978.
14. BIDENKO, M. et alii. Technology of processing of Atlantic Sardine. In: KREUZER, R., ed. *Fishery Products*. London, Fishing News Ltd, 1974. p. 206-212.
15. BLIGH, E.G. Lipid hydrolysis in frozen cod muscle. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 18 (1): 143-145, 1961.
16. BLIGH, E.G. & DYER, W.L. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37 (8): 911-917, 1959.
17. BLIGH, E.G. & SCOTT, M.A. Lipids of cod muscle and effect of frozen storage. *J. Fish. Bd. Can.*, 23 (7): 1025-1036, 1966.
18. BOSUND, I. & GANROT, B. Lipid hydrolysis in frozen baltic herring. *J. Fd. Sci.*, 34: 13-18, 1969.
19. BOTTA, J.R. & SHAW, D.H. Effect of double freezing and subsequent long-term refrozen storage at -23°C on the quality of inshore male capelin (*Mallotus villosus*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 35: 452-456, 1978.
20. BRASIL. GOVERNO DE SÃO PAULO. Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas (nº 9, Inciso 6). Decreto nº 12. 486 de 20/10/78.
21. BUTTKUS, H. The reaction of myosin with malonaldehyde. *J. Fd.Sci.*, 32: 432-434, 1967.
22. CASTELL, C. H. Metal-catalyzed lipid oxidation and changes of proteins in fish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 48: 645-649, 1971.
23. _____. Simultaneous measurements of trimethylamine in fish, and their use for estimating quality of frozen-stored gadoid filets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 31 (4): 383-389, 1974.
24. CASTELL, C.M. & MACLEAN, J. Rancidity in lean fish muscle III. The inhibiting effect of bacterial activity. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 21 (6): 1371-1377, 1964.
25. CHEFTEL, H. The canning of the sardine, *Clupea pilchardus* Walbaum. In: BORGSTROM, G., ed. *Fish as Food*. 10ª ed. New York, Academic Press, 1965. v. 4, p. 247-263.

26. CIDA/FAO. A collection of analytical methods and testing procedures for the assessment of fish and shellfish quality. Training Course in Fish Handling, Plant Sanitation Quality Control and Fish Inspection. Dakar, Senegal, 10 October - 4 November 1977, 55p.
27. CONNELL, J.J. Changes in the eating quality of frozen - stored cod and associated chemical and physical changes. In: KREUZER, R., ed. **Freezing and irradiation of fish**. Londres, Fishing News (Book)/FAO, 1969. p. 323-338.
28. COWIE, W.P. & LITTLE, W. T. The relationship between the toughness of cod stored at -29°C and its muscle protein solubility and pH. **J. Fd. Technol.**, 1: 335-345, 1966.
29. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (DIPOA) - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Curitiba Imprensa "SALEM", 1973, p. 129.
30. DELAUNAY, H. Excretion. In: PITMAN, I., ed. **The biology of marine animal**. 2ª ed., London, 1967. p. 276-301.
31. DENG, J.C. Effect of iced storage on fatty acid production and lipid oxidation in mullet muscle. **J. Fd. Sci.**, 43: 337-340, 1978.
32. DESAI, J.D. & TAPPEL, A.L. Damage to proteins by peroxidized lipids. **J. Lipid Res.** 4: 204-207, 1963.
33. DYER, W.J. Deterioration and storage life of frozen fish. In: PERGAMON PRESS, ed. **Recent Advances in Food Science (low temperature biology of food-stuffs)**. Hungary, 1968. p.429-447.
34. _____. Frozen fish muscle - chemical changes and organoleptic quality. **Cryobiology.**, 3 (4): 297-305, 1967.
35. _____. Protein denaturation in frozen and stored fish. **Food Research.**, 16: 522-527, 1951.
36. _____. Speed of freezing and quality of frozen fish. In: KREUZER, R., ed. **Fish Inspection and Quality Control of Frozen Fish**. London, Fishing News/FAO, 1971. p. 202-205.
37. DYER et alii. Storage of frozen rosefish fillets. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, 13: 569-572, 1956.

