

# INFLUÊNCIA DA SECAGEM SOBRE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO MÚSCULO DO CAÇÃO BRANCO, *CARCHARHYNUS POROSUS* RANZANI <sup>(1)</sup>

José Raimundo Bastos

Laboratório de Ciências do Mar  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza — Ceará — Brasil

Aproximadamente 30% do total das capturas brasileiras de peixe são destinados à elaboração de produtos salgados. Segundo dados oficiais, durante o ano de 1974 foram capturadas 643 mil toneladas de peixes marinhos, sendo encaminhadas à indústria da salga 193 mil toneladas deste total (Mencia-Morales *et al.*, 1976). Neste mesmo ano, foram consumidas 45 mil toneladas de pescado salgado procedente de outros países (Nort, 1974). A produção nacional de peixes salgados, de acordo com dados da SUDEPE, chegou a 78 mil toneladas, em 1976. 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 de suas grandes vantagens, justificando assim 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 e pode 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 pelo incremento da concentração salina, contribui para elevar a qualidade do produto, reduzir as alterações bioquímicas e mesmo impedir o crescimento microbiano.

A secagem de peixe salgado é efetuada correntemente a 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 saiga-

(1) Trabalho apresentado à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre. Recebido para publicação em 25/10/1978.

do, 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 do 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, os dissulfetos têm participação constante.

No presente trabalho, estudamos 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 através do aproveitamento da energia elétrica. Avaliamos 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima que serviu de base para este estudo constou de 50 quilos de cação branco, *Carcharhynchus 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 efetuada na proporção de 30% de cloreto de sódio em relação ao peso da matéria-prima, sendo esta acondicionada em depósitos de polietileno, a temperatura ambiente, durante 12 dias, período em que se verificou o equilíbrio osmótico do processo. Decorrido este tempo, os filés foram removidos e dispostos em locais adequados para a remoção do excesso de salmoura.

Com base na umidade do produto salgado foi feita a secagem, que obedeceu o seguinte critério: os filés salgados foram divididos em

dois lotes, os quais constituíram dois experimentos independentes de secagem; cada experimento compunha-se de cinco amostras. Uma das amostras de cada experimento permaneceu sem secagem, sendo admitido como controle. As quatro restantes foram secas às temperaturas de 35, 45, 55 e 60°C, respectivamente, 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: umidade, proteínas totais, extrato etéreo, cloretos, solubilidade das proteínas, capacidade de reidratação, capacidade de retenção de água e velocidade de dessalga do músculo.

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 petróleo como solvente; e o cloreto, pelo método de Mohr, com titulação pelo nitrato de prata, todos de acordo com a A.O.A.C. (1960).

A solubilidade das proteínas foi determinada em solução de cloreto de sódio 0,6 M, de acordo com 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 250ml, 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 650nm (A.O.A.C., 1960). As leituras fotolorimétricas foram levadas a curva de proteína previamente estabelecida, com base no mesmo método. O cálculo da proteína solú-

vel foi efetuado 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 1cm 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 citado e submetidos a agitação suave com um agitador magnético, durante o período de reidratação. O peso da água absorvida pelo produto foi medido de hora em hora, até ser atingido o equilíbrio. A porcentagem de água absorvida foi calculada considerando-se o peso de água ganho em cada amostra, por 100g do produto salgado e seco.

A capacidade de retenção de água foi medida 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 a 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 centrifuga previamente pesados. Após o conhecimento do peso do músculo de cada amostra foi realizada uma centrifugação a 15.000 rpm, durante 30 minutos. Após esta operação, foi eliminado o sobrenadante 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 dessalga foi calculada em relação ao teor de cloreto inicial de cada amostra.

Todas as determinações efetuadas neste trabalho foram feitas em duplicata 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, *Carcharhy-nus porosus* Ranzani, processado pelo método

de salga mista, mostrou do ponto de vista subjetivo, características excelentes, não sendo observados no produto salgado, odor e coloração amarelada devidos à rancidez. A ausência deste tipo de deterioração foi provavelmente devida ao baixo teor de gordura dos cações (Beatty, 1958), 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 contato do cação salgado com o ar e, conseqüentemente, a oxidação das gorduras (Noguchi, 1972). Observações efetuadas no processamento industrial destas espécies evidenciaram que os cações podem suportar qualquer método de salga por mais inadequado que ele seja (Botelho & Nort, 1972).

