

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

INFLUÊNCIA DA SECAGEM SOBRE ALGUMAS PROPRIE-
DADES FÍSICO-QUÍMICAS DO MÚSCULO DO CAÇÃO
BRANCO, *Carcharhynus porosus* RANZANI

José Raimundo Bastos

Orientador:

Prof.Dr. OTTÍLIO GUERNELLI

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

- 1977 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico este trabalho
à minha esposa e aos
meus filhos Liduina
e Pedro Neto

ÍNDICE

	página
RESUMO	i
SUMMARY	iv
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
CARACTERÍSTICAS DO SAL	6
SECAGEM DO PESCADO	10
SECAGEM NATURAL	10
DESIDRATAÇÃO DO PESCADO	11
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO PESCADO SALGADO E SECO.	13
DECOMPOSIÇÃO DO PESCADO SALGADO E SECO	14
ALTERAÇÕES DA TEXTURA DO PESCADO SALGADO E SECO....	15
MATERIAL E MÉTODOS	17
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	17
ANÁLISES QUÍMICAS DO CAÇÃO SALGADO E SECO	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
SALGA DO CAÇÃO	21
SECAGEM ARTIFICIAL DO CAÇÃO	22
ANÁLISES QUÍMICAS DOS PRODUTOS SALGADOS E SECOS ...	29
EFEITOS DA SECAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES FUN- CIONAIS DO MÚSCULO DO CAÇÃO SALGADO E SECO	31

	página
EFEITO SOBRE A SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS	31
EFEITO SOBRE A CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO MÁXIMA ...	36
EFEITO SOBRE A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA	42
EFEITO SOBRE A VELOCIDADE DE DESSALGA DO MÚSCULO DO CAÇÃO SALGADO E SECO	44
CONCLUSÕES	48
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	49
AGRADECIMENTOS	54

RESUMO

No presente trabalho, foram estudados os efeitos da temperatura de secagem sobre o músculo previamente salgado do cação branco, Carcharhynus porosus Ranzani.

O músculo na forma de filês foi salgado pelo processo de salga mista, na proporção de 30% de cloreto de sódio em relação ao peso da matéria prima. O tempo de salga foi de 12 dias, findo o qual os filês salgados foram submetidos a secagem em estufa com circulação de ar. As unidades de filês foram divididas em dois grupos constituídos de cinco amostras cada. Uma das amostras de cada grupo permaneceu sem secagem, como controle, as quatro restantes foram secas às temperaturas de 35, 45, 55 e 60°C, respectivamente. No primeiro experimento os produtos submetidos às temperaturas acima, foram secas até 50% de umidade, enquanto para o segundo a secagem foi feita até 34% de umidade. Durante o processo, para ambos os casos, a perda de peso do produto, a umidade relativa e a velocidade do ar na estufa foram medidas de hora em hora.

No controle e nos produtos salgados e secos foram feitas as seguintes determinações: umidade, proteína total, cloretos, solubilidade das proteínas, capacidade de reidratação do tecido, capacidade de retenção de água do tecido e velocidade de dessalga do músculo do cação.

Nas duas experiências, a concentração de cloreto não foi elevada, permanecendo em torno de 19,1 a 23,0%, valor este que se enquadra nos limites recomendados pela literatura, para peixes salgados industrialmente.

A proteína solúvel diminuiu para as amostras de ambos os experimentos, sendo a perda da solubilidade proporcional à elevação da temperatura. Nas amostras submetidas à secagem até 34% de umidade, verificou-se uma maior perda de solubilidade das proteínas, quando comparadas com os produtos secos até 50% de umidade.

Nos testes de reidratação (g de água/100g do produto), observou-se que os produtos secos à 35°C, reidrataram-se de maneira semelhante ao controle (quando foram procedidos os cálculos relacionando as gramas de água absorvida por 100g do produto). Entretanto, quando a água absorvida foi expressa em relação à porcentagem de proteína, observou-se que a secagem em qualquer das temperaturas ensaiadas, conduziu a produtos de reidratação - quantitativamente menor e com redução da sua velocidade, em relação ao controle, caindo este valor com a elevação da temperatura.

A capacidade de retenção de água, mostrou-se máxima para o controle, reduzindo-se à medida que a temperatura de secagem se elevou. O produto seco à 35°C, reteve maior porcentagem de água, quando comparado com os filés secos nas demais temperaturas.

A dessalga do músculo ocorreu em maior velocidade

de nas amostras secas às temperaturas mais elevadas.

SUMMARY

This work deals with deleterious changes in functional properties of the muscle of salted fish *Carcharhynus porosus* Ranzani caused by drying.

Fish fillets were salted by the dry-wet method using 30% of salt on the basis of raw material. The salting was completed in 12 days, after which the fillets were submitted to drying. The whole stock was divided into 2 groups and both groups divided into 5 equal parts. One part of each group was separated as a control, and the other 4 parts dried at 35, 45, 55 and 60°C respectively. In one group, the drying was carried out until the fillets reached 50% moisture and the other group was dried to 34% moisture. Weight losses, relative humidity and air speed were recorded throughout the experiment.

The control and processed samples were analyzed for moisture, total protein, chlorides, protein solubility, rehydration, water retention capacity and desalting velocity. After drying, fillets of the two groups reached 19.1 and 23.0% sodium chloride respectively. These values are within the limits reported for such products. Solubility of the protein decreased in both groups, being roughly proportional to the temperature of drying. Samples dried to 34% moisture suffered severe reduction in protein solubility.

Rehydration was also impaired by drying , especially in those samples processed at 55 and 60°C. When water sorption is expressed as a percentage of product, samples dried at 35°C behaved in similar way to the control, although , when water sorption was expressed on a protein basis, a noticeable decrease was observed at all temperatures of drying. Water retention capacity was a maximum for the control and decreased progressively as temperature of drying was increased. Chloride desorption was faster in samples dried at higher temperatures.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 30% do total das capturas brasileiras de peixe são destinadas à elaboração de produtos salgados. Segundo dados oficiais, durante o ano de 1974, foram capturadas 175 mil toneladas de peixes marinhos, sendo encaminhadas à indústria da salga 55 mil toneladas deste total. Neste mesmo ano, foram consumidas 45 mil toneladas de pescado salgado procedente de outros países. A produção nacional de peixes salgados, de acordo com dados da SUDEPE, atingiu em 1976, a soma de 78 mil toneladas. Estas cifras refletem o hábito de consumir peixes salgados no Brasil, o que justifica todos os esforços no sentido de aperfeiçoar, ampliar e diversificar a indústria da salga.

A simplicidade do processo em referência constitui uma das suas grandes vantagens, justificando assim a sua efetiva participação na conservação do pescado, ao lado de outros - também eficazes e mais difundidos como a congelação e o enlatamento. A salga do pescado requer um investimento mínimo de capital, não exige uma habilidade especial, podendo ser efetuada em qualquer região do país, tendo ainda o mérito de conservá-lo efetivamente por longos períodos. Do ponto de vista genérico, a deterioração dos produtos salgados está ligada ao binômio concentração de sal e teor de umidade do produto. Com o objetivo de elevar o teor de sal e baixar a concentração de água no pescado

salgado, este método é complementado por uma secagem natural ou artificial. A secagem do peixe salgado é uma operação essencial no processo de sua conservação, sendo possível através dela, a redução do teor de umidade que aliada à menor atividade da água, mercê do incremento da concentração salina, contribui para elevar a qualidade do produto e para reduzir as alterações bioquímicas e mesmo impedir o crescimento microbiano.

A secagem de peixe salgado é procedida correntemente à temperaturas inferiores a 30°C; entretanto esta condição é impraticável em muitas regiões do Brasil em virtude da elevada temperatura que nelas predomina durante quase todo o ano. Nestas regiões, a secagem de peixes mesmo mediante o aproveitamento da energia solar teria o inconveniente de causar problemas relacionados com a textura do produto dada a alta temperatura durante o processo. No que diz respeito à secagem artificial ou em ambiente condicionado, alguns autores recomendam para os cações temperaturas que atingem até 40°C, salientando ainda que esta matéria prima é capaz de suportar um processamento inadequado sem se observar danos consideráveis no produto elaborado. Por esta razão, no delineamento deste trabalho foram ensaiadas diversas temperaturas, concordantes com as condições práticas de secagem de peixes de clima tropical.

Apesar da vasta literatura relacionada com os processos de secagem do peixe salgado, verifica-se uma lacuna nos parâmetros objetivos da avaliação textural e físico-química

dos produtos marinhos salgados. A influência do calor sobre o tecido muscular pode conduzir a variações significativas das propriedades texturais e físico-químicas do músculo, dependendo da concentração de cloreto de sódio. As causas físico-químicas da formação do aspecto fibroso dos produtos salgados, são pouco conhecidas atribuindo-lhes características gerais como - por exemplo a agregação molecular nas ligações cruzadas inter ou intra cadeias polipeptídicas onde tudo indica que dissulfetos têm participação constante.

No presente trabalho, estudaram-se alterações texturais do tecido muscular do peixe salgado induzidas por temperaturas e tempos de secagem, com o propósito de definir condições adequadas para a desidratação de produtos marinhos especialmente dando-se ênfase ao eventual uso de secadores aquecidos mediante o aproveitamento da energia solar. Avaliaram-se as qualidades dos produtos obtidos mediante determinação da solubilidade das proteínas, velocidade de reidratação, capacidade de retenção de água e velocidade de dessalga do músculo do cação salgado e seco.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A salga é um dos mais tradicionais métodos de preservação de alimentos. A sua aplicação em peixes remonta as civilizações do Antigo Egito e da Mesopotâmia, há 4000 anos A.C. Atualmente este processo tem ampla aplicação, tendo no Canadá, Islândia e Noruega, os mais importantes produtores de pescado - salgado para o mercado brasileiro (4). O total de importação do bacalhau salgado durante o ano de 1974, atingiu a soma de 45000 toneladas. Além do produto importado, ainda foram comercializadas naquele ano, cerca de 55 000 toneladas de pescado salgado produzido no Brasil, evoluindo este total para 78 000 toneladas em 1976 (25,26).