38. DYER, W.J. & FRASER, D.I. Cooking method and palatability of frozen cod fillets of various qualities. *J. Fish. Res. Can.*, 21 (3): 577-589, 1964.
39. _____. Protein in fish muscle-13. Lipid Hydrolysis. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 16: 43-46, 1959.
40. DYER, W.J. & MORTON, M.L. Storage of frozen plaice fillets. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 13 (1): 129-134, 1956.
41. ENSER, M. Factors affecting the development of oxidative rancidity in frozen meat. In: CURRING, C.L., ed. *Meat freezing-Why and how?* Bristol, Meat Research Institute of Langford, 1974. v.3, t. 11, p. 11.1-11.11.
42. ESCÓCIA. TORRY RESEARCH STATION. Cold storage of frozen fish. *Torry Advisory Note.*, 28: 1-11, 1967.
43. FAO. *Yearbook of fishery statistics*. Roma, FAO, 52: 77-78, 1982.
44. FARBER, L. Freshness tests. In: BORGSTROM, G., ed. *Fish as Food*. New York, Academic Press, 1965. v. IV, part 2, p. 70-93.
45. FENNEMA, O.R. et alii. Characteristics of food myosystems and their behavior during freeze-preservation. In: MARCEL DEKKER INC., ed. *Low-temperature preservation of foods*. New York, 1973. p. 310-351.
46. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 4ª ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luís de Queirós-USP, 1970. 430p.
47. GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation: a review. *J. Amer. Oil Chem.Soc.*, 55: 539-546, 1978.
48. GREIG, R.A. Extending the shelf life of frozen chub (*Leucichthys hoyi*) fillets through the use of ascorbic acid dips. *Fish. Ind. Res.*, 4: 23-27, 1967.
49. HARDY, R. et alii. Lipid and autoxidative changes in cold stored (*Gadus morhua*). *J. Sci. Fd. Agric.*, 30: 999-1006, 1979.
50. HEEN, E. & KARSTI, O. Fish and shellfish freezing. In: BORGSTROM, G., ed. *Fish as Food*. 10ª ed. New York, Academic Press, 1965. v.4, p. 335-418.
51. HUGHES, R.B. Chemical studies on the herring (*Clupea harengus*). VIII-Further observations on the production of carbonyls in heat-processed herrings. *J. Sci. Fd. Agric.*, 14: 893-903, 1963.

52. HUSS, H.H. et alii. The influence of hygiene in catch handling on the storage life of iced cod and plaice. *J. Food Techn.*, 9:213-221, 1974.
53. INSTITUTO ADOLFO LUTZ, São Paulo. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 1976. v. 1.
54. ITÔ, Y. et alii. Seasonal variation of the chemical composition of sardine. *Construções Inst. Ocean. Univ. São Paulo.*, 6:1-8, 1969.
55. KAREL, M. et alii. Freezing. In:____., *Principles of Food Science Parte II Physical Principles of Food Preservation*. Marcel DEKKER Inc., 1975. v.2, cap.9, p. 206-241.
56. KAY, M. Influência do processamento na qualidade de conservas de pescado. In: *SEMINÁRIO SOBRE A INDUSTRIALIZAÇÃO DE CONSERVAS DE PESCADO*, 1. Campinas, 1980. ITAL, p. IV/1-IV/18.
57. KEAY, J.N. et alii. Chub mackerel of Thailand (*Rastrelliger neglectus*, Van Kampen): A short study of its chemical composition, cold storage and canning properties. *J. Sci. Fd. Agric.*, 23: 1359-1368, 1972.
58. KIETZMANN, U. Evaluation of quality of frozen fish and fish portions. In: KREUZER, R., ed. *Freezing and Irradiation of Fish*. Madrid, Fishing News/FAO, 1969. p. 358-360.
59. KING, F.J. et alii. Reaction of cod actomyosin with linoleic and linolenic acids. *J. Fd. Sci.*, 27: 363-366, 1962.
60. KWON, T.W. et alii. Reactivity of malonaldehyde with food constituents. *J. Fd. Sci.*, 30: 808-813, 1965.
61. LANE, J.P. Recommendations for the sanitary operation of plants that process fresh and frozen fish. *Fishery Indust. Res.*, 6 (2): 63-82, 1970.
62. _____. Time-temperature tolerance of frozen seafoods. I. Review of some of the recent literature on the storage life of frozen fishery products. *Fd. Technol.*, 18: 157-162, 1964.
63. LAYCOCK, R.A. & REGIER, L.W. Trimethylamine-producing bacteria on haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) fillets during refrigerated storage. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28 (3): 305-309, 1971.