Com relação à 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 literatura (Sanchez & Lam, 1965). 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.

### *Secagem artificial do cação*

De acordo 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, foi estabelecido 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 na tabela II; a perda de umidade em função

TABELA I

Composição química da carne *in natura* e do produto salgado, obtidos do cação branco, *Carcharhynchus porosus* Ranzani.

Amostra	Composição química (%)			
	Umidade	Proteína	Cloreto de sódio	Gordura
Filé <i>in natura</i>	78,2	19,1	0,5	0,6
Filé salgado	57,9	22,0	19,1	0,7

TABELA II

Dados referentes a temperatura, tempo de secagem, velocidade do ar, umidade relativa no secador e umidade do produto salgado e seco obtido do cação branco, *Carcharhynchus porosus* Ranzani.

Temperatura de secagem (°C)	Tempo de secagem (h)	Velocidade média do ar (m/s)	Umidade relativa (%)	Umidade do produto (%)	
				inicial	final
SECAGEM ATÉ 50% DE UMIDADE					
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
SECAGEM ATÉ 34% DE UMIDADE					
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

do tempo e da temperatura de secagem está graficamente representada na figura 1.

Os dados apresentados na tabela II evidenciam 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 literatura (Noguchi, 1972).

A umidade relativa do ar no secador não se apresentou constante, tendo naturalmente exercido influência na velocidade de secagem.

De acordo com Furuya (1958), a umidade relativa adequada para a secagem artificial de produtos marinhos está compreendida entre 45 e 55%. O mesmo autor assinala, ainda, que uma umidade relativa acima de 76% fornece umidade ao produto, enquanto abaixo de 40%, em nada contribui para aumentar a velocidade de secagem.

Na tabela III, são apresentados os dados relativos à velocidade média de secagem do músculo do cação salgado, expressos em porcentagem de água. 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 (Sanchez & Lam, 1973). Neste caso, a secagem ocorreu a velo-

