

UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR PARA AVALIAÇÃO DA SALGA E SECA- GEM DO PACU, *COLOSSOMA MITREI* BERG, 1895

RONALDO DE OLIVEIRA SALES *
LUIZ HENRIQUE BEIRÃO **

RESUMO

No presente trabalho os autores estudaram um método simples para o processamento do Pacu (*Colossoma mitrei*, Berg, 1895) salgado-seco.

O rendimento médio em relação ao peso total foi de 58,6%, que se aproxima do aproveitamento médio de outros peixes salgado-secos, quando submetidos ao mesmo tratamento, conforme literatura citada.

O processo destina-se à produção de grande quantidade de peixe salgado e seco, com redução do longo tempo dispendido nos processos convencionais, permitindo reduzir a umidade do produto salgado-seco de 56% para 43,5% em apenas 28 horas.

O produto obtido, por apresentar características boas, quanto à aparência, aceitação por parte dos consumidores e estabilidade química de vida de prateleira, indica que o método poderá ser utilizado com sucesso na preparação de outras espécies de pescado.

SUMMARY

USE OF ENERGY FOR EVALUATION OF DRIED SALTED PACU (*COLOSSOMA MITREI* BERG, 1895)

This work studied a simple method for processing dried-salted Pacu.

The average weight in relation to total weight was 58,6%, and the result came very close to the average of weight of others dried salted fishes, when treated

in the same way, based in cited literature.

The main purpose of this process was to reduce the long time expanded by the conventional process, allowing to reduce the humidity of the dried-salted product from 56% to 43,5% in 28 hours only.

The final product, due to its good characteristics and appearance, acceptability by consumers and chemical stability for storage, allows the method to be used with success when processing others species of fishes.

PALAVRAS-CHAVE — Período de cura, osmose, coeficiente de difusão da água, rancificação do produto.

INTRODUÇÃO

A prática da salga do peixe data de muitos séculos, no entanto, é levada a efeito de maneira empírica. Sabe-se que este processo implica numa série de modificações físicas, químicas e microbiológicas tais como difusão e osmose, e uma série de complicados processos bioquímicos associados com mudanças em vários constituintes do peixe, principalmente as proteínas 11, 15.

VOSKRESENSKY²⁰ cita que a extração da água e penetração do sal na

* Prof. do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do CNPq.

** Prof. do Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina-Florianópolis.

salga ocorrem através de difusão e osmose.

KLAVEREN¹⁹ relata que o sal usado nas indústrias deve ser livre de impurezas, tais como: íons de cálcio, magnésio e sulfatos, que dão ao tecido muscular um sabor amargo. Todavia a presença de sais de cálcio e magnésio é necessária em baixas concentrações para evitar o aspecto seroso do pescado salgado.

BOTELHO,^{4,5} BURGESS,⁶ em estudos sobre semi-preservação do pescado salgado-seco mostra que, removendo-se água do produto, diminui-se a perecibilidade do mesmo. Tradicionalmente, o produto salgado é secado mediante sistema natural ou artificial.

DEL VALLE & NICKERSON,⁹ em estudos teóricos sobre secagem do pescado, verificou que ocorriam dois estágios: um período de valor constante e um período de valor baixo, que foi caracterizado pelo coeficiente de difusão da água, que depende da qualidade do sal, temperatura de secagem e grau de hidratação do músculo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com 152 kg de peixe de água doce Pacu adquirido em frigorífico especializado de Campinas-SP.

Os peixes foram descabeçados, eviscerados, removida a coluna vertebral, lavados em água corrente e finalmente pesados.

Obteve-se, deste modo, 89 kg de peixe limpo, correspondendo a um rendimento de 58,6%. Em seguida, os peixes foram submetidos à salga mista e colocados dentro de cubas plásticas, alternadamente, com uma camada de sal e uma de peixe, na proporção de 1:3 (sal-peixe). Na camada superior, em cada cuba, colocaram-se pesos para evitar flotação, tampando-se em seguida.

Aos 1.^o, 2.^o, 3.^o, 4.^o, 5.^o, 6.^o, 7.^o e 9.^o dias, realizaram-se análises, que serão descritas a seguir, tendo-se o cuidado de homogeneizar previamente a salmoura.

Nas amostras efetuaram-se as seguintes análises:

Proteína — Para avaliação da proteína foi usado o método de Kjeldahl, juntando-se cerca de 1g da amostra, 0,5g de sulfato de cobre e 20 ml de ácido sulfúrico concentrado a 96%, usando-se 6,25 como fator de correção.