64. LEITÃO, M.F.F. et alii. Transformações microbiológicas, químicas e organolépticas em sardinha (*Sardinella aurita*) armazenada sob refrigeração. Col. ITAL., 7(1):117-137, 1976.
65. LEITE, J.G.A.P. et alii. Variação sazonal da composição química da sardinha verdadeira (*Sardinella aurita*). Inst. Pesq. Mar., 53:1-7, 1971.
66. LEKSHMY, A. et alii. Rate of survival of organism of sanitary significance during freezing and subsequent storage. FAO, Fisheries Rep., 53(2):1-13, 1968.
67. LIMA DOS SANTOS, C.A.M. Aspectos da deterioração da cavalinhado Atlântico Norte (*Scomber scombrus*) armazenada em gelo. Bol. Informativo DIPES/SIPA, 8:1-13, 1978.
68. LIMA DOS SANTOS, C.A.M. et alii. Guidelines for chilled fish storage experiments. FAO Fish. Tech. Paper., 210:1-22, 1981.
69. LISTON, J. et alii. Bases químicas y bacteriológicas de las alteraciones del pescado. In: STANSBY, M.E., Tecnología de la industria pesqueira. Zaragoza, Editorial Acribia, 1968. p.403-416.
70. LONDAHL, G. & NILSSON, T. Glazing of frozen foods. In: CUTTING, C. L., ed. Meat freezing-why and how? Bristol, Meat Research, 1974, 3(28):28.1-28.7.
71. LOVERN, J.A. The lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. In: HEEN, E. & KREUZER, R., ed. London, Fishing News, 1962, p.86-111.
72. LOVERN, J.A. & OLLEY, J. inhibition and promotion of post-mortem lipid hydrolysis in the flesh of fish. J. Fd.Sci., 27:551-558, 1962.
73. MACCALLUM, W.A. et alii. Quality of sardines (*Clupea pilchardus*, Walb.) held unfrozen and frozen prior to canning. Food Techn., 29:432-438, 1956.
74. MAIA, E.L. Composição, conservação e utilização do curimatá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner 1881. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, 1980. 130p. Tese (mestrado)-UNICAMP.
75. MATSUURA, Y. O ciclo de vida da sardinha verdadeira (Introdução à Oceanografia Pesqueira). Publicação Especial Inst. Oceanog. São Paulo, 4:1-146, 1977.
76. MENDES, M.H.M. Evolução das bases voláteis totais e da trimetilamina em pescado e o seu uso como indicador de qualidade. São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 1974. 63p. Tese (mestrado)-USP.
77. MORAIS, C. et alii. Avaliação da qualidade de conservas de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) elaboradas com peixe congelado. Bol. SBCTA, 49:71-81, 1979.

78. MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial de alimentos**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. UNICAMP, 1978. 87p.
79. NEVES FILHO, L.C. **et alii**. Congelamento, Armazenamento e Distribuição de Pescado. **Rev. Nac. Pesca**, 129:11-14, 1973.
80. NIKKILX, O.E. & LINKO, R.R. Freezing, packaging and frozen storage of fish. **Food Research**, 21(1):42-46, 1956.
81. NOGUCHI, E. Freshness of fish meat. In: _____. **Utilization of marine resourch Tokio**, Overseas Technical Cooperation Agency. 1972, p.18-25.
82. OLLEY, J. **et alii**. A critical look at two objective tests for cold storage deterioration. **J. Food. Sci. Techn.**, 2:207-216, 1967.
83. _____. Lipase and phospholipase activity in fish skeletal muscle and its relationship to protein denaturation. **J. Sci. Food Agric.**, 13:501-514, 1962.
84. PAWAR, S.S. & MAGAR, N.G. Chemical changes during frozen-storage of pomphrets, mackerel, and sardines. **J. Food Sci.**, 31:87-93, 1966.
85. PEREPLETCHIK, R.R. & NOVIKOVA, E.I. Storage of frozen fish glazed by the addition of antioxidants. In: **Selected articles from technology of fish processing**. Moscow, Food Industry Publishing House, 1958. p.135-141.
86. PETERS, J.A. **et alii**. Effect of chilled storage on the frozen storage life of Whiting. **Food Techn.**, 17:109-111, 1963.
87. PILLAI, V.K. Utilization of sardinella resourch in India. In: KREUZER, R., ed. **Fishery Products**. London, Fishing News (Books) Ltd. 1974. p.212-215.
88. RAMA, A.M. & MARAMOROS, E.G. Empleo del frio en la utilization de pequeñas espécies pelágicas. **FAO Fish. Rep.**, 252:127-134, 1981.
89. RIBEIRO, A.M.R. **et alii**. Índices de frescura da sardinha (*Sardina pilchardus*). **Inst. Nac. Invest. Industr.** Lisboa, 1:1-27, 1963.
90. RIJAVEC, L. & AMARAL, J.C. Distribuição e abundância de peixes pelágicos na costa Sul e Sudeste do Brasil. (Resultados da pesquisa com eco-integrador). **Série Doc. Tec. PDP.**, Brasília, 24:55p.
91. SECRETARIA DE INSPEÇÃO DE PRODUTO ANIMAL (SIPA). **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA**. **Bol. Anual Estatís.** Brasília, DF. 1980. 157p.
92. SHARF, J.M. **Recommended methods for microbiology examination of foods**. 2ª ed. Washington, American Public Hearth Association, 1966. 205p.
93. SHAW, D. H. & BOTTA, J.R. Chemical and sensory in round inshore male capelin (*Mallotus villosus*) during prolonged storage for 24 months at -23°C. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, 34:209-214, 1977.