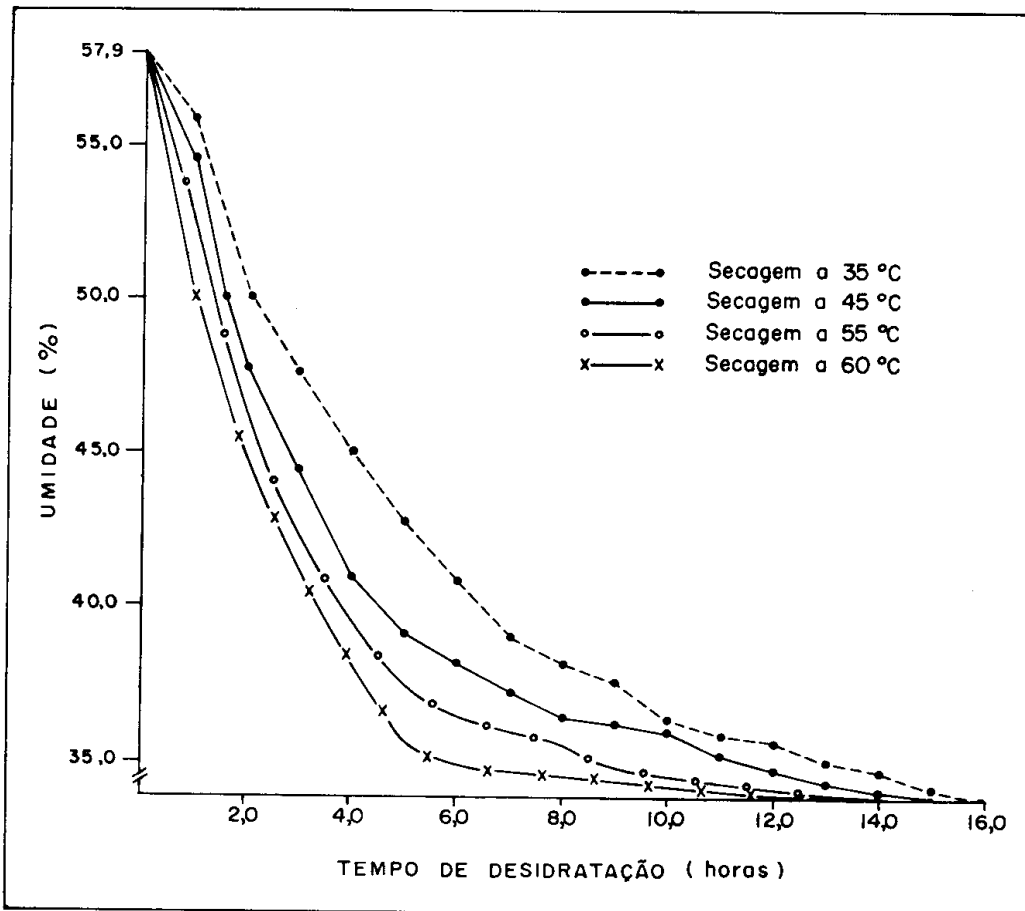


Figura 1 — Curvas de desidratação do músculo do cação branco, salgado e seco a diferentes temperaturas, até 34% de umidade.

cidade constante, o que determinou a redução da umidade do produto de 57,9 para 50,0% no curto período de 2 horas. A velocidade de secagem foi proporcional à temperatura, sendo observada uma exceção na secagem a 60°C, para a qual a umidade relativa exerceu acentuada influência (Jason, 1965).

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 cons-

tante e a velocidade decrescente de secagem (umidade crítica) verificou-se no tempo com-

TABELA III

Dados referentes a 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

preendido entre 4 e 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 à 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 (Sanchez & Lam, 1973; Beraquet, 1974). 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*

Na tabela IV, são mostrados os resultados das análises químicas dos produtos salgados e secos. A análise dos mesmos revelou que do ponto de vista da conservação, os produtos do experimento 1 não podem ser conservados a temperatura ambiente, em virtude de 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.

TABELA IV

Porcentagem de umidade, proteína e cloreto de sódio do músculo do cação salgado e seco a diferentes temperaturas de secagem a 50% e 34% de umidade residual.

Temperatura de secagem (°C)	Umidade (%)	Proteína (%)	Cloreto de sódio (%)
<b>SECAGEM ATÉ 50% DE UMIDADE</b>			
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
<b>SECAGEM ATÉ 34% DE UMIDADE</b>			
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

Com relação ao experimento 2, observa-se que os seus produtos contêm um teor de umidade adequada para a conservação a temperatura ambiente. Os resultados obtidos para proteína e cloretos neste experimento são considerados adequados, enquadrando-se dentro da faixa recomendada para produtos salgados e secos (Botelho, 1966).

#### *Efeitos da secagem sobre as propriedades do músculo do cação salgado e seco*

##### *1- Efeito sobre a solubilidade das proteínas*

Existem poucas referências bibliográficas relacionadas com o efeito desnaturante do calor em produtos protéicos 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 e 10%, já é observada a desorganização estrutural das proteínas destes produtos (Sanchez & Lam, 1965).

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. Estes resultados demonstram que a secagem, mesmo a 35°C, produz uma redução considerável da solubilidade das proteínas. É provável que o aquecimento dos tecidos em presença de altas concentrações de cloreto de sódio tenha contribuído para aumentar o efeito deletério da secagem.

TABELA V

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

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

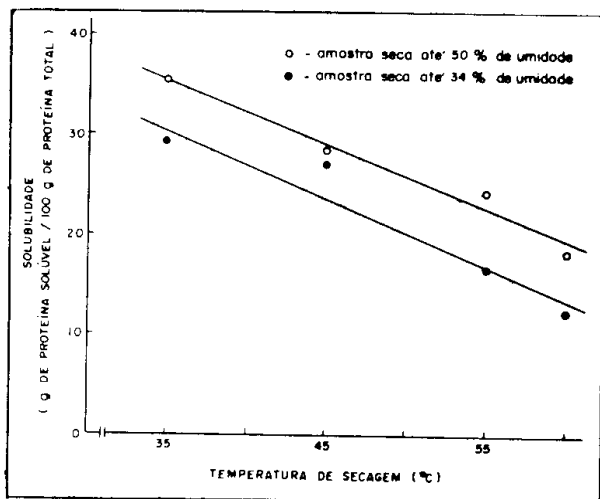


Figura 2 — Variação da solubilidade das proteínas em relação à temperatura de secagem do cação branco, salgado.