Umidade — Obteve-se a umidade por dessecação em estufa a 105°C até peso constante.

Lipídios — Determinados por extração em aparelho Soxhlet, usando-se a acetona como solvente e utilizando-se Na₂SO₄ anidro para o arrastro da água.

Cloretos — Determinado segundo Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz¹⁶.

Ácido Tiobarbitúrico — Foi avaliada pelo método descrito por TARLADGIS et alii¹⁷ em que o TBA (Mg de aldeído malônico/g de amostra) e feito convertendo-se o valor da transmitância para absorvância e multiplicado pelo fator 7,8.

Índice de peróxido — Determinado pelo método 28023 AOAC¹, e os resultados expressos em x milimoles de peróxidos por Kg de gordura.

As análises acima discriminadas foram realizadas durante a secagem das amostras e ao final desta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Salga

Para avaliação do volume tomaram-se 32 pedaços de músculo fresco, em forma geométrica padrão, sendo cada um deles pesado e medido o volume de água deslocado e, posteriormente, salgados da mesma forma que os peixes. Durante a realização do experimento verificamos a variação de peso e volume das amostras salgadas.

Concluído o processo de cura, obtivemos 63.1 kg de peixe salgado, que foram separados em dois lotes de 31,55 kg (Tabela 1).

Após o tratamento descrito na citada tabela, os peixes foram colocados em varas, pela parte ventral e pendurados em prateleiras de forma que o músculo ficasse exposto externamente, sendo as varas

TABELA 1

Amostras dos Tratamentos Utilizados no Pescado nos Lotes I e II. Campinas – SP. 1977

LOTE	AMOSTRA	TRATAMENTO
	A	Controle
	B	Tratado com antioxidante (*)
	C	Tratado com antioxidante mais fungestático (*)
	D	Prensado – Controle
II	E	Prensado e tratado com antioxidante (*)
	F	Prensado e tratado com antioxidante mais fungestático (*)

– IMERSÃO RÁPIDA

afixadas na parte inferior das prateleiras que foram levadas à câmara de secagem.

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes à composição química do Pacu "in natura" e quando submetido à salga e secagem. Analisando-se os percentuais de N total (N x 6,25), verifica-se que houve um aumento no conteúdo de nitrogênio protéico. No entanto, para o peixe salgado seco deveria ser mais alto (KAI13). Já para o peixe salgado, poderíamos atribuir que o aumento deu-se pelo fato que, paralelamente, houve uma grande redução de umidade, tornando-se desta forma o produto final da salga com uma maior concentração de sólidos e, conseqüentemente, de nitrogênio protéico. Outro dado importante desta tabela está exposto pelo teor de gordura relativamente alto (5,8%), com o qual poderemos classificar a espécie em estudo como um pescado do tipo gordo (JASON12). A gordura no final da salga apresentou-se com um percentual de 7,23%, embora tenha havido alguma perda de gordura

do músculo para a salmoura, fato explicado perfeitamente devido à redução de umidade (DEL VALLE & NICKERSON¹⁰).

O teor de cloretos, da mesma forma que os demais sólidos, teve seu valor elevado devido à concentração de sólidos (MACKIE & HARDY¹⁴).

Quanto à velocidade de penetração do sal, expressa pela Tabela 3 e FIG 1, verificamos que o Pacu parece ter, de início, uma leve resistência à penetração de cloretos se comparado com trabalhos já realizados com outras espécies, principalmente marinhas. Este fato, provavelmente, poderia ser explicado através de uma análise na composição de sais do Pacu, visto que este peixe é uma espécie de água doce e neste meio predominam sulfatos e não cloretos, como ocorre com a água do mar. Entretanto, sabe-se que existem certos tipos de sais, como os de cálcio e magnésio, com propriedades que talvez pudéssemos chamá-las "anti-osmóticas". É possível que na composição do

TABELA 2

Composição Química do Pacu (%

Análise		Salgado	Salgado Seco
Proteína	16,84	19,30	21,30
Umidade	77,15	44,42	43,64
Lipídios	5,80	7,23	12,47
Cloretos	0,21	17,90	20,70

TABELA 3

Absorção de Cloretos Durante os Dias de Cura e Perda de Água (%)

Dias	Cloretos	Umidade
1.º	9,06	63,40
2.º	14,03	57,80
3.º	15,90	55,86
5.º	16,31	55,71
7.º	18,12	55,58
9.º	17,90	55,42