94. _____. Preservation of inshore male capelin (*Mallotus villosus*) stored in refrigerated sea water. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 32:2047-2053, 1975.
95. SHENOY, A.V. & PILLAI, V. K. Freezing characteristics of tropical fishes. I. Indian oil sardine. *Fish. Techn.*, VIII(1):37-41, 1971.
96. SHEWAN, J.M. et alii. The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice. *J.Sci. Food Agric.*, 4:283-298, 1953.
97. _____. Technical Conference on Fish Inspection and Quality Control Rome, FAO, FE:FIC/69/R116, 1 dec. (1969).
98. _____. The estimation of trimethylamine in fish muscle. In: kreuzer, R., ed. *Fish Inspection and Quality Control*. London, Fishing News and FAO, 1971. p.183-186.
99. SIGURDSON, G.J. Comparison of chemical tests of the quality of fish. *Anal. Chem.* (Anal. ed.), 19:892-902, 1947.
100. SIKORSKI, Z. et alii. Protein changes in frozen fish. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 8:97-129, 1976.
101. SINNHUBER, R.O. & YU, T.C. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. II. The quantitative determination of malonaldehyde. *Fd. Techn.*, 12(1):9-12, 1958.
102. SLABYJ, B.M. & TRUE, R.H. Effect of preprocess holding on the quality of canned Maine sardines. *J. Food Sci.*, 43:1172-1176, 1978.
103. STANSBY, M.E. et alii. Determining volatile bases in fish (Comparison of precision of certain methods). *Ind. Eng. Chem.*, 16:593-596, 1944.
104. _____. Factors to be considered in the freezing and cold storage of fishery products. Washington. *Fish and Wildlife Service of Bureau of Commercial Fisheries.*, 3:1-37
105. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESCA (SUDEPE). MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Portaria da SUDEPE nº11/84. Brasília, abr. 1984.
106. _____. Relatório de reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha. Brasília, out. 1978.
107. _____. Relatório de reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha. Brasília, nov. 1976, 26p.
108. _____. Relatório de reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha. Brasília, 1980, 60p.
109. _____. Relatório de reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha. Brasília, nov. 1981, 30p.
110. _____. Relatório de reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha, São Paulo, SP, 1982, 64p.

111. TANAKA, T. Freezing preservation of fish and other marine products. In: _____. **Utilization of marine products**. Tokio, Overseas Technical Cooperation Agency., 1972. p.47-48.
112. TOKUNAGA, T. Trimethylamine oxide and its decomposition in the bloody muscle of fish- I. TMAO, TMA and DMA contents in ordinary and bloody muscles. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.**, 36(5):502-509, 1970 (Sumário em inglês).
113. TOMIYASU, Y. & ZENITANI, B. Spoilage of fish and its preservation by chemical agents. **Adv. Food Research**, 7:41-81, 1957.
114. TORTEN, J. & WHITAKER, J.R. Evaluation of the biuret and dye-binding methods for protein determination in meats. **J. Food Sci.**, 29:168-174, 1964.
115. UCHIYAMA, H. et alii. Analytical methods for estimating freshness of fish. In: _____. **Utilization of marine products**. Tokio, Overseas Technical Cooperation Agency, 1972. p.204-240.
116. UMEMOTO, S. Fundamentals of chemical experiments. In: OKADA, M., ed. **Utilization of marine products**. Tokio, Overseas Technical Cooperation Agency, 1972, p.147-159
117. VYNCKE, W. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scomber*, L.) **Expert. Committee on Fish and Shellfish Hygiene.**, FAO/WHO, Geneva, sept., 1973.
118. _____. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, 72(12):1084-1087, 1970.
119. ZAMBONI, C.Q. Verificação da deterioração da sardinha (*Sardinella aurita*) por microdifusão (Método de Conway). **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 22/23:73-76, 1962/1963.
120. WATANABE, K. Sardinha congelada: alterações durante armazenamento a -18°C . **Inst. Ocean. USP.**, 207:1-12, 1965.
121. WOOLFE, M.E. The effect of smoking and drying on the lipids of West African herring (*Sardinella* spp.). **J. Food Techn.**, 10:512-522, 1975.

