



1150004622

T/UNICAMP
M267u
BCCL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTO E AGRÍCOLA

O USO DO COLETOR SOLAR COM COMPLEMENTAÇÃO
DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA NA PRÁTICA DE
SECAGEM DE CAÇÃO

RAÚL MALVINO MADRID

ORIENTADOR:

Dr. EMILIO CONTRERAS GUSMÁN

TESE APRESENTADA JUNTO A FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTO E
AGRÍCOLA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
TULO DE MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE PESCADOS.

À minha esposa, Mērcia,
à minha filha, Marina e
ao meu pai, Raūl.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Emilio Contreras Gusmã e Gonzalo Roa pela dedicação e orientação deste trabalho.

À Direção da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

Ao Superintendente da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE, por ter autorizado meu afastamento para realização do Curso de Mestrado, extensivos ao Departamento de Pesquisa e Tecnologia desta Superintendência.

Ao Presidente da Cooperativa de Pesca Nipo-Brasileira por ter facilitado o acesso às instalações industriais bem como o fornecimento de matéria-prima.

À Dr.^a Maria Amélia Chaib Moraes pelo interesse e colaboração na estruturação metodológica da avaliação sensorial.

À equipe de provadores pela colaboração prestada na avaliação sensorial das amostras.

Aos colegas Lenir A. Ferreira e Paulo Luna pela realização dos serviços datilográficos e de desenho desta Tese, e à Dr.^a Maria do Socorro Sampaio Nogueira pela revisão do texto.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMO	iii
SUMMARY	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1- Considerações sobre o termo "bacalhau" e sobre os cações.	7
2.1.1- O termo "bacalhau"	7
2.1.2- Os cações	8
2.2- Processamento	13
2.2.1- Processo de salga	13
2.2.1.1- Obtenção e característica do sal	14
2.2.1.2- Efeito do sal	16
2.2.1.3- Método de salga	18
2.2.2- Processo de secagem	21
2.2.2.1- Secagem natural	23
2.2.2.2- Secagem artificial	24
2.2.2.3- Etapas de secagem	26
2.3- Atividade de água	27
2.4- Deterioração do pescado salga e seco	30
3. MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1- Matéria-prima	32
3.2- Preparação das amostras	32
3.3- Descrição do sistema de secagem	33

	Página
3.3.1- Coletor solar	34
3.3.2- Ducto de interligação	34
3.3.3- Secador	36
3.4- Controle na operação de secagem	37
3.5- Posicionamento do pescado no secador	40
3.6- Descrição dos experimentos	40
3.6.1- Estudo comparativo: Secagem natural e secagem artificial com ajuda de coletor solar	40
3.6.2- Secagem mista: O ar aquecido pelo coletor solar e pela resistência elétrica	42
3.6.3- Secagem contínua: Experimento nº 1	43
3.6.4- Secagem contínua: Experimento nº 2	44
3.6.5- Secagem contínua: Experimento nº 3	44
3.7- Análise do produto final	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1- Estudo comparativo: Secagem natural e secagem com ajuda de coletor solar	48
4.2- Efeito da espessura das mantas salgadas na velocidade de secagem	53
4.3- Secagem mista: Ar aquecido pelo coletor solar e complementado pela resistência elétrica	56
4.4- Secagem contínua: Experimento nº 1	60
4.5- Secagem contínua: Experimento nº 2	63
4.6- Secagem contínua: Experimento nº 3	65
4.7- Avaliação sensorial	72
5. CONCLUSÕES	77
6. BIBLIOGRAFIA	79