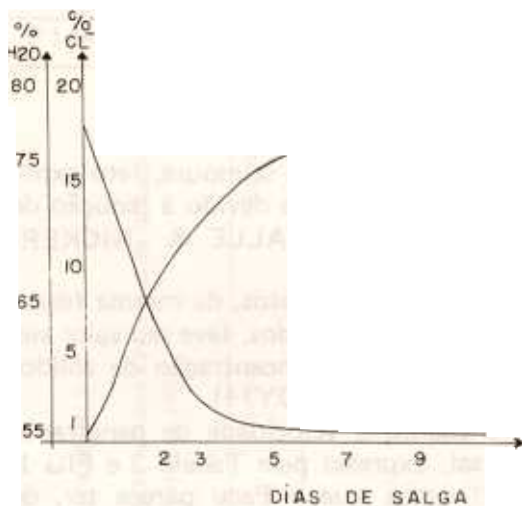


Figura 2 — Absorção de Cloretos e Perda de Água Durante os Dias de Cura

Pacu haja concentrações do sal, pois é sabido que estes tipos de sais diminuem a permeabilidade da membrana celular à penetração de cloretos.

Exclui-se a possibilidade desses sais provirem do sal por nós utilizado (sal de Mossoró, com 96 a 99% de NaCl, 0,43% de sais de cálcio e 0,05% de sais de magnésio) por se apresentarem em baixa concentração. Contudo, resta-nos saber se o sal dessa região tem sulfato de sódio, que também dificulta a penetração de cloretos, embora em menor proporção que os cloretos de cálcio e magnésio.

Porém, independente desta resistência inicial à penetração de cloretos, a espécie em estudo entra em equilíbrio salino num período de salga de uns dias, o que é bastante razoável. No último dia de salga o índice de cloretos era de 17,90%, o que corresponde a uma con-

centração nos fluidos celulares de 24,41%, concentração esta que se aproxima bastante à da salmoura. Determinou-se a concentração pela fórmula de VOSKRENSKY²⁰ ($100 \frac{S}{W}$), onde

$$\frac{S}{W}$$

S = % de sal no músculo após a salga e

W = % de água no músculo após a salga.

Ainda na Tabela 3 e FIG 1 podemos observar o movimento do sal para o interior do tecido do peixe, que é acompanhado por um movimento mais ativo da água para a salmoura circundante. Contudo, já no 5.º dia de cura mostrava-se com tendência a entrar em equilíbrio. Embora não se tenha conseguido uma estabilização entre a perda de água e ganho de cloretos, o peixe pode ser dado como curado ao 9.º dia do experimento, apresentando uma concentração de cloreto em torno de 18,0% e uma umidade de 55,42%.

Na Tabela 4 e FIG. 2 relacionamos peso com volume das amostras padrões, expressos em porcentagem. De início verifica-se um decréscimo considerável no peso, acompanhado por um menor deslocamento do volume de água. Isto deve-se ao fato da grande perda de água do músculo à salmoura e pouca penetração de cloretos. A camada exterior do peixe controla a velocidade de penetração de cloretos para o interior dos tecidos.

Por volta do 3.º dia de salga, quando a pressão osmótica ainda não está em equilíbrio, ocorre ganho de cloretos, elevando-se o peso juntamente com maior deslocamento do volume. Explica-se esse fato por uma maior concentração de massa contida em menor volume.

A queda de peso e volume verificada no 7.º dia de salga se explica pela falta de homogeneidade das amostras, porque a estabilização seria normal, tendo em vista que a concentração dos fluidos celulares de todas as partes do músculo-amostra aproximar-se-ia da concentração da salmoura externa.

TABELA 4

Varição de Peso e Umidade (Volume) com o Tempo de Salga (*)
Campinas, SP. 1977.

Variações	Dias de Salga					
		2	3	5	7	9
Peso (g) %	-25,31	+18,03	-16,39	+13,86	+2,73	-16,85
Volume (ml) %	-34,66	+27,06	-26,60	+ 2,50	+10,97	-11,71

Obs.: Os sinais (+) indicam % de hidratação ganhas e os (-) as % perdidas.