A salga é praticada em níveis artesanais e industriais, mediante a aplicação de tres diferentes processos - conhecidos pela denominação de salga seca, salga úmida e salga mista (36).

A escolha do método é optativa por parte dos produtores, entretanto, o teor de gordura da espécie considerada poderá eventualmente indicar o método mais adequado.

Cada método apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

(a) Salga seca

Vantagens:

- 1.- Grande efeito desidratante
- 2.- Velocidade de penetração do sal rápida
- 3.- Pode ser praticada em barcos comuns

Desvantagens:

- 1.- Baixo rendimento devido ao forte efeito desidratante
- 2.- Má aparência ao produto devido a uma penetração não homogênea do sal
- 3.- Facilidade de oxidação do produto pela permanência em contacto com o ar durante a cura

(b) Salga úmida

Vantagens:

- 1.- Em virtude do produto permanecer durante a cura submerso na salmoura a oxidação devida ao ar é sensivelmente reduzida
- 2.- A penetração do sal é homogênea
- 3.- A concentração do sal pode ser ajustada
- 4.- A desidratação é moderada

Desvantagens:

- 1.- Para o processamento deste tipo de salga, barcos especiais são requeridos.
- 2.- A concentração de cloreto de sódio deve ser ajustada constantemente.

(c) O método de salga mista ou seja a combinação dos dois métodos acima, é o mais aconselhado para uma salga adequada (27) . Por este método a salga é procedida mediante o acondicionamento da matéria prima em depósitos, sendo adicionadas camadas alternadas de sal e peixe. Nas primeiras horas este processo é semelhante à salga seca, porém em virtude de não haver drenagem, a água de constituição do músculo eliminada durante a penetração do sal vai se acumulando, até submergir completamente o produto o qual permanece nesta condição durante o período de cura , ou seja até ser atingido o equilíbrio osmótico, o que determina o fim da salga.

A salga se completa com um período de cura que vai de 2 a 20 dias. A redução deste tempo, sugerida por alguns autores, faz-se pelo chamado processo de salga rápida (2, 14 , 24). Apesar deste método ter um tempo de processamento de poucas horas (aproximadamente 8 horas), ele tem aplicação apenas para produtos desintegrados, o que constitui um fator limitante para o processo (2,24).

CARACTERÍSTICAS DO SAL

As alterações bioquímicas do peixe serão tanto menores quanto mais rápida for a penetração do sal no músculo, por osmose. Esta penetração é dificultada pelos sais de cálcio e de magnésio que normalmente ocorrem no sal marinho , principalmente quando em concentrações superiores a 5%. Em concentrações dessa ordem, estes sais afetam a permeabilidade das

paredes celulares do músculo, impedindo deste modo que se verifiquem as trocas entre a água fixada e o cloreto de sódio através da membrana celular, obstruída por estes sais, tornando - deste modo, o processo osmótico bastante lento (7,28). Ao contrário, em baixas concentrações os mesmos sais conferem uma melhor aparência ao produto (17).

Considera-se um sal adequado para a salga, aquele cuja composição encerre 97,5% de cloreto de sódio e cujas impurezas de sais de cálcio e de magnésio não ultrapassem ao valor de 0,6% (29).

O Instituto Nacional do Sal, considera um sal de boa qualidade aquele cujo teor de cloreto de sódio seja de 98%, porcentagem esta referente ao sal comercial já beneficiado. O sal produzido no nordeste brasileiro, está dentro dos padrões estabelecidos para a salga de peixes, apresentando uma porcentagem de 99% de cloreto de sódio e impurezas devidas aos sais de cálcio e de magnésio da ordem de 0,43 e 0,05%, respectivamente (34,6).

Na tabela seguinte, são mostrados dados referentes a análise química do sal não beneficiado, produzido em Fortaleza, Estado do Ceará.

Análises quantitativas de sal proveniente de treze salinas de Fortaleza, coletado no período de setembro a dezembro de 1966.

Sali- nas	Porcentagens					
	NaCl	CaSO ₄	MgSO ₄	MgCl ₂	Insolúveis	Umidade
1	94,78	0,55	0,24	2,58	1,85	8,29
2	95,97	0,63	0,37	2,30	0,73	7,85
3	93,70	0,48	2,13	3,51	0,18	7,40
4	95,18	1,28	0,97	1,27	1,30	8,60
5	93,67	0,76	1,83	2,60	1,14	9,20
6	94,90	1,03	0,67	1,56	1,84	7,00
7	96,55	0,91	0,62	0,47	1,45	9,60
8	93,07	0,43	2,27	3,05	1,18	9,80
9	93,32	0,47	2,53	3,37	0,32	10,50
10	93,00	0,72	0,45	3,09	2,74	5,40
11	91,46	0,69	2,35	4,70	0,80	8,40
12	91,80	0,82	1,56	3,57	2,45	11,40
13	96,40	0,67	0,01	0,65	2,27	4,30

Fonte: Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (34).

Com relação a granulometria, o sal tem maior ou menor eficiência na penetração e na conservação do pescado. O sal fino constituído por pequenos cristais, tem uma penetração-rápida no início do processo diminuindo o seu poder penetrante, face a concentrações que ocasionam a coagulação das proteínas da superfície do músculo, contribuindo para uma conservação de ficiente do produto. O sal grosso, atua lentamente, não se veri ficando a coagulação das proteínas, entretanto, a sua lenta ação ao longo do tempo de cura, conduz à alterações indesejáveis, principalmente, se a salga for processada em dias quentes. A salga processada mediante o uso de uma mistura de partes iguais dos dois tipos acima é mais eficiente, dando como resultado pro du tos com melhor conservação e apresentação (17).

O sal é portador de uma flora contaminante ha ló fila ou haloresistente considerável, salientando-se entre es tes microorganismos, as sarcinas, halófilas cromogênicas causadoras da coloração vermelha indesejável em produtos proteicos-salgados. Estudos efetuados em 95 amostras de sal obtidas nos Estados de São Paulo e Goiás, revelaram a presença de halófilas cromogênicas em 82 das amostras estudadas. Entretanto, nem todos estes germes são prejudiciais aos alimentos salgados, verificando-se entre eles a ocorrência de algumas espécies que contribuem para a maturação destes produtos (30,31,36). Entre as espécies de interesse na indústria da salga, podem ser citadas algumas pertencentes aos gêneros Halobacterium e Micrococcus. As primeiras são halófilas obrigatórias, crescendo em meios com 16 a 32%

de cloreto de sódio, enquanto as Micrococáceas crescem em meios contendo 5 a 15% deste sal (11,28).

SECAGEM DO PESCADO

A ação isolada do sal não constitui uma prevenção definitiva contra a deterioração do pescado, sendo necessária uma complementação do processo de salga através da refrigeração ou da secagem dos produtos salgados (8). A secagem pode ser efetuada por métodos naturais e artificiais. Para o primeiro caso, a secagem é processada mediante a exposição do produto ao sol e ao vento, enquanto a secagem artificial é procedida em equipamentos secadores com controle das condições de trabalho.

SECAGEM NATURAL

A secagem ao ar livre só é efetiva quando a umidade relativa é baixa, quando há calor solar e movimento do ar (5). O produto elaborado por este processo tem uma umidade média final da ordem de 50%, que determina um tempo de conservação limitado (6). Além desta desvantagem este método ainda apresenta os seguintes inconvenientes:

1.- Depende de condições climáticas, o que impossibilita uma previsão da produção;

2.- Os processos de oxidação ocorrem com maior intensidade, em virtude da exposição do produto ao ar, verificando-se ainda a ocorrência das reações de peroxidação catalizadas pela luz ultravioleta;

3.- Em climas tropicais poderá haver uma dessecação drástica do produto.

A utilização de energia gratuita proveniente do sol para a secagem, constitui a principal vantagem do processo (4).

DESIDRATAÇÃO DO PESCADO

A desidratação do pescado foi iniciada em 1940, pela Torry Research Station (Inglaterra), mediante o uso de equipamento com condições termodinâmicas controladas. Para alcançar o objetivo, foram experimentados vários modelos de secadores, citando-se entre eles os de camisa de vapor, de rolos e secadores providos de ar quente, constituindo-se este último tipo, o mais adequado para a desidratação de produtos marinhos (12). Atualmente vários modelos de secadores são usados em diversos países. No Japão, a indústria pesqueira utiliza estufas, fornos e secadores rotativos, para a secagem de peixes e farinha de pescado respectivamente (33).

A secagem artificial reduz o conteúdo de água do produto até níveis desejados para a sua conservação (20). De acordo com o teor de água os produtos marinhos salgados e secos, classificam-se em dois tipos:

1.- Aqueles em que a desidratação alcança níveis impróprios para o crescimento microbiano, podendo ser conservados à temperatura ambiente;

2.- Aqueles em que a perda de água não chega aos níveis finais, sendo apenas parcialmente desidratados, havendo neste caso a necessidade da conservação à baixas temperaturas, para evitar a deterioração bacteriana. Um produto efetivamente seco é aquele em que o conteúdo de umidade é inferior a 25%, enquanto nos parcialmente desidratados, a umidade poderá estar ao redor de 50%, sendo considerado um produto ótimo aquele em que a umidade está na faixa de 35 a 40% (28). Na desidratação é necessário conhecer a temperatura de secagem, umidade relativa e velocidade do ar dentro do secador (19), para evitar possíveis efeitos adversos de qualquer uma dessas variáveis. Para a umidade relativa do ar no secador são estabelecidos pela literatura, valores compreendidos entre 45 a 55%, enquanto para a velocidade do ar 1,0 a 3,0 metros por segundo (4,19,22,29).

Com relação à temperatura de secagem, dados experimentais evidenciaram que a mesma deverá se enquadrar na faixa de 30 a 40°C (4,35). O tempo de secagem varia na dependência de alguns fatores como a umidade inicial do produto, tamanho e forma do peixe, teor de gordura, área de exposição ao ar por unidade de peso, espaçamento entre as amostras no secador e condições atmosféricas (4,5). A umidade do ar e temperaturas referidas acima, não são valores fixos, nem estão devidamente comprovados. Além disso, estes valores referem-se às condições iniciais do ar, antes de passar sobre o peixe, pois a medida que o mesmo avança no secador vai se umedecendo e resfriando. A faixa

de temperatura de 30 a 40°C, poderá não ser a mesma para todas as espécies de peixes (4).