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
1. Quantidade e valor da importação brasileira de bac <u>a</u> lhau(1920 - 1979)	4
2. Quadro comparativo: incentivos fiscais liberados e valor da importação de bacalhau (1967 - 1979)	6
3. Desembarque de cações no litoral brasileiro (1979)	11
4. Valores mínimos de atividade de água para o crescimen <u>t</u> to de microorganismos	29
5. Ficha de avaliação sensorial	46
6. Condições médias do ar ambiente e de entrada e saí <u>d</u> a do secador	50
7. Velocidade de secagem em intervalos de tempo de 10 horas	53
8. Condições médias do ar, a começar pela entrada ao co <u>l</u> etor solar até a saída do secador	56
9. Características de secagem comparativa da experiênc <u>i</u> a 4.3 e 4.4	62
10. Condições médias do ar ambiente, ap <u>o</u> s coletor solar, ap <u>o</u> s resistência elétrica e energia calórica propor <u>ci</u> cionada ao ar	67
11. Resultados da avaliação de odor	73
12. Resultados da avaliação de sabor	73
13. Resultados da avaliação de textura	74
14. Resultados da avaliação de aparênc <u>i</u> a	74
15. Análise de variância da avaliação de odor, sabor, textu <u>r</u> tura e aparência.	75

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Sistema de secado com energia solar	35
2. Plano do secador - frente em corte	38
3. Variações da temperatura e da umidade relativa antes e após tratamento num sistema com coletor solar	49
4. Estudo comparativo da desidratação de cação salgado pelo método de secagem natural e pelo sistema que em prega coletor solar	51
5. Influência da espessura das peças de cação salgado no tempo de secagem num sistema com coletor solar	54
6. Relação entre a contribuição da resistência elétrica e da radiação solar para manter a temperatura do ar ao redor de 42 ^o C através de períodos diurnos de secagem	57
7. Influência da espessura das peças durante a secagem de cação salgado prensado com ajuda de coletor solar, complementado com resistência elétrica	59
8. Comparação entre a secagem contínua e secagem descontínua de cação salgado prensado num sistema com coletor solar, complementado com resistência elétrica	61
9. Comparação entre diversos experimentos de secagem contínua e descontínua de cação salgado prensado	64
10. Influência do tempo de repouso na secagem de cação salgado prensado	66
11. Variações da temperatura do ar ambiente, após coletor solar e após resistência elétrica.	69
12. Dinâmica de secagem do cação salgado prensado submetido a secagem contínua e descontínua	70

RESUMO

O Brasil é um dos maiores consumidores mundiais de pescado salgado seco, conhecido comumente com o nome de baca lhau. Nos últimos 60 anos, o país teve um desembolso de divisas com a importação de tal produto, em torno de US\$ 861.000.000,00, em valores absolutos.

Os cações se constituem nas espécies com maiores possibilidades de substituir o produto importado, principal razão para nossa escolha nestes experimentos.

Este trabalho, inserido numa produção nos moldes industriais, teve a finalidade de demonstrar a possibilidade do uso do sistema que emprega coletor solar na secagem de pescado.

O coletor solar foi construído pela Cooperativa de Pesca Nipo-Brasileira, onde foram efetuadas as experiências, a partir de materiais de fácil obtenção, tais como: pregos, madei ra, polietileno e folhas de alumínio. Já o secador foi adquirido numa indústria que produz secadores em série, de único tamanho, para atender a processos industriais de secagem.

As medições efetuadas durante os experimentos foram: temperatura de bulbo úmido e seco do ar ambiente e na entra da e saída do secador; vazão do ar e espessura das mantas salga das bem como sua variação de peso no decorrer da secagem.

As experiências efetuadas foram: comparação en tre a secagem natural-prática normal da indústria pesqueira na

cional e secagem com auxílio de coletor solar; influência da es pessa ra das mantas de cação salgado com relação à velocidade de secagem; secagem de cação utilizando-se coletor solar e com a com plementação de resistência elétrica; comparação da velocidade de secagem do cação salgado prensado entre a secagem efetuada em pe ríodos sucessivos diurnos e a secagem contínua; i.ê. durante o dia e à noite; determinação da influência do tempo de repouso na velocidade de secagem e, por último, efetuou-se uma avaliação sen sorial dos produtos obtidos neste trabalho, incluindo uma amostra de bacalhau importado.