As reações moleculares que provocam alterações da textura não estão bem definidas. Entretanto, o desenvolvimento da fibrosidade em peixes congelados é atribuído por alguns autores à formação de ligações cruzadas inter e intra cadeias polipeptídicas. 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 (Love, 1976).

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 ions 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 (Del Valle & Gonzalez-Inigo, 1968). 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.

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 experi-

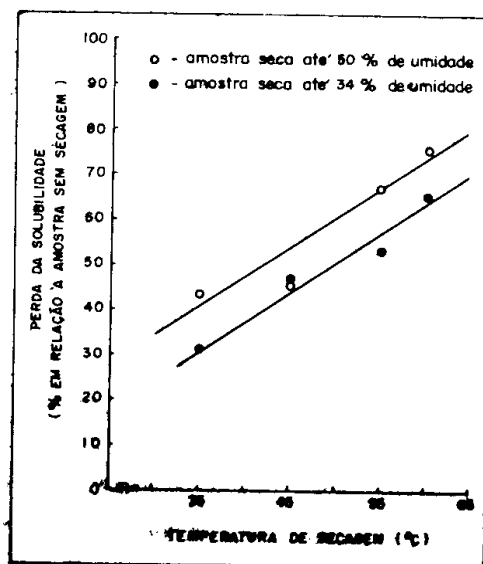


Figura 3 — Perda da solubilidade das proteínas em relação à temperatura de secagem do cação branco, salgado.

mento 2 (seco até aproximadamente 34% de umidade).

## 2— Efeito sobre a capacidade de reidratação máxima

A tabela VI contém os dados de reidratação expressos em gramas de água por 100g do produto. Considerando-se que o produto seco tenha aproximadamente 50% de umidade, uma absorção de água da ordem de 20% eleva sua umidade 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 diferente, ficando a sua umidade muito distante daquela observada para o produto natural.

A umidade inicial do músculo do cação correspondente ao experimento 2 (tabela VI) 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.

A quantidade de água absorvida por 100g

TABELA VI

Temperatura de secagem e tempo de reidratação (g de água/100g do produto) do músculo do cação salgado e seco, reidratado durante 5 horas, a temperatura ambiente.

Tempo de secagem (°C)	Tempo de reidratação (h)				
	1	2	3	4	5
<b>SECAGEM ATÉ 50% DE UMIDADE</b>					
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	11,8	16,9	19,6	20,0	20,0
<b>SECAGEM ATÉ 34% DE UMIDADE</b>					
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	11,8	16,9	19,6	20,0	20,0

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 re-

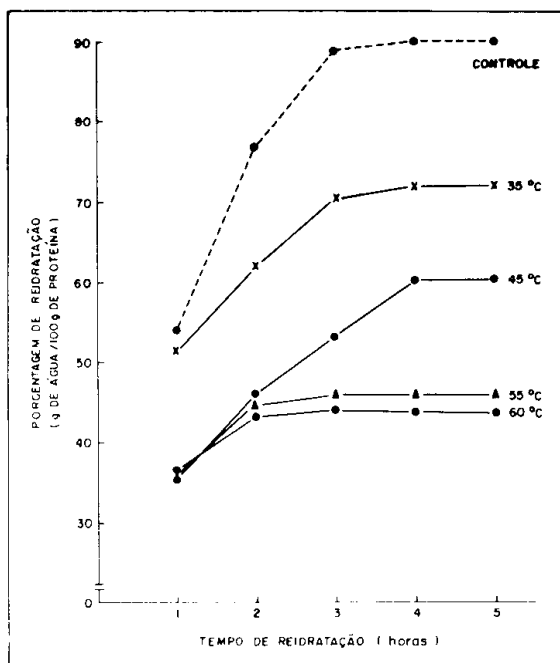


Figura 4 — Curvas de reidratação do músculo do cação branco, salgado e seco a diferentes temperaturas, até 50% de umidade.