De um modo geral, um secador consta de uma câmara de madeira ou de outro material revestida com material isolante, provido de uma fonte de calor, ventiladores apropriados e instrumentos para o controle da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, os quais permitem selecionar as relações de desidratação mais favoráveis, independentemente das condições atmosféricas do meio. Alguns estão providos de desumidificadores para eliminar a umidade dentro do secador (23).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO PESCADO SALGADO E SECO

A salga é governada por fatores físicos e químicos entre os quais são evidenciados a difusão e a osmose, além de processos químicos e bioquímicos associados com trocas que ocorrem em vários constituintes, principalmente nas proteínas do pescado. Estes processos começam a ser observados quando os níveis de sal no músculo atingem 8 a 10%, verificando-se a partir desta concentração uma redução da solubilidade das proteínas, bem como da capacidade de retenção de água. Nos produtos salgado e secos, estes problemas se acentuam observando-se que a desnaturação aumenta progressivamente com a elevação da temperatura de secagem (28,21).

Com relação à composição química bruta, o pescado salgado e seco caracteriza-se por ter uma concentração de

próteínas da ordem de 30 a 40%, sendo praticamente desprovido de carboidratos (10). A concentração de umidade deverá ser inferior a 40%, enquanto o teor de cloreto de sódio se enquadra na faixa de 20 a 25% (26).

DECOMPOSIÇÃO DO PESCADO SALGADO E SECO

Do ponto de vista bacteriológico, a qualidade do pescado salgado e seco é afetada por diferentes formas de deterioração que se caracterizam por conferir ao produto, aspecto e odor desagradáveis. A mais importante destas formas é causada por bactérias halófilas que desenvolvem pigmento vermelho observado no pescado salgado, atuando ainda sobre as proteínas e produzindo odor desagradável. Estes microorganismos são provenientes do sal marinho, desenvolvendo-se em condições ótimas em elevadas concentrações de cloreto de sódio e em temperaturas compreendidas entre 15,6 a 81,0°C (3). Entre as espécies mais comuns podem-se citar a Sarcina littoralis e a Halobacterium cutirubum, proteolíticas (28).

A coloração marron-alaranjada que se verifica nos peixes salgados é devida entre outras coisas à presença de fungos. Estes microorganismos desenvolvem-se em meios contendo 5 a 15% de cloreto de sódio e valores de umidade relativa adequados, sendo a espécie mais importante do ponto de vista industrial a Sporendonema epizoum (28).

A mucosidade constitui outra forma de deterioro

ração que se caracteriza pela ocorrência de uma camada viscosa na superfície do produto (28).

A deterioração oxidativa pode ocorrer por ocasião do processamento ou durante a estocagem. Nos produtos salgados o sal atua como catalizador acelerando o processo de oxidação, verificando-se então a formação de peróxidos, posteriormente aldeídos e ácidos hidroxilados. A maior ou menor susceptibilidade à rancificação depende de vários fatores como o teor de gordura, o conteúdo de ácidos poliinsaturados, temperatura de estocagem e outros fatores. O mais efetivo modo de proteção de peixes salgados contra a deterioração oxidativa é evitar o contacto com o ar. Neste caso o peixe seria conservado coberto com salmoura durante a salga, posteriormente seria seco e acondicionado em sacos para evitar o contacto com o ar (36).

O uso de antioxidantes como o hidroxibutiltolueno e o hidroxibutilanisol, tem sido recomendado para prevenir contra a deterioração durante a estocagem (27).

ALTERAÇÕES DA TEXTURA

As reações moleculares que provocam alterações relacionadas com a textura, não estão bem definidas. Há quem atribua a formação da fibrosidade em produtos congelados, ser devida a agregação molecular dando como resultado, ligações cruzadas inter e intra cadeias polipeptídicas (13). Há ainda indicação de que estas alterações sejam devidas a enlaces dissulfetos, deri-

vados de sulfidrilos livres (23). Considerando o aspecto que estas alterações podem conferir ao pescado salgado e seco, cuidados especiais são recomendados durante a salga e a secagem, para reduzir ou eliminar este problema (19). Entre as recomendações merece destaque aquela relacionada com o estado de frescor da matéria prima. Segundo a literatura, peixes apresentando um estado de conservação inadequado, após a salga, dão como resultado produtos com textura e aparência desagradáveis (4). O peixe apresentando amolecimento após a salga e a secagem fornece um produto de superfície bastante irregular. Se o peixe não puder ser processado a bordo, o seu resfriamento ali com gelo parece ser a melhor solução (5)

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria prima que serviu de base para este estudo, constou de 50 quilos de cação branco, Carcharhynus porosus Ranzani, adquiridos conservados em gelo em Campinas, durante o período de setembro a dezembro de 1976. A salga foi efetuada com sal comercial refinado procedente de Fortaleza, Estado do Ceará.

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram processados 50 quilos de carne de cação, sendo o peso total reduzido a 36 quilos após a limpeza e filetagem. A salga foi procedida na proporção de 30% de cloreto de sódio em relação ao peso da matéria prima, sendo esta acondicionada em depósitos de polietileno, à temperatura ambiente, durante 12 dias, período em que se verificou o equilíbrio osmótico do processo. Decorrido este tempo os filês foram removidos e dispostos em locais adequados para a remoção do excesso de salmoura.

Com base na umidade do produto salgado foi procedida a secagem a qual obedeceu o seguinte critério: os filês salgados foram divididos em dois lotes, os quais constituíram dois experimentos independentes de secagem. Cada experimento com punha-se de cinco amostras. Uma das amostras de cada experimento permaneceu sem secagem, sendo admitida como controle. As quatro restantes foram secas às temperaturas de 35,45,55 e 60°C, respecti

vamente, em estufa com circulação de ar. Os produtos do experimento 1, foram secos até 50% de umidade, enquanto os do experimento 2, foram desidratados até 34% de umidade. Todos os produtos desidratados foram acondicionados em sacos plásticos para posterior análise.

Durante a secagem, a perda de peso do cação salgado, a umidade relativa e a velocidade do ar na estufa, foram medidas de hora em hora.

ANÁLISES QUÍMICAS DO CAÇÃO SALGADO

No músculo "in natura", nos filés salgados e nos produtos salgados e secos da espécie em estudo, foram feitas as seguintes análises:

- A) Umidade (1)
- B) Proteínas totais (2)
- C) Extrato etéreo (3)
- D) Cloretos (4)
- E) Solubilidade das proteínas (5)
- F) Capacidade de reidratação (6)
- G) Capacidade de retenção de água (7)
- H) Velocidade de dessalga do músculo (8)

A umidade foi determinada por dessecação em estufa à temperatura de 105°C, até peso constante; a proteína pelo método de Kjeldahl (semi-micro), usando 6,25 como fator de conversão; a gordura pelo método de Soxhlet, usando éter de pe-

trôleo como solvente; e o cloreto pelo método de Mohr, com titulação pelo nitrato de prata, todos de acordo com a A.O.A.C.(1).

A solubilidade das proteínas foi determinada em solução de cloreto de sódio 0,6M, mediante a seguinte metodologia: o músculo salgado e seco foi desintegrado em liquidificador, sendo pesadas 5 gramas do produto desintegrado e colocadas em um balão volumétrico de 250 ml, juntando-se a este sal suficiente e água destilada, até ser atingida a molaridade desejada no volume acima. O balão contendo o produto foi conservado em geladeira durante 12 horas, efetuando-se a seguir a filtração do material. As proteínas solubilizadas no filtrado foram determinadas pelo método de Folin Ciocalteau, em espectrofotômetro Zeiss, em comprimento de onda de 650 nm (1). As leituras fotocolorimétricas foram levadas a curva de proteína previamente estabelecida, com base no mesmo método. O cálculo da proteína solúvel foi procedido com base na porcentagem de proteína total de cada amostra.

A porcentagem de reidratação foi determinada a partir de um peso conhecido do músculo do cação salgado e seco, submerso em 1 litro de água destilada. As amostras foram obtidas do músculo em cilindros com 2cm de diâmetro e 1 cm de altura. De cada filé foram retiradas quatro porções cilíndricas, sendo cada uma colocada em um pequeno saco de tela de nylon. Estes foram submersos no volume de água acima, procedendo-se uma agitação suave com um agitador magnético, durante o período de reidratação.

O peso de água absorvida pelo produto foi medido de hora em hora, até ser atingido o equilíbrio. A porcentagem de água absorvida - foi calculada considerando-se as gramas de água ganhas em cada amostra por 100g do produto salgado e seco.

A capacidade de retenção de água foi procedida no músculo do cação salgado e seco submetido a uma reidratação - total por 12 horas, e conseqüentemente dessalinizado. Para prevenir contra a deterioração do produto, esta operação foi realizada à temperaturas em torno de 5°C. O músculo reidratado e dessalinizado foi cortado com lâmina de barbear em pequenos pedaços, sendo estes colocados em tubos de centrífuga previamente pesados. Após o conhecimento do peso do músculo de cada amostra foi procedida uma centrifugação a 15 000 r.p.m., durante 30 minutos. Após esta operação, foi eliminado o subrenadante e novamente determinado o peso do músculo desidratado. O cálculo do valor da água retida pelo músculo foi efetuado com base no teor de proteína de cada amostra.

O cloreto de sódio dissolvido na reidratação - foi medido a partir de uma alíquota removida da água de reidratação, de hora em hora, até ser atingido o equilíbrio entre o sal contido no produto e a água de reidratação. A porcentagem de des-salga foi calculada em relação ao teor de cloreto inicial de cada amostra.