Os resultados obtidos foram os seguintes: o tem po de secagem quando se empregou coletor solar foi reduzido à me tade comparado com a secagem natural; pequenas variações na espes sura das mantas salgadas provocam mudanças consideráveis no tempo de secagem; a velocidade de secagem diminuiu aproximadamente duas vezes ao efetuar-se a secagem contínua, se comparada com a seca gem realizada em períodos sucessivos diurnos; quando se usou o sistema de aquecimento misto do ar, i.ê., coletor solar com com plementação da resistência elétrica, o primeiro foi responsável por aproximadamente 60% da energia calórica total proporcionada ao ar quando a secagem era efetuada em períodos diurnos e em tor no de 20% na secagem contínua durante o dia e à noite; o tempo de repouso mostrou ser um fator importante na velocidade de secagem e, por último, os resultados da avaliação sensorial demonstraram a viabilidade de se obter um produto elaborado a partir de espé cies nacionais similares ao bacalhau.

SUMMARY

Brazil is one of the world's biggest consumers of dry salted fish product known commonly as "bacalhau". In the last 60 years the country has had a foreign disbursement of about US\$861.000.000,00 in absolute values to import this product.

Shark are the species with the greatest chances to substitute the imported product, and for this reason, they were chosen for the experiments.

This work is part of an experiment conducted in an industrial way and its purpose was to demonstrate the possibility of using the solar collector system to dry fish.

The solar collector system was built by the Cooperativa de Pesca Nipo-Brasileira (Fishing Cooperative), where the experiments took place and was used materials easily found such as: nails, wood, polyethylene and sheets of aluminium. The dryer came from an industry which produces dryers in a unique size and in an industrial scale to meet the industrial processes of drying.

The measurements taken during the experiments were: temperature of wet and dry bulb of the surrounding air, the air at the inlet and outlet of the dryer; air out-flow and the shark salted pieces thickness as well as its weight changes during the drying.

The experiments carried out were: comparison between the natural and common drying process used by the National Indus

try and the drying process with the use of the solar collector system; the influence of the shark salted piece thickness related to the speed of drying; the shark drying with the solar collector system and with the aid of electric resistance; comparison of the speed of drying of the pressed and salted shark when dried only during the day light and when dried during day and night i.e., no stopping process; the influence of the rest time to the speed of drying and a sensorial evaluation of the products produced during the experiments including a sample of the imported "bacalhau".

The results were: the drying time when was used the solar collector system was reduced by half compared to the natural drying; small alterations in the shark salted pieces thickness induce considerable changes to the drying time; the speed of drying decreases about two times when the no stopping drying takes place, if compared to the drying carried out during subsequent day light drying; in the case of the use of solar collector system and electric resistance, the former generated about 60% of the total heat energy provided to the air when the process was carried out during the day light and 20% during the day and night drying; the rest time demonstrated to be an important factor to the speed of drying; and finally the sensorial evaluation results showed the feasibility of attaining a finished product similar to the "bacalhau" using National species.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa a demonstrar a exiqüibilidade de utilização de um coletor solar durante a operação de secagem no processamento de pescado salgado seco, com vistas a obter um produto final em condições de competir com o bacalhau importado.

Objetivando um trabalho concreto e para facilitar a transferência dos resultados obtidos, os experimentos foram realizados em uma indústria pesqueira com a utilização de um secador comercial e mantendo as condições normais da atividade industrial de processamento de pescado.

O coletor solar no processamento de pescado salgado seco é de fácil construção, os materiais empregados na sua montagem não são de difícil obtenção e possui um custo relativamente baixo. Seu emprego pode contribuir para a diminuição do consumo de energia, oferece boas condições para a elaboração do produto salgado seco em escala industrial, possibilita a obtenção do produto final com estabilidade sensivelmente maior que aquele elaborado na indústria pesqueira na forma de salgado e prensado e, também, permite a diversificação na atividade de produção industrial.