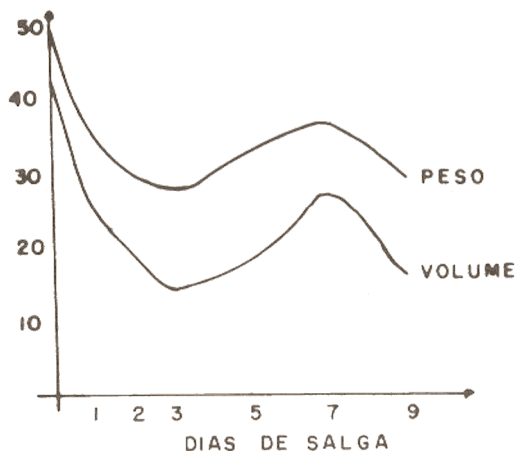


Figura 2 — Relação Peso/Volume das Amostras Expressa em Porcentagem

Secagem

Foi realizada em secador à energia solar, cuja vazão foi previamente estabelecida para 75 ft³/min, para assegurar uma temperatura menor que 50°C, visando com isto, evitar a desnaturação das proteínas.2,3,7,8 Conforme demonstrado na Tabela 5, a média máxima alcançada de temperatura na entrada foi de 42,16°C no 4.º dia de secagem, quando a temperatura ambiente era de 31,8°C.

A umidade relativa situou-se em torno de 45 a 50% para estabelecer o necessário equilíbrio na evaporação, visando, ao mesmo tempo, uma maior perda de água e evitar o aparecimento das fendas que depreciam o produto salgado. Estas fendas aparecem quando se trabalha com percentagem baixa de umidade.

Conforme se observa também na Tabela 5 e FIG. 3, há uma queda nítida na

porcentagem de perda de peso na 1.ª prateleira, do 1.º para o 2.º dia de secagem, correspondendo exatamente à queda de peso de 6 a 10 horas verificada por pesquisadores canadenses em peixe de água salgada.

A maior perda de peso verificou-se na primeira prateleira (3,05 kg), correspondendo a 20,48% do peso total de água contida no produto salgado. Justifica-se por estar esta prateleira situada mais próxima à entrada do ar quente vindo do coletor e, também, por conter pedaços menores de filés facilitando, deste modo, a evaporação.

Observando-se, ainda, a Tabela 5 e FIG. 3 verifica-se que foi a 2.ª prateleira a que menos perdeu peso. Isto deve-se ao fato desta ser prateleira controle, isto é sem prensagem.

As demais curvas de secagem foram consideradas normais, se comparadas com outros trabalhos de secagem de peixe.

Com a finalidade de avaliar o grau de rancificação do produto "in natura", salgado e salgado-seco, apresentamos os dados da Tabela 6, onde constam os índices de Peróxidos (IP) e de Ácido Tiobarbitúrico (TBA).

Para o peixe fresco e salgado o IP foi zero. Com relação ao peixe fresco este resultado é normal, mas para peixe salgado não. Possivelmente, a gordura do Pacu apresenta boa estabilidade. No peixe salgado-seco o valor obtido foi de 4,35 milimoles de peróxido por Kg de gordura, situando-se dentro dos valores permitidos.