Todas as determinações efetuadas neste trabalho, foram procedidas em duplicatas e em paralelo com o controle constituído pelo músculo do cação salgado, sem secagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SALGA DO CAÇÃO

O músculo do cação branco, Carcharhynus porosus Ranzani, processado pelo método de salga mista, mostrou do ponto de vista subjetivo, características excelentes, não sendo observado no produto salgado, odor e coloração amarelada devidas à rancidez. A ausência deste tipo de deterioração foi provavelmente devida ao baixo teor de gordura dos cações (4), constituindo-se por esta razão, matéria prima adequada para a conservação pelo sal. O método de salga, também contribuiu para evitar a rancificação, devido ao produto em estudo permanecer submerso na salmoura, durante o período de cura, não ocorrendo portanto o contacto do cação salgado com o ar e, conseqüentemente, a oxidação das gorduras (27,36). Observações efetuadas no processamento industrial destas espécies, evidenciaram que os cações podem suportar qualquer método de salga por mais inadequado que ele seja (6).

Com relação a concentração de sal para a conservação do produto em referência, foi usada a chamada salga forte, na qual a salmoura formada pela água removida do músculo atingiu as proximidades do seu ponto de saturação, o que corresponde a aproximadamente 30% de sal em relação ao peso da matéria prima, sendo esta, a concentração recomendada pela literatu

ra (28). O tempo de salga foi de 12 dias, período em que se verificou o equilíbrio osmótico do processo.

Na Tabela I são apresentados os dados da análise química do músculo do cação branco "in natura" e do produto salgado usado para o experimento de secagem.

Tabela I. Composição química do músculo do cação "in natura" e do produto salgado.

Amostra	Umidade (%)	Proteína (%)	Cloreto de sódio (%)	Gordura (%)
Cação "in natura"	78,2	19,1	0,50	0,60
Cação salgado	57,9	22,0	19,1	0,72

SECAGEM ARTIFICIAL DO CAÇÃO

De acôrdo com a descrição do processo, o total de peixe salgado (36 quilos) foi dividido em dois grupos tendo cada um destes constituído um experimento independente durante-

o processo de secagem. Cada experimento foi formado por cinco amostras, tendo uma delas permanecido sem secagem, como controle, enquanto as quatro restantes foram secas às temperaturas de 35,45,55 e 60°C, respectivamente. No delineamento deste trabalho, estabeleceu-se que as amostras do experimento 1, seriam secas até 50% de umidade, enquanto as do experimento 2, até 34%.

Os dados referentes às condições de secagem do músculo do cação salgado correspondentes aos experimentos acima, são mostrados nas Tabelas IIa e IIb, enquanto na Figura 1, é apresentada a perda de umidade em função do tempo e da temperatura de secagem.

Tabela IIa. Dados referentes à temperatura, tempo de secagem, velocidade do ar, umidade relativa - no secador e umidade do músculo do cação salgado e seco, até 50% de umidade.

Temperatura de secagem (°C)	Tempo de secagem (h)	Velocidade média do ar (m/s)	Umidade relativa (%)	Umidade do produto (%)	
				Inicial	Final
35	2,0	3,0	45	57,9	48,0
45	1,5	2,8	45	57,9	49,8
55	1,3	2,9	55	57,9	49,3
60	1,2	2,8	58	57,9	50,3

Tabela IIb. Dados referentes à temperatura, tempo de secagem, velocidade do ar, umidade relativa no secador e umidade do músculo do cação salgado e seco até 34% de umidade.

Temperatura de secagem (°C)	Tempo de secagem (h)	Velocidade média do ar (m/s)	Umidade relativa (%)	Umidade do produto (%)	
				Inicial	Final
35	16,0	2,5	45	57,9	34,7
45	15,0	2,7	46	57,9	33,5
55	13,5	2,7	48	57,9	34,1
60	13,0	2,6	60	57,9	34,0

Os dados apresentados nas Tabelas IIa e IIb, mostraram a dificuldade de se conseguir uma secagem até exatamente 50 e 34% de umidade, pela simples pesagem das amostras de cada experimento. Entretanto, os produtos obtidos tiveram umidades próximas aos resultados desejados, sendo deste modo atingida esta etapa do delineamento estabelecido para o trabalho.

A velocidade do ar no ambiente condicionado, foi bastante uniforme para os dois experimentos, possibilitando o controle deste fator dentro da faixa de valores recomendada pela li

teratura (27).

A umidade relativa do ar no secador, não se apresentou constante, tendo naturalmente exercido influência na velocidade de secagem. De acôrdo com alguns autores (1,25), a umidade adequada para a secagem artificial de produtos marinhos, está compreendida entre 45 a 55%. Os mesmos autores ainda assinalam que uma umidade relativa acima de 76%, fornece umidade ao produto, enquanto abaixo de 40%, em nada contribui para aumentar a velocidade de secagem.

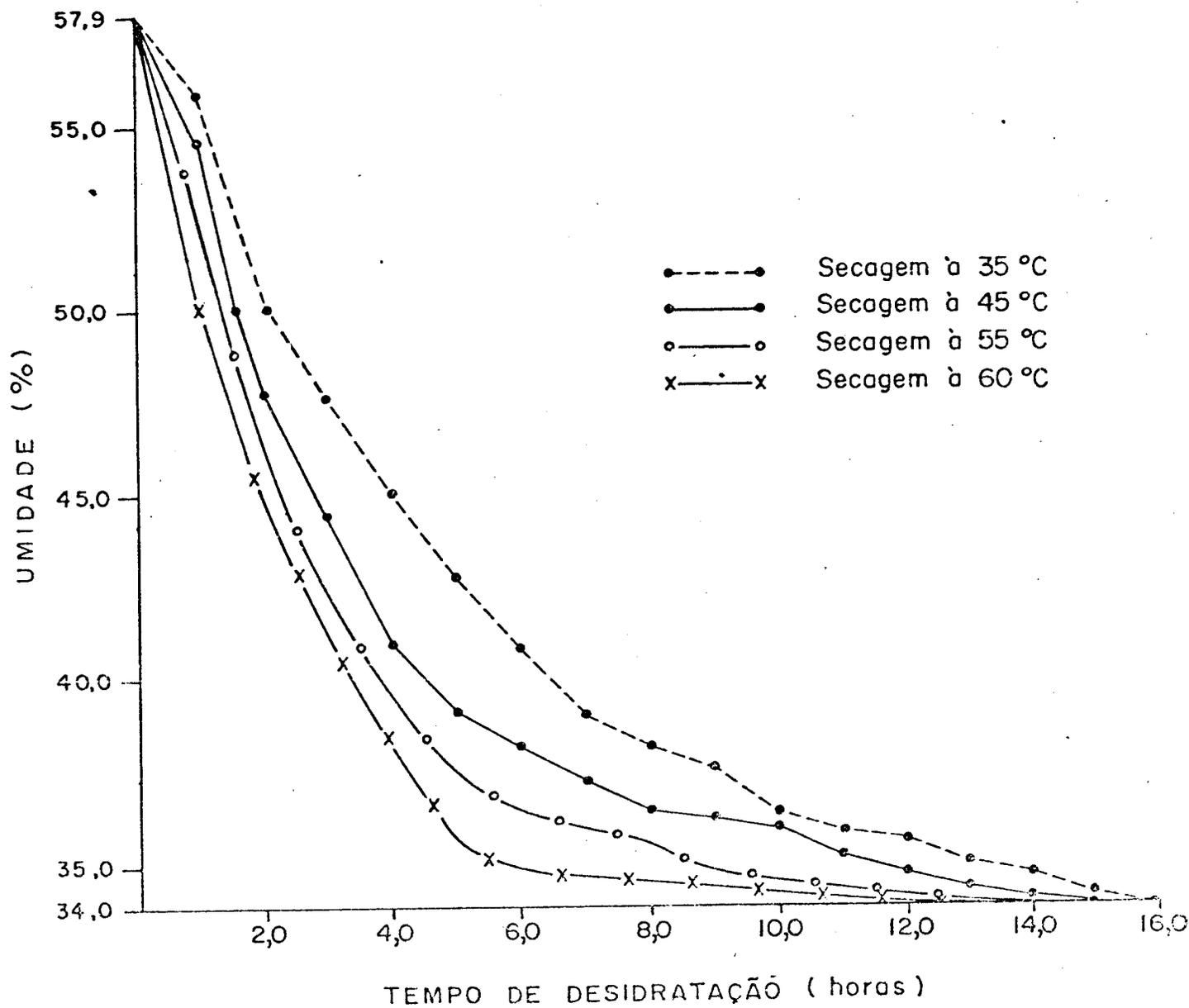


Fig. 1 - Curvas de desidratação do músculo do cação salgado e seco às temperaturas de 35, 45, 55 e 60 °C, até atingir 34% de umidade

Na Tabela III, são apresentados os dados relativos à velocidade média de secagem do músculo do cação salgado, expressos em porcentagem de água.

Tabela III. Dados referentes à temperatura e velocidade média de secagem do músculo do cação salgado e seco até 50% e 34% de umidade residual.

Temperatura de secagem (°C)	Velocidade média de secagem (% de água evaporada/hora)	
	Experimento 1	Experimento 2
35	8,6	2,5
45	9,3	2,8
55	11,4	3,0
60	10,9	3,1

A observação destes dados revela uma maior velocidade de secagem para o experimento 1, o que é explicado pelo curto tempo de secagem durante o mesmo, considerando-se ainda que a evaporação nas primeiras horas de secagem se processa nas camadas mais externas do produto (29). Neste caso a secagem

ocorreu à velocidade constante, o que determinou a redução da umidade do produto de 57,9 para 50,0%, no curto período de 2,0 horas. A velocidade de secagem foi proporcional à temperatura, sendo observada uma exceção na secagem à 60°C, para a qual a umidade relativa exerceu acentuada influência (19).

Para o experimento 2, (seco até aproximadamente 34% de umidade) a velocidade de secagem correspondeu a 1/3 - daquela observada para o experimento 1. Esta redução na velocidade de secagem do experimento 2 é explicada pelo fato de que, na secagem prolongada a migração da água das camadas mais internas até a superfície do produto, de onde ela será evaporada, se processa lentamente, nas etapas finais da desidratação. Para o cação salgado o limite entre a velocidade constante e a velocidade decrescente de secagem (umidade crítica), verificou-se no tempo compreendido entre 4 a 6 horas, quando o produto atingiu a faixa de umidade entre 40 e 35%. Além deste fator, a secagem também é influenciada pelo "efeito da película" (+) e a concentração de cloreto de sódio a qual se eleva a medida que caminha a secagem, fixando mais fortemente a água. Outros fatores como a umidade inicial do produto, o teor de gordura, área de exposição ao calor e o espaçamento entre as amostras, afetam de maneira decisiva a velocidade de secagem dos produtos marinhos salgados (4,29,5). Entretanto, estes fatores não devem ter afetado os resultados obtidos para o cação salgado, pelo fato de termos trabalhado com a mesma matéria prima e com áreas uniformes.