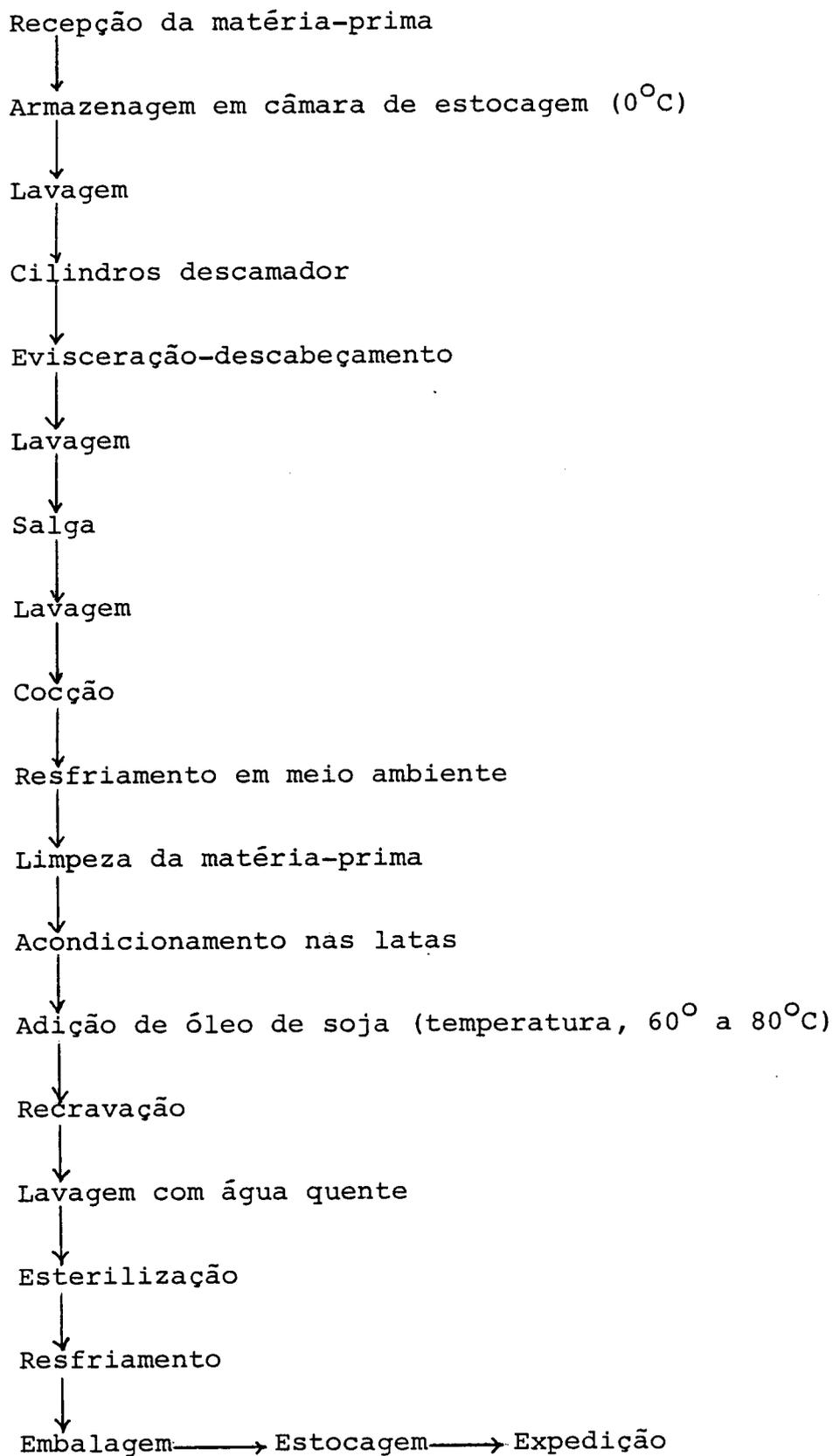


Figura 10 - Fluxograma das operações de processamento da sardinha em conserva praticado pela S/A Alcyon Indústria de Pesca.