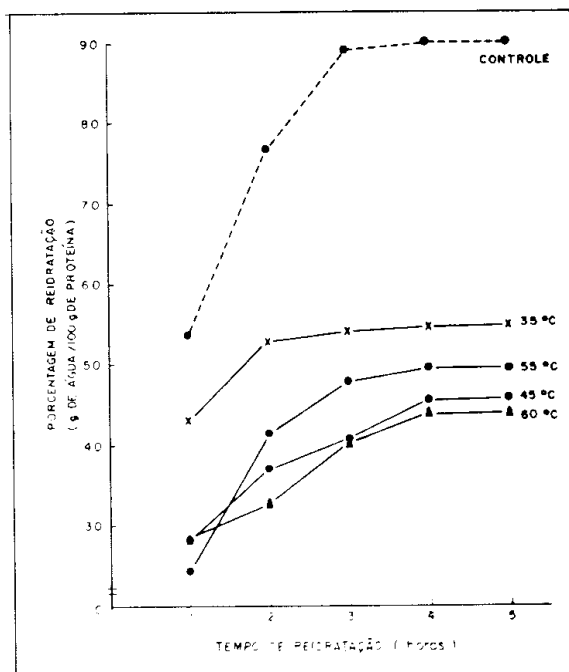


Figura 5 — Curvas de reidratação do músculo do cação branco, salgado e seco a diferentes temperaturas, até 34% de umidade.

moção do cloreto de sódio e outros solúveis nitrogenados. Entretanto, a expressão da água absorvida com base nas proteínas existentes forneceu uma idéia mais precisa, considerando-se que são as proteínas compostos críticos 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.

### 3— Efeito sobre a capacidade de retenção de água

Estritamente 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. Para objetivos práticos, considera-se também a água retida pelo músculo ao nível dos espaços interfibrilares, provavelmente devido a forças capilares (Botelho, 1966).

A determinação da capacidade de retenção de água fornece informações sobre a água



fixada nas cadeias protéicas, sendo que a água de embebição, absorvida à maneira de esponja, é eliminada pela aplicação da força centrífuga ou da pressão (Del Valle & Gonzalez-Inigo, 1968). 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 estão fixados 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.

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 influiu 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).

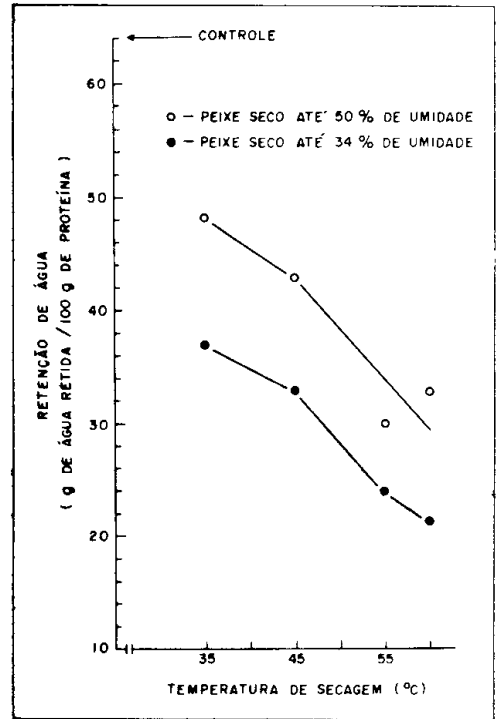


Figura 6 – Curvas de capacidade de retenção de água do músculo do cação branco, com secagem até 50% e 34% de umidade.

4– Efeito sobre a velocidade de dessalga do músculo do cação

A tabela VII mostra os dados da perda de sal durante a reidratação do músculo do

TABELA VII

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, a 50% e 34% de umidade residual.

Temperatura de secagem (°C)	Cloreto de sódio inicial (%)	Tempo de reidratação (h)					
		0	1	2	3	4	5
SECAGEM ATÉ 50% DE UMIDADE							
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
SECAGEM ATÉ 34% DE UMIDADE							
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

cação salgado e seco a diferentes temperaturas de secagem e referentes aos dois experimentos. Os resultados não evidenciam 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 a secagem do que no controle. Observa-se, ainda, uma maior velocidade de dessalga para os produtos desidratados até 34% de umidade, quando comparados com aqueles desidratados até 50%, verificando-se para a amostra seca a 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 ele-

vadas 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.

## 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 a 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 a secagem do que no controle.

6 — Os produtos salgados e secos a 35°C mostraram-se excelentes quanto à 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.

## SUMMARY

*English title:* Influence of drying processes on some physicochemical properties of the muscle of the shark *Carcharhynchus porosus* Ranzani.