ANÁLISES QUÍMICAS DOS PRODUTOS SALGADOS E SECOS

Nas Tabelas IVa e IVb, são mostrados os resultados das análises químicas dos produtos salgados e secos.

Tabela IVa. Porcentagem de umidade, proteína e cloreto de sódio do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas de secagem, até 50% de umidade residual.

Temperatura de secagem (°C)	Umidade (%)	Proteína (%)	Cloreto de sódio (%)
35	48,0	27,8	21,5
45	49,8	26,4	20,0
55	49,3	25,0	21,2
60	50,3	22,0	19,1

Tabela IVb. Porcentagem de umidade, proteína e cloreto de sódio do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas de secagem, até 34% de umidade residual.

Temperatura de secagem (°C)	Umidade (%)	Proteína (%)	Cloreto de sódio (%)
35	34,7	37,5	22,8
45	33,5	37,6	23,0
55	34,1	36,1	22,0
60	34,0	36,7	22,0

(+) "Efeito da película é um fenômeno que consiste no endurecimento da carne, que isola o resto do músculo, ainda úmido, da corrente externa do ar.

A análise dos resultados mostrados nas Tabelas IVa e IVb, revelou que do ponto de vista da conservação, os produtos do experimento 1, não podem ser conservados à temperatura ambiente, em virtude da sua elevada umidade, sendo portanto considerados como produtos parcialmente desidratados. Os dados de proteína e cloretos se enquadram dentro dos valores admitidos para produtos apenas salgados.

Com relação ao experimento 2, observa-se que os seus produtos contêm uma umidade adequada para a conservação à temperatura ambiente. Os resultados mostrados para proteína e cloretos neste experimento, são considerados adequados enquadrando-se dentro da faixa recomendada para produtos salgados e secos (10).

EFEITOS DA SECAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO MÚSCULO DO CAÇÃO SALGADO E SECO.

EFEITO SOBRE A SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS.

Existem poucas referências bibliográficas relacionadas com o efeito desnaturante do calor em produtos proteicos salgados de origem marinha. Entretanto, sabe-se que nas proteínas em geral, a perda da solubilidade é a consequência mais comum da desnaturação pelo calor. Ao lado deste efeito sobre a solubilidade das proteínas, ainda deve ser considerado o efeito desnaturante do sal sobre produtos marinhos salgados, pois em concentrações compreendidas entre 8 a 10%, já é observada a desorganização estrutural das proteínas destes produtos (7,28).

Na Tabela V são mostrados os dados relativos à solubilidade das proteínas do músculo do cação salgado e seco, enquanto na figura 2 são apresentadas as curvas de solubilidade destes produtos.

Tabela V. Solubilidade das proteínas do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas e referente aos dois experimentos de secagem. Dados expressos em g. de proteína solúvel/100g de proteína total.

Temperatura de secagem (°C)	Solubilidade (%)	
	Experimento 1	Experimento 2
35	35,9	29,4
45	28,4	28,7
55	24,4	16,9
60	18,2	12,8
Controle (sem secagem)	52,2	52,2

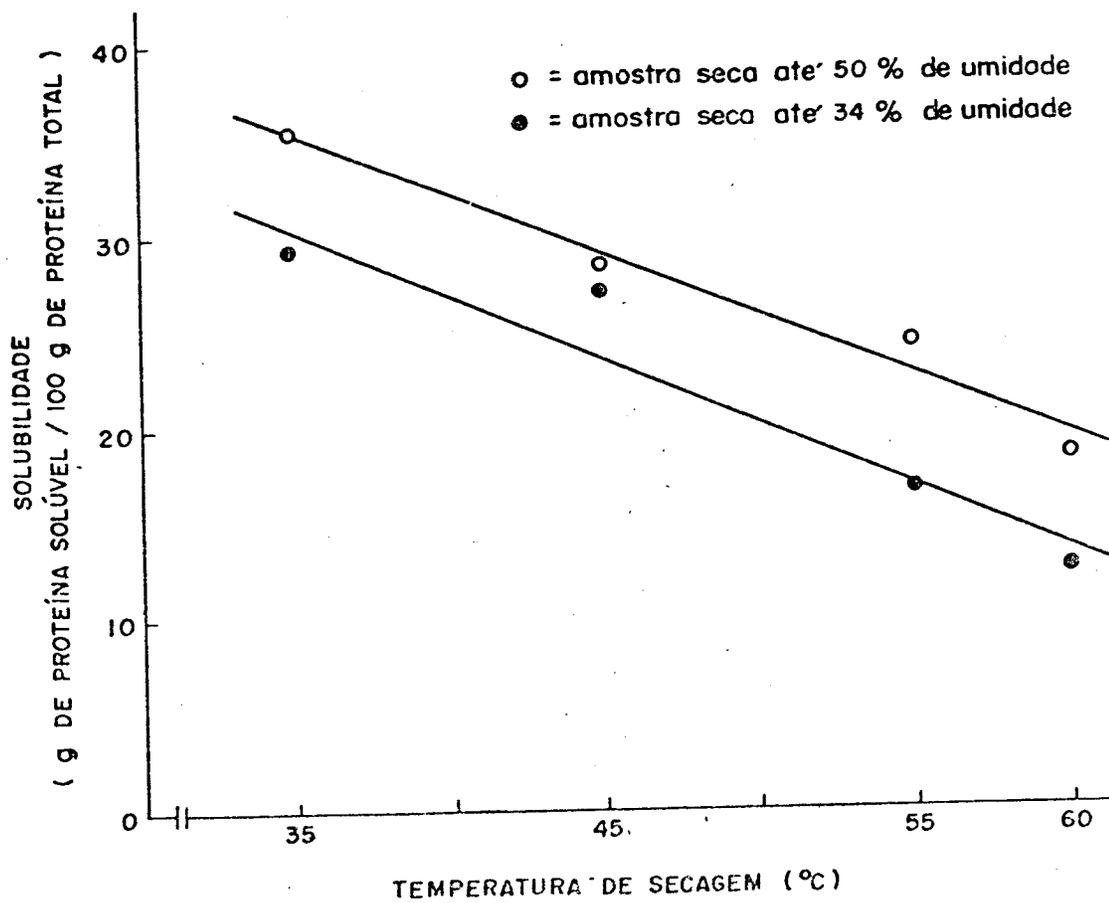


Fig. 2 - Variação da solubilidade das proteínas em relação à temperatura de secagem do coção salgado

Os resultados da Tabela V, representados graficamente na Figura 2, demonstraram que a secagem, mesmo a 35°C, produz uma redução considerável da solubilidade das proteínas. Provavelmente, o fato de aquecer os tecidos em presença de altas concentrações de cloreto de sódio, tenha contribuído para aumentar o efeito deletério da secagem.

As reações moleculares que provocam alterações da textura, não estão bem definidas. Entretanto, o desenvolvimento da fibrosidade em peixes congelados é atribuída por alguns autores à formação de ligações cruzadas inter e intra cadeias polipeptídicas (13). Outra sugestão é relacionada com a formação de enlaces dissulfeto derivados dos grupos sulfidrilos livres, os quais devem contribuir para a formação das ligações cruzadas de proteínas desnaturadas (23).

As interações iônicas, de ocorrência comum nas proteínas devem ser também de grande importância para os produtos salgados, em virtude da elevada concentração de cloretos e iões sódio que eles detêm. Segundo alguns autores a velocidade de penetração do sal e as propriedades funcionais gerais do músculo salgado, estão em relação com a capacidade de retenção de água do produto "in natura" da espécie considerada (14). Partindo-se desta afirmação, é importante lembrar, que as perdas da solubilidade das proteínas do cação salgado e outros parâmetros de funcionalidade, podem não ter validade para outras espécies marinhas.

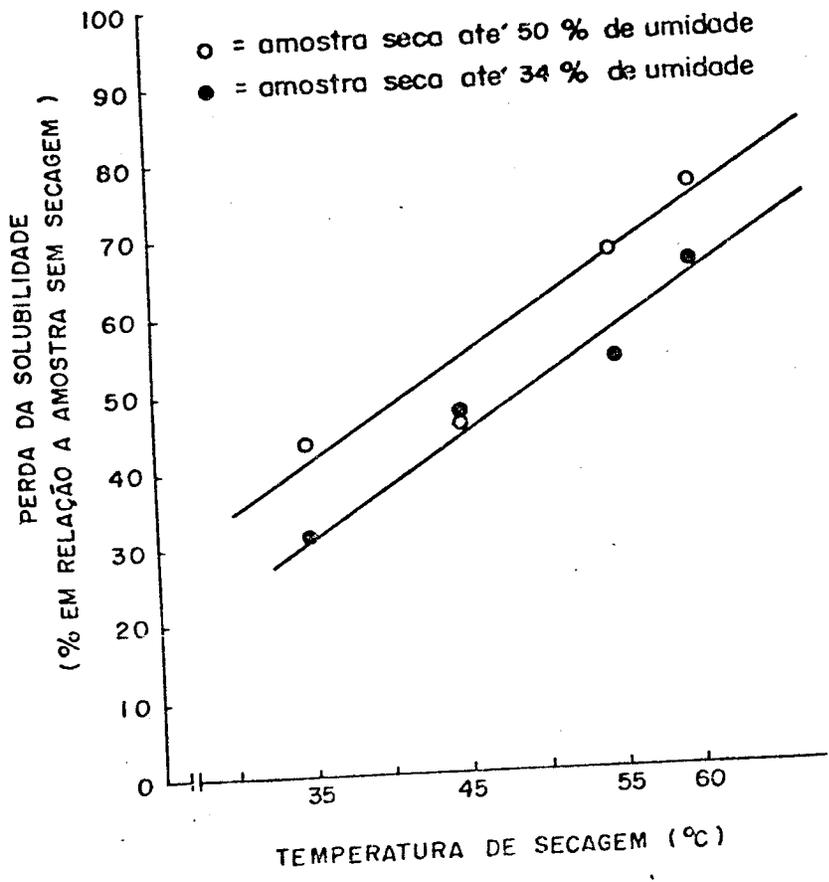


Fig. 3 - Perda da solubilidade das proteínas em relação à temperatura de secagem do cação salgado

A Figura 3 mostra as perdas de solubilidade das proteínas, causadas pela secagem e calculadas em relação à porcentagem de solubilidade da amostra admitida como controle (sem secagem). Observa-se no gráfico em referência, que a perda da solubilidade é função da temperatura de secagem. Fazendo-se a comparação desta perda entre os experimentos de secagem, verifica-se um deslocamento de 10%, entre o experimento 1 e o experimento 2 (seco até aproximadamente 34% de umidade).