Na presente estrutura da indústria pesqueira nacional, a elaboração de pescado salgado é considerada, em geral, como uma atividade secundária, destinada a aproveitar a matéria-prima de qualidade deficiente. As técnicas de secagem são rudimen

tares - geralmente usam a energia direta do sol - e os produtos, por conseguinte, são de baixa qualidade.

No setor artesanal o quadro mostra-se ainda pior: além das técnicas serem primitivas não se observam os cuidados higiênicos necessários.

O volume de pescado destinado ao processo de salga no Brasil tem um valor representativo em relação ao total da captura (29,4%). E o produto elaborado é comercializado, principalmente, no Nordeste do país e em outras regiões onde predominam populações de baixa renda.

Tal situação deve-se a alguns fatos históricos que marcam o desenvolvimento da indústria pesqueira no Brasil, que é fruto da ação desordenada durante o período de implantação das estruturas componentes da atividade pesqueira, refletindo algumas disfunções do próprio desenvolvimento econômico do país, na época.

Influenciado pelos países desenvolvidos o crescimento do parque industrial brasileiro foi direcionado aos processos de congelamento e de enlatamento, e além disso houve uma evidente concentração de esforços sobre um pequeno número de espécies, provocando que algumas delas atingissem níveis de captura próximos ao ponto máximo sustentável, e tornando as indústrias muito dependentes de um número limitado de espécies e vulneráveis, por conseguinte, às flutuações das capturas o que gerou muitas disfunções.

O processamento de pescado salgado pelas indústrias não acompanhou o desenvolvimento do setor pesqueiro, devido

a este direcionamento que reprimiu o empresariado no investimento de esforços para a busca de alternativas viáveis para tal produto.

Contraditoriamente, o Brasil é um dos grandes consumidores mundiais de bacalhau, sendo este considerado um produto tradicional no mercado nacional. Nos últimos 60 anos o Brasil importou 1.463.644 toneladas de bacalhau, representando um desembolso de divisas para o país da ordem de US\$ 860.608.100,00 em termos absolutos (Tabela nº 1).

Os trabalhos de investigação, efetuados com vistas a introduzir novas técnicas de elaboração de pescado salgado seco ou melhorar as práticas existentes, pouco têm sensibilizado os empresários da pesca. Dentre os motivos, destacam-se a falta de um serviço eficiente e eficaz de transferência de tecnologia, em alguns casos pelo enfoque academicista dos pesquisadores e finalmente pela visão conservadora de parte dos empresários da pesca que pelo desconhecimento das peculiaridades do setor pesqueiro, fortaleceram o seu temor em função das incertezas inerentes às mudanças inovadoras.

Este trabalho busca não somente realizar experimentos em escala comercial, inserindo-se dentro da problemática de uma atividade industrial, mas procura, também, abordar alguns parâmetros até agora não levantados, tais como o tempo de repouso durante o processo de secagem e a influência da espessura das mantas salgadas na velocidade de secagem. Além disso, fez-se um estudo comparativo entre os produtos obtidos durante a pesquisa com o produto similar importado.

TABELA Nº 1

QUANTIDADE E VALOR DA IMPORTAÇÃO BRASILEIRA DE BACALHAU

(1920 a 1979)

ANOS	TONELADAS	US\$ 1.000,00 PREÇO CIF
1920 - 1929	273.458,0	68.893,20
1930 - 1939	262.885,0	34.010,50
1940 - 1949	92.476,0	44.445,90
1950 - 1959	286.710,0	164.169,20
1960 - 1969	283.835,0	175.845,40
1970 - 1979	264.280,5	373.243,90
T O T A L	1.463,644,5	860.608,10

Fonte: (6, 29, 30, 33, 51)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As atividades do segmento de pesquisa e desenvolvimento do setor pesqueiro do Brasil tiveram, nos últimos anos, uma clara orientação para a área biológica, o que impediu um satisfatório aprimoramento da área de tecnologia de pescado. Tal orientação deve-se, em parte, à formação dos dirigentes das entidades de pesquisa e dos setores específicos de órgãos do Governo, os quais direcionaram quase a totalidade dos recursos financeiros para a realização de trabalhos voltados à biologia das espécies, avaliação de estoques, estudos biológicos básicos em aquicultura e prospecção de recursos pesqueiros. Com isso, observa-se um grande espaço entre os recursos pesqueiros disponíveis e o consumidor, o qual deveria ser preenchido pelas atividades tecnológicas que possibilitem a elaboração de produtos economicamente rentáveis de acordo com o mercado potencial existente (4).