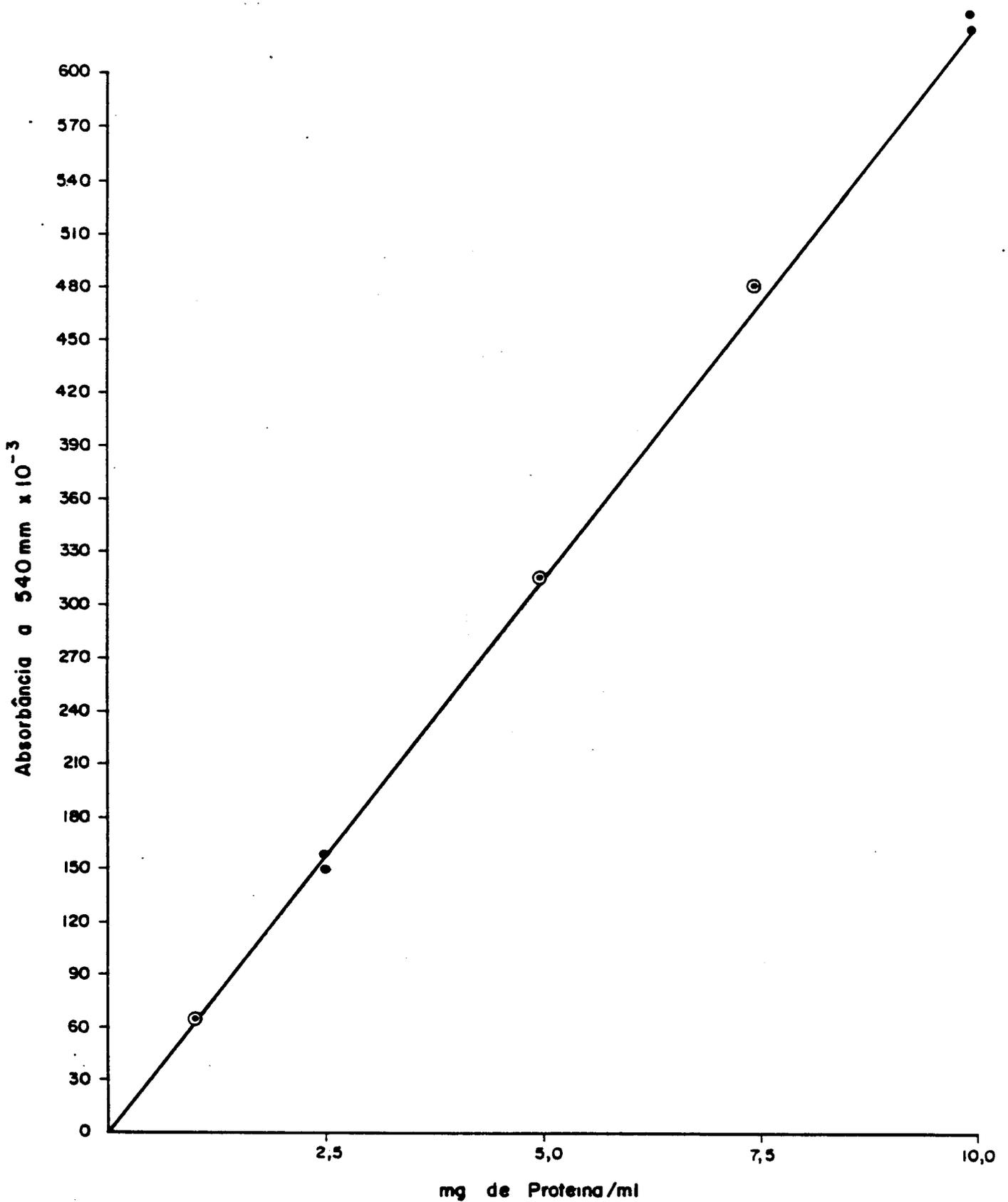


FIGURA 11 - CURVA PADRÃO DE PROTEÍNA USADA PARA DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS DE MÚSCULOS DE Sardinella brasiliensis ARMAZENADA EM GELO E CONGELADA.