EFEITO SOBRE A CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO MÁXIMA

As Tabelas VIa e VIb contêm os dados da reidratação expressos em gramas de água por 100g do produto.

Tabela VIa. Temperatura de secagem e tempo de reidratação (g de água/100g do produto) do músculo do cação salgado e seco, reidratado durante 5 horas à temperatura ambiente. (Produto seco até 50% de umidade).

Tempo de secagem (°C)	Tempo de reidratação (h)				
	1	2	3	4	5
35	14,3	17,9	19,6	20,0	20,0
45	9,6	12,3	14,0	15,9	15,9
55	9,3	10,8	10,8	10,8	10,8
60	8,0	10,0	10,3	10,3	10,3
Controle (sem secagem)	11,8	16,9	19,6	20,0	20,0

Tabela VIb. Temperatura de secagem e tempo de reidratação (g de água/100g do produto) do músculo do cação salgado e seco, reidratado durante 5 horas à temperatura ambiente. (Produto seco até 34% de umidade).

Tempo de secagem (°C)	Tempo de reidratação (h)				
	1	2	3	4	5
35	16,7	19,8	20,2	20,7	20,7
45	10,7	14,0	15,2	17,1	17,1
55	8,7	15,2	17,3	18,0	18,0
60	10,6	12,1	15,4	16,2	16,2
Controle (sem secagem)	11,8	16,9	19,6	20,0	20,0

Considerando-se que o produto seco do experimento 1, tenha aproximadamente 50% de umidade, uma absorção de água da ordem de 20%, deixou o produto com uma porcentagem de água bastante próxima daquela do produto "in natura" (78%), o que se verificou para a amostra salgada e seca a 35°C. As amostras processadas em temperaturas superiores reidratam-se de maneira dife

rente, ficando a sua umidade muito distante daquela observada para o produto natural (Tabela VIa).

A umidade inicial do músculo do cação correspondente ao experimento 2 (Tabela VIb) era de 34% aproximadamente. Adicionando-se a este valor mais 20% de água absorvida, verifica-se que o produto hidratado adquire uma umidade final de apenas 54%. Para os produtos secos em temperaturas superiores a 35°C, a situação é mais crítica, concluindo-se que do ponto de vista da reidratação, o produto mais aceitável seria aquele seco a 35°C.

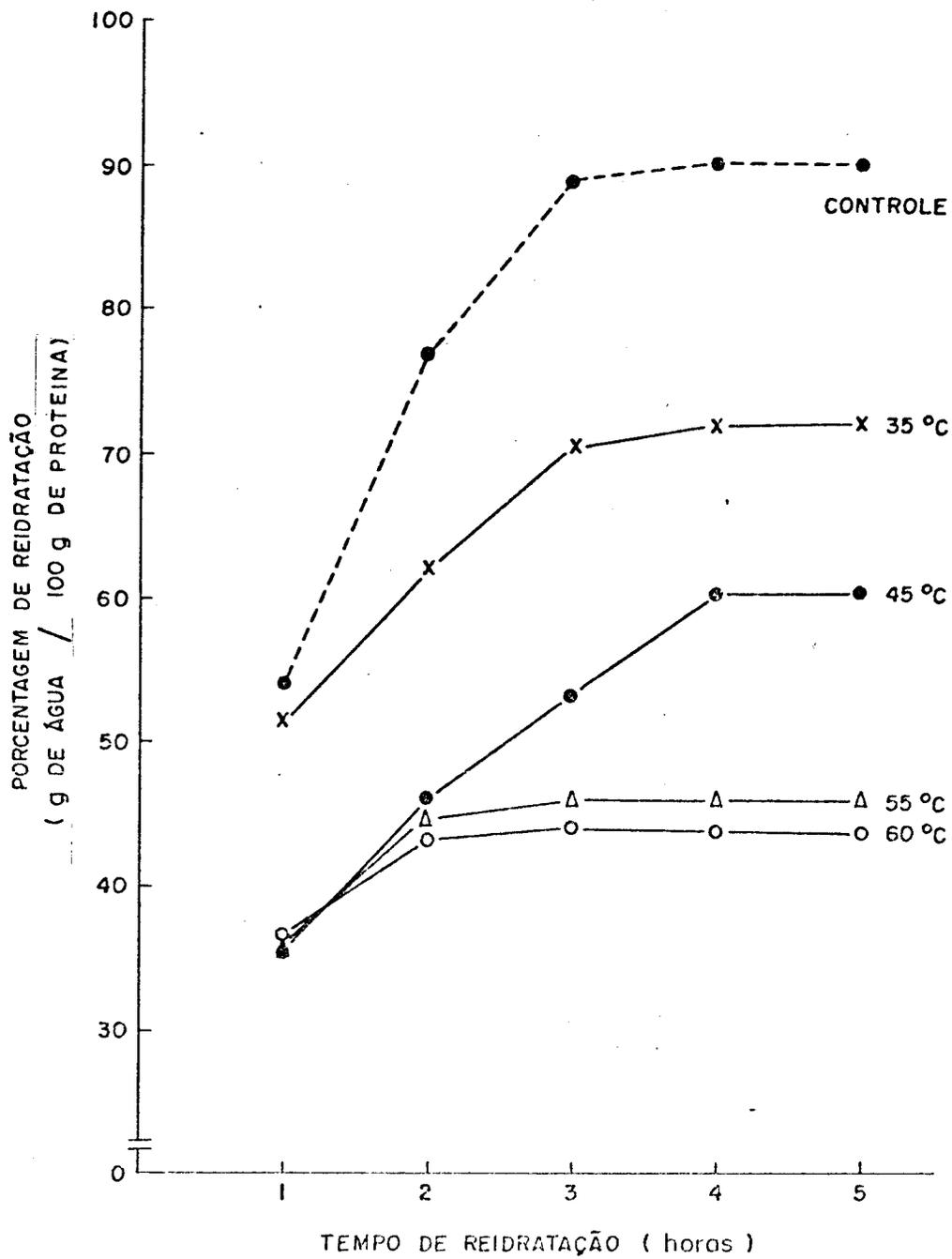


Fig. 4 - Percentagem de reidratação do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas até 50 % de umidade.

A quantidade de água absorvida por 100g do produto não dá uma idéia exata da alteração causada pela secagem, pelo fato de que durante a hidratação o valor da concentração de sólidos totais sofre variações pela remoção do cloreto de sódio e outros solúveis nitrogenados. Entretanto, a expressão da água absorvida com base nas proteínas existentes, forneceu uma idéia mais autêntica, considerando-se que são as proteínas compostas críticas da absorção da água deste produto que não contém carboidratos.

As Figuras 4 e 5 mostram as curvas de reidratação, expressas em gramas de água absorvida por 100 gramas de proteína total.

A observação destas figuras revela que os tratamentos de secagem afetaram tanto a velocidade quanto o teor máximo de água absorvida, aparecendo este efeito com maior evidência, neste caso, do que quando calculado em função da água absorvida por 100 gramas do produto