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

Fish fillets were salted by the dry-wet method using 30% of salt on the basis of raw

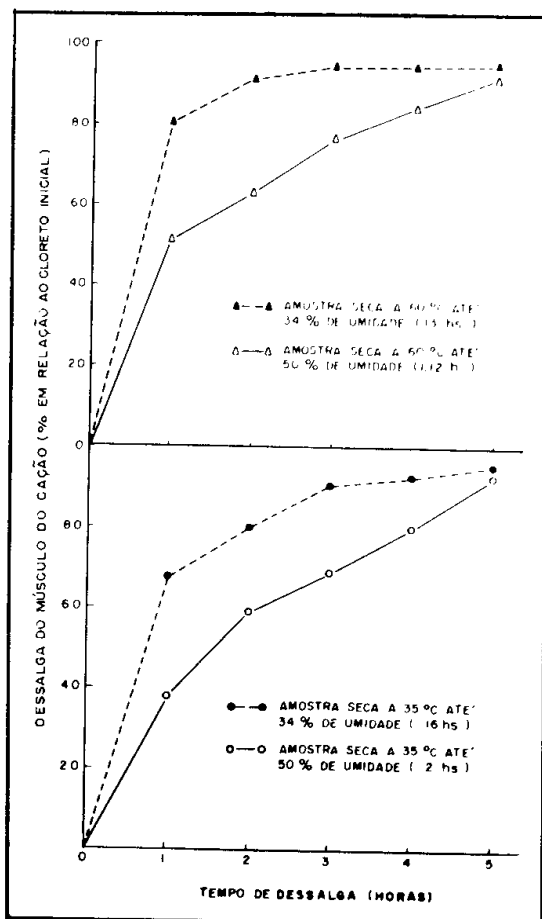


Figura 7 — Efeito da temperatura e tempo de secagem sobre a dessalga do músculo durante a reidratação do cação salgado e seco.

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 analysed 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, specially in those samples processed at 55 and 60°C. When water absorption is expressed as a percentage of product, samples dried at 35°C behaved in similar way to the control, although, when water absorption 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.

## BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists) — 1960 — **Methods of analysis**. William Horwitz, 9th ed., XX + 832 pp., Washington.
- Beatty, S.A. — 1958 — Devemos secar nossos peixes salgados? **Ciê. Ind. Pesca**, Rio Grande, (2): 3 - 5.
- Beraquet, N.J. — 1974 — Peixe salgado e seco — um processo rápido de salga. **Inst. Tecnol. Alim.**, Campinas, (39): 13 - 37, 1 fig.
- Botelho, A.T. — 1966 — Generalidades sobre pescado seco e salgado. **Cons. Peixe**, Lisboa, (249): 17
- Botelho, A.T. & E. Nort — 1972 — Pescado salgado no Brasil. **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil**, Rio de Janeiro, 40 pp.
- Del Valle, F. & J.L. Gonzalez-Inigo — 1968 — A quick-salting process for fish — behavior of different species of fish with respect to the process. **Food Techn.**, Chicago, 22: 85 - 88, 3 figs.
- Furuya, M. — 1958 — Secagem experimental do peixe salgado. **Ciê. Ind. Pesca**, Rio Grande, (2): 9 - 19, 4 figs.
- Jason, A.C. — 1965 — Drying and dehydration, pp. 1 - 52, in Borgstron, G. (ed.), **Fish as food**. Academic Press, XIV + 258 pp., New York.
- Love, R.M. — 1976 — Freezing and quality of frozen fish, in Meryman, H. T. (ed.), **Cryobiology**. Academic Press, New York.
- Mencia-Morales et al. — 1976 — Avaliação da indústria pesqueira brasileira — capacidade de produção e mercado. **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, ser. Doc. Téc.**, Rio de Janeiro, (20): 1 - 143.
- Noguchi, E. — 1972 — Salted and dried marine products, pp. 57-69, in **Utilization of marine products**. Overseas Technical Cooperation Agency, Tokyo.
- Nort, E. — 1974 — Coletânea de informações práticas à indústria pesqueira. **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, ser. Doc. Téc.**, Rio de Janeiro, (5): 1 - 48, 4 figs.
- Sanchez, J.T. & R.C. Lam — 1973 — Tecnologia del salado y secado artificial de la merluza (**Merluccius gayi peruanus**). **Inst. Mar. Peru**, Callao, (43): 1 - 19, 4 figs.