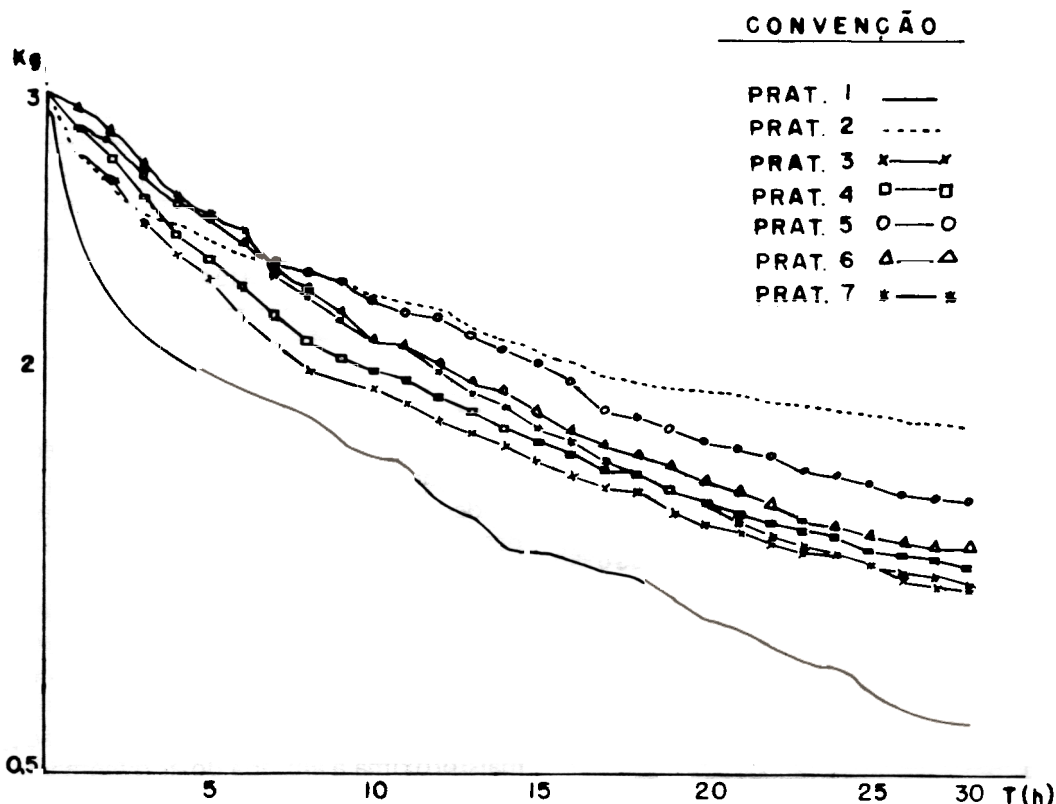


Figura 3 — Perda de peso por prateleira, durante a secagem.

A variação do TBA foi insignificante para o pescado fresco, porém, para o salgado, foi bastante alta tendo em vista o resultado do IP, já comentado acima. Tratando-se de peixe gordo, o índice de TBA para o salgado-seco, de 7,47 foi considerado alto, pois usou-se antioxidante, que pode afetar bastante as características organolépticas do produto conforme podemos observar na Tabela 6.

Na Tabela 7 mostramos a porcentagem de umidade e a atividade de água (AW), que calculada a partir da fórmula $AW = \frac{N.º \text{ de moles do solvente}}{N.º \text{ de moles do sulfato} + N.º \text{ de moles do soluto}}$. Embora esta não esteja suficientemente baixa para evitar contaminação bacteriana e de fungos, poderá o produto se conservar bem devido à concentra-

ção de cloretos (17,90%) para o salgado e (20,70%) para o salgado-seco, e também uso de fungistático. Com relação às bactérias, apenas as halofílicas poderão se desenvolver (TFOLLER18).

Na Tabela 8 apresentamos dados de rendimento do Pacu para obtenção do produto acabado (salgado-seco). Verifica-se que apesar do peixe "in natura" apresentar um rendimento de 58,6%, o rendimento do produto final foi apenas de 32,09% comparado com o pescado fresco.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o processo de salga mista com uma

TABELA 5

Avaliação dos Dias e Horas de Secagem para Prateleira, Concomitante a % de Perda de Peso e Total de Quilogramas Perdidos
Campinas — SP, 1977.

Dias	N.º de Horas	Temperatura Média (°C) de Bulbo Seco	Número de Ordem das Prateleiras																	
			1	2	3	4	5	6	7											
			Temp. Média	Perda (%)	Temp. Média	Perda (%)	Temp. Média	Perda (%)	Temp. Média	Perda (%)	Temp. Média	Perda (%)	Temp. Média	Perda (%)						
1.º	3	34,75	36,03	5,98	34,97	3,07	32,24	2,64	31,54	2,84	32,89	2,82	31,81	2,27						
2.º	6	37,65	26,93	1,21	37,11	2,26	37,19	4,59	36,05	4,64	35,46	4,45	34,86	4,45						
3.º	9	40,34	29,43	4,25	37,55	2,77	37,53	4,41	36,90	4,57	36,21	4,94	35,05	4,94						
4.º	5	42,16	36,12	2,67	39,70	1,82	39,62	2,29	39,47	2,85	39,13	2,51	38,22	2,79						
5.º	4	39,40	34,56	1,50	35,00	2,21	34,46	1,17	34,06	1,29	32,80	1,29	32,44	1,39						
			14,77			36,23			15,10			35,63			16,19			34,88		
			2,04			—			2,00			—			1,82			—		
			17,47			—			16,53			—			17,83			—		

% de Perdas

TABELA 6

Avaliação do Índice de Rancidez do Pacu
Campinas, SP, 1977.

Tipo de Análise	"In Natura" Salgado Salgado-Seco		
Índice de Peróxido (mMol/Kg lipídio)	0,0	0,0	4,35
Índice de TBA — mg de aldeido malônico/g de amostra		3,26	7,47

TABELA 7

Percentagem de Umidade e Aw do Pacu
Campinas, S P, 1977

Tipo	H ₂ O (%)	Aw
"In Natura"		—
Salgado		0,91
Salgado-Seco		0,87

camada de sal e uma de peixe na proporção de 1: 3(sal-peixe) não afetou o produto final, o qual apresentou um equilíbrio salino num período de salga na faixa de nove dias, o que é bastante razoável.