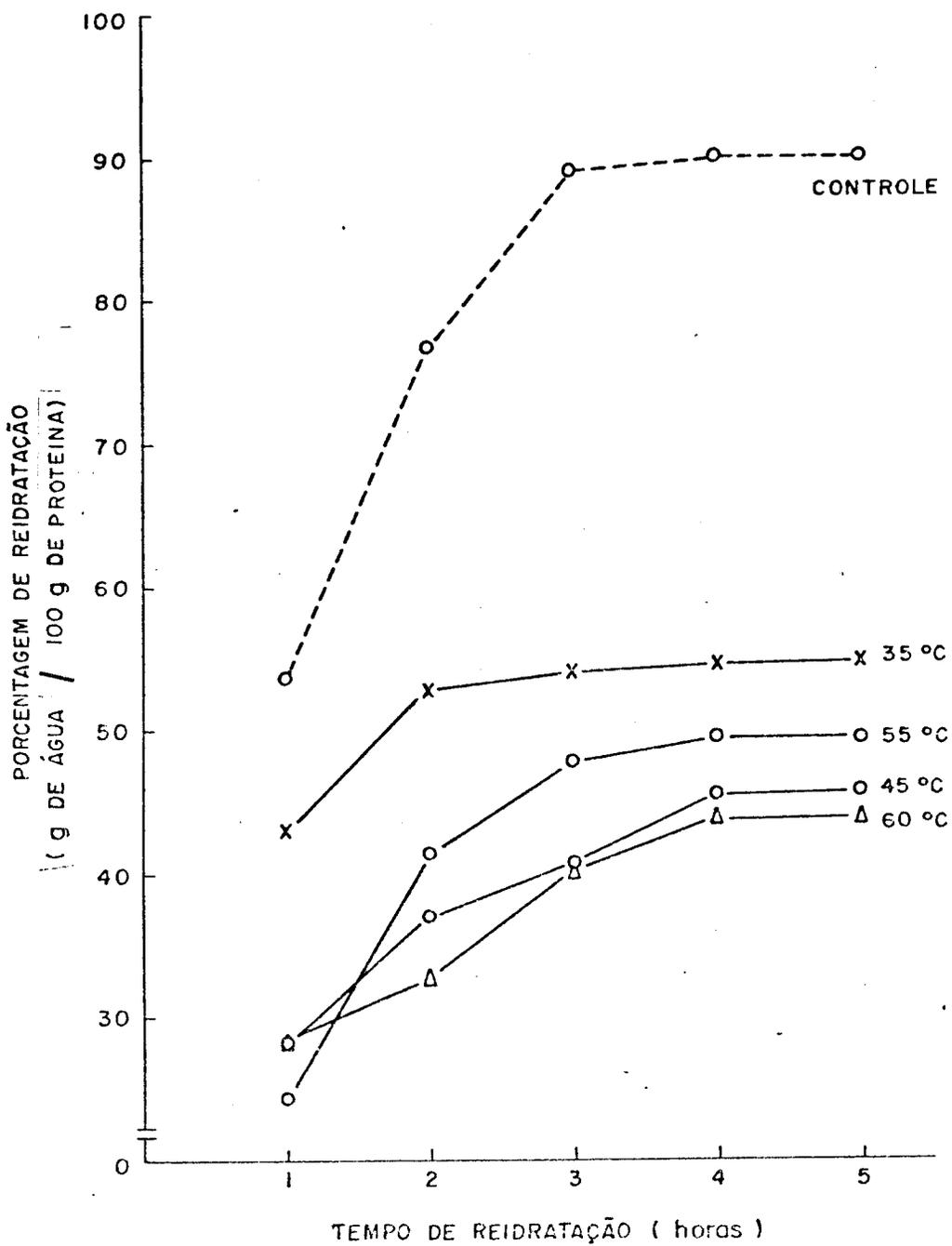


Fig. 5 - Percentagem de reidratação do músculo do caçõo salgado e seco à diferentes temperaturas até 34 % de umidade

EFEITO SOBRE A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (C.R.A.).

Extritamente falando, a água ligada é aquela - que forma a monocapa nos grupos polares das proteínas. Esta água tem uma porcentagem de 5 a 10%, na maioria dos tecidos animais (36).

Para objetivos práticos, considera-se também a água retida pelo músculo ao nível dos espaços interfibrilares, provavelmente devida à forças capilares (7).

A determinação da capacidade de retenção de água fornece informações da água fixada nas cadeias proteicas, sendo que a água de embebição, absorvida à maneira de esponja, é eliminada pela aplicação da força centrífuga ou da pressão (14). Nos produtos salgados e secos a água retida é de grande importância pelo fato de conferir ao produto uma suculência adequada. No músculo "in natura", quase 100% da água está fixada na estrutura molecular, por capilaridade, atração eletrostática ou outros mecanismos físico-químicos. Na congelação prolongada ou durante tratamentos térmicos, verifica-se a quebra desta estrutura natural, ocorrendo a liberação da água.

A Figura 6 mostra as curvas da capacidade de retenção de água do músculo de cação salgado e seco, à diferentes temperaturas e umidades.

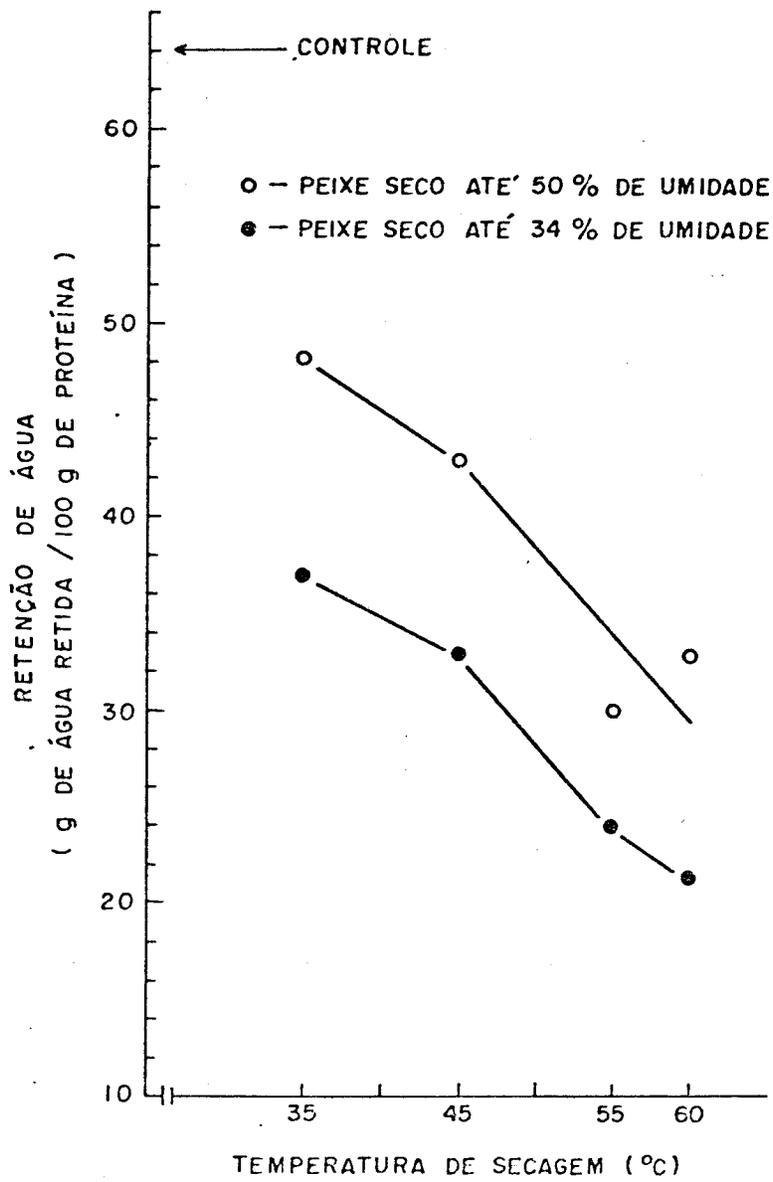


Fig. 6 - Curvas da capacidade de retenção de água do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas

Considerando-se o músculo do cação sem secagem (controle), observa-se que este produto reteve 64% da água de reidratação e que esta porcentagem decresceu progressivamente, à medida que se elevou a temperatura de secagem nas demais amostras. O tempo de secagem influenciou decisivamente na capacidade de retenção de água, observando-se um marcado deslocamento entre as duas curvas, determinado pelos tratamentos curto e longo a que foram submetidos os produtos (Figura 6).

EFEITO SOBRE A VELOCIDADE DE DESSALGA DO MÚSCULO DO CAÇÃO SALGADO E SECO.

As Tabelas VIIa e VIIb mostram os dados da perda de sal durante a reidratação do músculo do cação salgado e seco à diferentes temperaturas de secagem e referentes aos dois experimentos.

Tabela VIIa. Temperatura de secagem e velocidade de dessalga do músculo do cação salgado e seco em relação ao teor de sal inicial de cada amostra reidratada durante 5 horas.

Temperatura de secagem (°C)	Cloreto de sódio inicial (%)	Tempo de reidratação (h)					
		0	1	2	3	4	5
35	21,5	100	38	59	69	80	93
45	20,2	100	57	72	82	80	92
55	21,2	100	65	71	78	90	92
60	19,1	100	52	63	77	85	92
Controle	19,1	100	60	79	91	96	98

Tabela VIIb. Temperatura de secagem e velocidade de dessalga do músculo do cação salgado e seco em relação ao teor de sal inicial de cada amostra reidratada durante 5 horas.

Temperatura de secagem (°C)	Cloreto de sódio inicial (%)	Tempo de reidratação (h)					
		0	1	2	3	4	5
35	22,8	100	68	80	91	93	96
45	23,0	100	60	75	80	80	96
55	22,0	100	78	83	89	93	96
60	22,0	100	81	92	95	95	96
Controle	19,1	100	60	79	91	95	96

Os dados da Tabela VIIa não mostram uma tendência definitiva em relação a velocidade de dessalga do músculo, nas diversas amostras e no controle. Entretanto, conclui-se que o cloreto remanescente após a dessalinização, é maior nas amostras submetidas à secagem do que no controle. Na Tabela VIIb é observada uma maior velocidade de dessalga para os produtos desi

dratados até 34% de umidade, quando comparados com aqueles desidratados até 50%, verificando-se para a amostra seca à 60°C, uma dessalga da ordem de 81%, na primeira hora de reidratação.

A Figura 7 mostra as curvas de dessalga do músculo do cação salgado e seco às temperaturas de 35 e 60°C, referentes aos experimentos 1 e 2, respectivamente, para melhor enfatizar os efeitos destes parâmetros.

As amostras desidratadas durante um tempo prolongado e em temperaturas mais elevadas liberaram o cloreto de sódio com maior rapidez. Este fato é provavelmente devido à ruptura da estrutura natural, passando o músculo do estado coloidal à forma fibrosa a qual confere ao mesmo mais permeabilidade, permitindo conseqüentemente uma lixiviação mais eficiente dos solutos musculares.