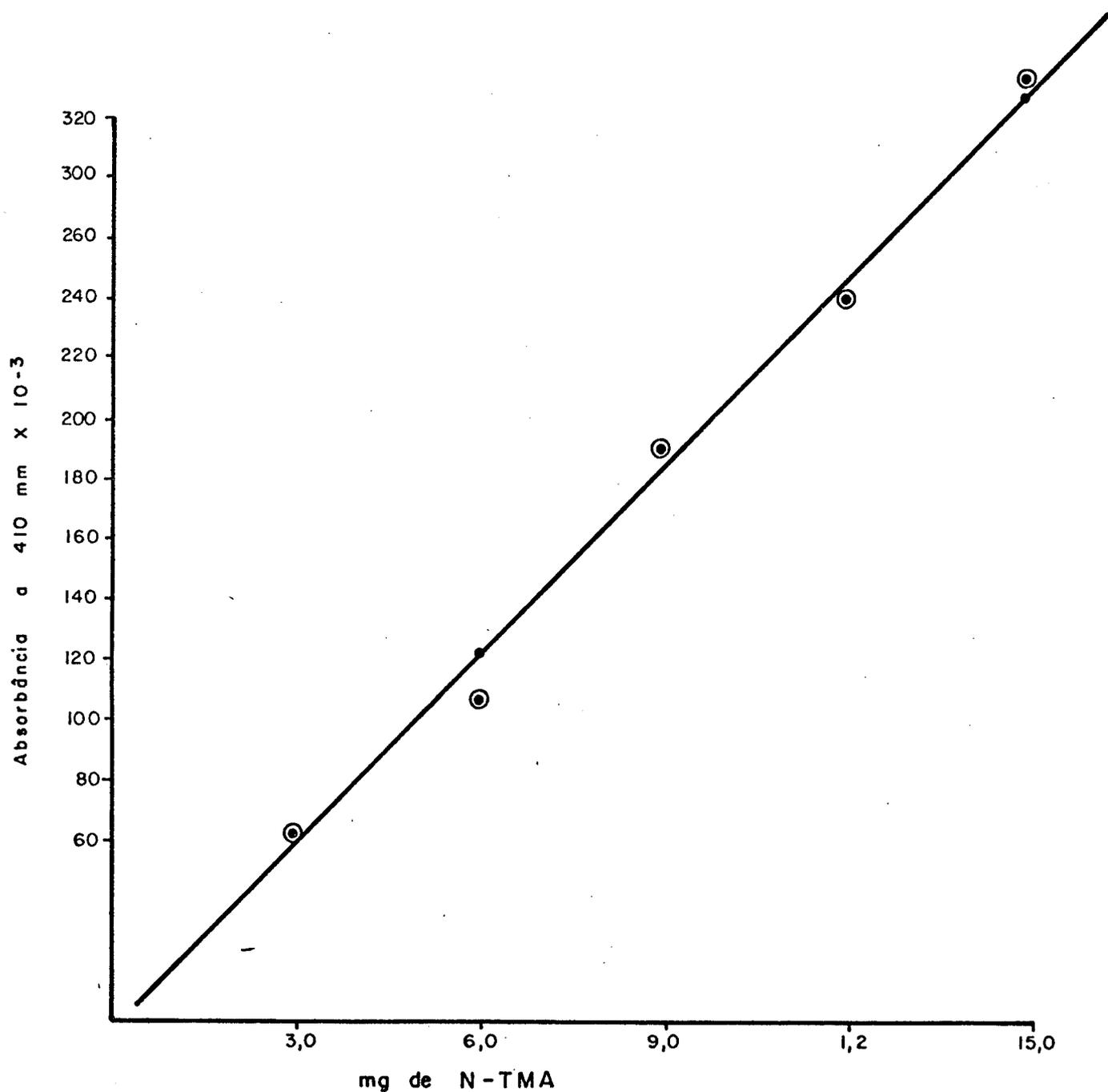


FIGURA 13 - CURVA PADRÃO DE TRIMETILAMINA USADA PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE TMA DA Sardinella brasiliensis ARMAZENADA EM GELO E CONGELADA.