O rendimento do pescado "in natura" (58,6%) foi considerado bom, em relação a outros trabalhos similares, onde o rendimento foi razoável, em torno de 40%.

A atividade de água, apesar de alta, e o uso de fungistático e antioxidante permitiram um tempo de conservação mais prolongado do produto.

A temperatura média do ar na entrada da câmara de secagem e a média de saída foi de 38,86°C para a primeira e 33,26°C para a segunda, consideradas boas, porque permitiram reduzir a umidade do produto salgado de 56% para 43,56% em apenas 28 horas.

TABELA 8

Rendimento do Pacu como Produto Acabado
Campinas, SP, 1977

Tipo	Peso (Kg)	Kg obtido	Rendimento	Perda (Kg)
"In Natura"	152,00	89,0	58,60	63,00
Salgado	63,10	80,0 (*)	78,88	16,90
Salgado-seco	48,77	48,77	77,29	14,33
Total				94,23

Foram retirados 9 Kg para análises de peso/volume e outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.O.A.C. — Association of Official Analytical Chemists. "Official methods of analysis". 13 th ed. Washington, 1980.
2. BEALTY, S.A. & FOUGERE, H. — The processing of dried salted fish. *Fish. Res. Bd. Canadá*, Ottawa, n.º 112, 1957.
3. BERAQUET, N.J. — Peixe salgado e seco: um processo rápido de salga. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, n.º 38, 13-37, 1974.
4. BOTELHO, A.T. — Preparação e salga do Pirarucu. Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia — SPVA — Belém, 1956. 35 p.
5. BOTELHO, A.T. & NORT, E. — *Pescado salgado no Brasil*. Programa de pesquisa e desenvolvimento pesqueiro do Brasil. PND/FAO-Ministério da Agricultura/SUDENE, Rio de Janeiro, 1974.40 p.
6. BURGESS, G. H.O.; CUTTING, C.L.; LOVERN, J.A. & WATERMAN, J.J. *El pescado Y las indústrias derivadas de la pesca*. Zaragoza, Ed. Acríbia, 1971. 392 p.
7. CLUCAS, I. J. and SUTCLIFFE, P.J. *An Introduction to fish handling and processing*. Tropical Products Institute, London, 1981. 85 p. (G. 143)
8. CLUCAS, I. J. and SUTCLIFFE, P. J. — *Fish handling preservation and processing in the tropics*. Tropical Products Institute, London, 2, 1982. 143 p. (G. 145)
9. DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. — Studies on salting and drying fish. I. Equilibrium considerations in salting. *Journal of Food Science*. 32: 173-179, 1967.
10. DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. — Studies on salting drying fish. II. Dynamic aspects of the salting of fish. *Journal of Food Science*. 32: 218-224, 1967.
11. INGRAM, M. & KITHCEL. A.G. Salt as a preservative for foods. *J. Ed. Technol.* 2. 1-15. 1967.
12. JASON, A.C. Effects of fat content on diffusion of water in fish muscle. *J. Sci. Ed. Agric.* 16: 281-288, 1965.
13. KAI, M. Industrialização de Cação Salgado e Seco. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 01-31, 1979.
14. MACKIE, R. & HARDY, H. Productos Pesqueros Fermentados. FAO. *Informe da Pesca n.º 100*. Roma. 1971.
15. MENDELSON, J.M. Rapid Techniques for salt-curing fish. A Review. *Journal of Food Science*. 39: 125-127, 1974.
16. NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 2.ª ed., Instituto Adolfo Lutz, Secretaria do Estado de São Paulo, (10): 1976.
17. TARLADGIS, B.T.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. & DUGAN, L.J. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal A. Oil Chemists Soc.* 37: 44-48, 1960.
18. TFOLLER, J.A. The water relations of food borne bacterial pathogens. A review. *J. Milk Food Technol.* 36: 270-283. 1973.
19. VAN KLAVEREN, A.W. & LEGENDRE, A.W. & LEGENDRE, R. *Salted Cod Fish as Food*. ed. Borgstrom, Academic Press, New York, 4: 133, 1965.
20. VOSKRESENSKY, N. A. Salting of herring. *Fish as Food*. Cap. 23, Vol. 3.