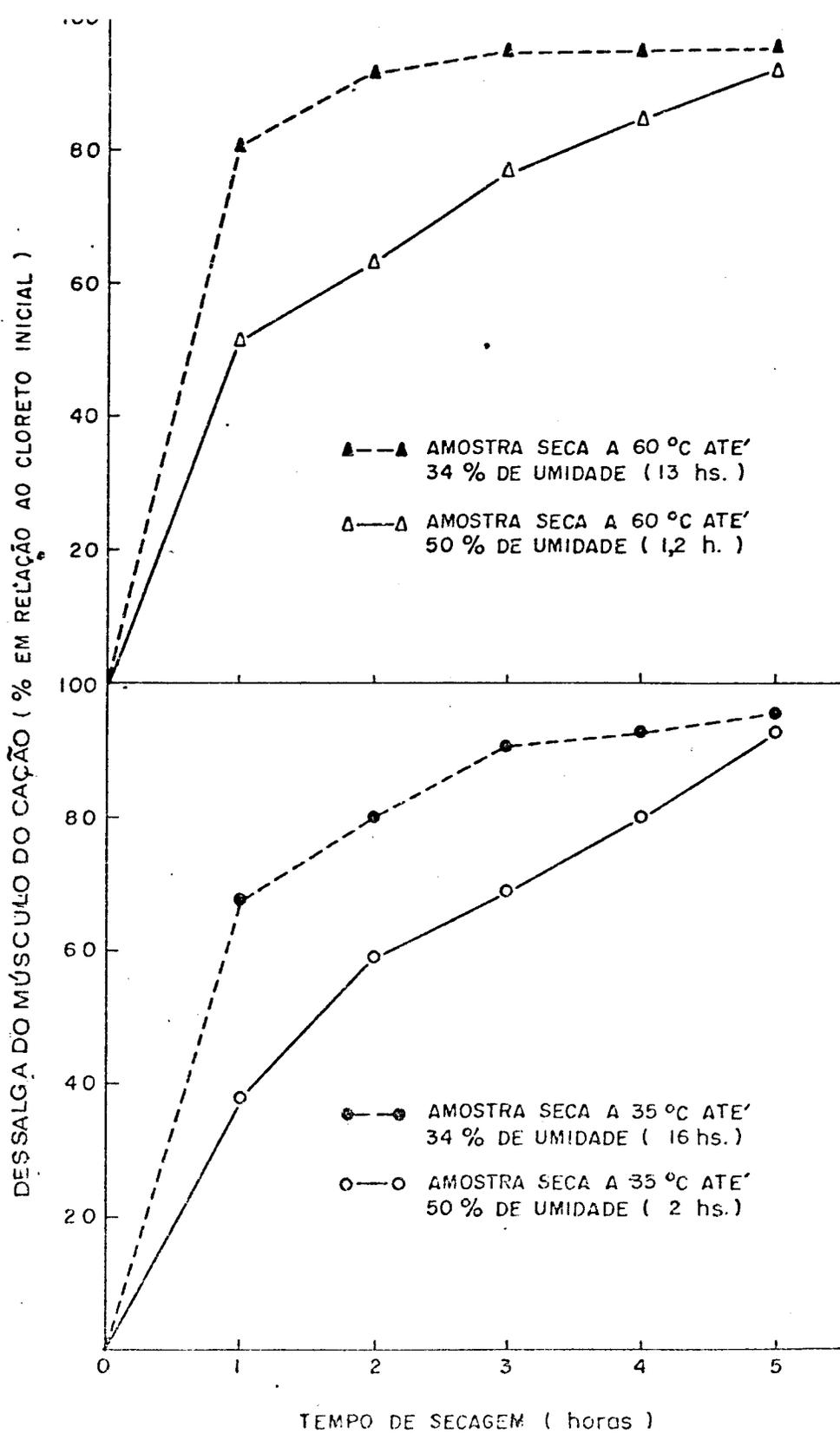


Fig. 7 - Efeito da temperatura e tempo de secagem sobre a dessalga do músculo durante a reidratação do cação salgado e seco

CONCLUSÕES

- 1.- A temperatura e o tempo de secagem no ambiente condicionado, influenciaram de maneira considerável a qualidade dos produtos obtidos;
- 2.- Os produtos salgados e secos à temperaturas mais baixas (35°C) apresentaram quanto a textura e propriedades físico-químicas, características semelhantes às do controle;
- 3.- A solubilidade das proteínas se reduz na ordem crescente das temperaturas de secagem;
- 4.- A reidratação e a retenção de água no músculo salgado e seco variam inversamente em função das temperaturas aplicadas na secagem;
- 5.- Na dessalga, o cloreto remanescente após a dessalinização é maior nas amostras submetidas à secagem do que no controle;
- 6.- Os produtos salgados e secos à 35°C, mostraram-se excelentes quanto a aparência geral, sendo portanto tecnicamente viável a aplicação desta tecnologia para a sua elaboração;
- 7.- Mediante aplicação de tecnologia simples, como a descrita, pode-se pretender ser este um método adequado à elaboração de produtos destinados a enriquecer a dieta alimentar nordestina.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 9th ed. Washington, 1960.
- 2.- ANDERSON, M.L. & MENDELSON, J.M. Rapid salt-curing technique. J.Fd.Sci. 37(4):627-628, 1972.
- 3.- BEATTY, S.A. & FOUGÈRE, H. The processing of dried salted fish. Fish. Res. Bd.Canada, Ottawa. 112:1-47, 1957.
- 4.- ————— : Devemos secar nossos peixes? A Ciência e a Indústria da Pesca. Rio Grande, (2):2-28, março 1958.
- 5.- BERAQUET, N.J. Peixe salgado e seco um processo rápido de salga. Instituto de Tecnologia de Alimentos.(39):13-37, 1974.
- 6.- BOTELHO, A.T. & NORT, E. Pescado salgado no Brasil. Rio de Janeiro, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, P.N.D.P. - F.A.O. - M.A. - SUDEPE, 1971-1972. p.1-40.
- 7.- —————. Generalidades sobre pescado seco e salgado. Conserva de peixe, Lisboa (249):17,1966.
- 8.- ————— , —————. Conserva de peixe, Lisboa (262): 19, 24, 1968.

- 9.- _____ . _____ . Conserva de peixe, Lisboa (264):
15, 1968.
- 10.- _____ . Pescado salgado e seco. Conserva de peixe,
Lisboa (265):51-52, 1968.
- 11.- BREED, R.S. et alii. Bergey's manual of determinative
bacteriology. 7th ed. The William and Wilkins Co.
Baltimore, 1957.
- 12.- BURGESS, G.H.O. et alii. El pescado y las industrias deri
vadas de la Pesca. Fish handdling and processing. Trad.
de Venâncio Lopez Lorenzo y Anders Marco Barrado. Zara
goza, ed. Acribia, 1971. 392 p.
- 13.- DYER, W.J. Speed of freezing and quality of frozen fish.
Proceeding of the F.A.O. Tech., Conference on Fish
Inspection and Quality Control. Halifax, 1969.
- 14.- DEL VALLE, F. & GONZALES INIGO, J.L. Behavior of different
species of fish with respect to the process. Food Technol.
22(9):85-88, 1968.
- 15.- _____. Pilot plant production of and large scale
acceptance trials with quick-salted fish cakes. J.Fd.Sci.
38(2):238-246, 1973.
- 16.- _____: et alii. Bacterial counts and rancidity of
stored quick-salted fish cakes. J.Fd.Sci. 38(4):580-583,
may/jun. 1973.

- 17.- FREIXO, J. Elementos analíticos para a aplicação do sal que se destina à salga do bacalhau. Conservas de peixe, Lisboa, (178):18-19, 1961.
- 18.- GREECHI, D. Salga de peixes. Rev.Nac. Pesca, 14(120):10-13, dezembro 1972.
- 19.- JASON, A.C. Drying and dehydration. In Borgstron, G. ed. Fish as food. New York, Academic Press, 1965 V. 3, p.1-54.
- 20.- JARVIS, N.D. Curing of fishery products. Fish Wildlife Service. United States Department of Interior. Washington, 1950. (Research report,18).
- 21.- LASSEN, S. Technological problems in heat treatment of fish requiring more knowledge from fundamental research. In kreuzer, R. ed. The technology of fish utilization, London, Fishing News, 1965.
- 22.- LEGENDRE, R. How to determine if atmospheric conditions are favourable for the artificial drying cod fish. Fish. Res. bd. Canada, Progs. Repts., Atlantic Coast Stas. nº56:23-27, 1953.
- 23.- LOVE, R.M. Freezing and quality of frozen fish. In Criobiology. ed. Meriman, H.I. p.317, Academic Press, New York. 1976.
- 24.- MENDELSON, J.M. Rapid technique for salt-curing fish: a review. J.Fd.Sci. 39(1):125-127, 1974.
- 25.- MORALLES, F.M. Infraestrutura frigorífica para a comercia-

lização e distribuição do pescado. Seminário de armazenagem, Brasília, outubro, 1976.

- 26.- NORT, E. Coletânea de informações práticas à indústria pesqueira. Programa de Pesquisas e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, Rio de Janeiro, 1974. 45 p. (Ser.doc.tecn. 5).
- 27.- NOGUCHI, E. Salted and dried marine products. In Utilization of marine products, Tokyo, Overseas Technical Cooperation Agency, 1972. cap.5, p.57-69.
- 28.- SANCHEZ, J.T. & LAM, R.C. Princípios técnicos de salado y secado del pescado. Estudio químico de la sal en el litoral. La punta, Instituto del Mar del Peru, 1965. p.3-37 (IMARPE, inf.,9).
- 29.- ————. Tecnologia del salado y secado artificial de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*), Callau, Instituto del Mar del Peru, 1973. p.3-31. (IMARPE, inf.,43).
- 30.- SCHNEIDER, I.S. Ocorrência de halófilos vermelhos em sal e reprodução do "vermelhão" em charque, pele salgada de bovino e peixe salgado. Rev.Fac.Med.Vet.São Paulo, 6(4): 441-448, 1960-62.
- 31.- ————. & NIVEN JR., C.F. Estudo da alteração denominada "vermelhão" do charque. Arq. Brasil. Nutr.14(2):59-76, jul/dez., 1959.

- 32.- TORNES, E., et alii. Calidad del pescado salado y secado en Venezuela. Proyecto de Investigacion y Desarrollo Pesqueiro, Caracas, 18:5-15, 1970.
- 33.- TANIKAWA, E. Marine products in japan. Hakodate, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 1965. 611 p.
- 34.- VIEIRA, G.H.F. Análises químicas do sal das salinas de Fortaleza. Bol. Soc.Cear. Agron., Fortaleza, (8):81-84, jun. 1967.
- 35.- WIRTH, H. et alii. Secado del pescado salado. Facultad de Ingenieria de la Republica, Montevideo - Uruguay, 1975.
- 36.- ZAITSEV, V. et alii. Salting and marinading. In Fish Curing Processing. Moscow, Mir. Publishers, 1969.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos ao Prof. OTTÍLIO GUERNELLI, pela orientação deste trabalho.

Ao Prof. EMÍLIO CONTRERAS, pela colaboração espontânea e decidida, durante a realização deste trabalho.

À direção da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola.

Ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, por ter permitido o seu afastamento.

Ao Programa de Ensino Agrícola Superior (PEAS), pela ajuda financeira.

Ao pessoal de apoio do Laboratório de Tecnologia, e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.