No período de 1967 a 1979 as importações de bacalhau efetuadas pelo Brasil, atualizando os dados para valores de 1979, corresponderam a Cr\$ 8.668.167.070,00, quantidade que é aproximadamente duas vezes o valor dos recursos de incentivos fiscais liberados para o setor pesqueiro (Tabela nº 2).

Em 1971, Dr. Antonio Torres Botelho veio ao Brasil, por intermédio da FAO, dar consultoria às indústrias de produtos salgados-secos, porém seu objetivo principal, que era elaborar um produto similar ao bacalhau importado com espécies brasi

TABELA Nº 2

QUADRO COMPARATIVO: INCENTIVOS FISCAIS LIBERADOS E VALOR DA
IMPORTAÇÃO DE BACALHAU*

Valor em Cr\$ 1.000,00

ANO	INCENTIVOS FISCAIS LIBERADOS	IMPORTAÇÃO DE BACALHAU
1967	40.806,78	1.553.089,96
1968	431.832,60	1.499.260,23
1969	1.257.956,07	1.332.558,60
1970	1.702.783,14	1.606.216,70
1971	1.755.318,77	1.393.098,69
1972	854.668,11	1.427.003,64
1973	543.458,10	2.086.203,22
1974	575.976,22	1.717.340,48
1975	566.385,45	1.490.400,18
1976	597.896,94	989.991,60
1977	128.675,73	895.646,87
1978	37.761,75	1.081.026,58
1979	174.647,41	1.175.763,08
TOTAL	8.668.167,07	17.247.599,83

*Valores atualizados para o ano de 1979, de acordo com o índice geral de preços.

Fonte: (6, 17, 35, 51)

leiras, não pôde ser concretizado devido, principalmente, a problemas de ordem burocrática e financeira. O consultor propunha-se a atuar diretamente em todas as fases de preparação, ou seja, na captura, no processamento, no armazenamento e na distribuição (14).

2.1- Considerações sobre o termo "bacalhau" e sobre os cações.

2.1.1- O termo "bacalhau"

Bacalhau legítimo é o nome dado a uma espécie cujo nome científico é Gadus morhua, e sua captura está limitada à costa leste e oeste do Atlântico Norte, entre os meridianos 50°N e 75°N, e 40°N e 70°N, respectivamente (70). Considera-se uma espécie magra pois tem aproximadamente 0,5% de gordura quando fresca e 2,5 quando salgada e seca (7).

No início do desenvolvimento da indústria pesqueira mundial, o bacalhau foi a espécie de maior importância como matéria-prima para o processamento. No mês de abril de 1947, a Divisão de Pesca da FAO, a pedido da "World Food Proposal", elaborou um estudo sobre os produtos pesqueiros para o comércio internacional, formando-se, na época, um grupo de trabalho com a participação de representantes de vários países. Esse era o primeiro trabalho desenvolvido pela FAO para o setor pesqueiro e foi direcionado especificamente para o bacalhau e espécies congêneres na forma de salgado seco. No decorrer do trabalho ocorreram as primeiras dificuldades quanto à nomenclatura, uma vez que, ao reunir

informações de produção, exportação e importação, alguns países não estabeleciam diferenças entre o bacalhau salgado e outras espécies salgadas de características similares à primeira (33).

O pescado salgado e seco elaborado a partir de espécies magras é conhecido, de um modo geral, na Escandinávia como "klipfish". As matérias-primas para a elaboração do produto com esta denominação são: bacalhau (cod), arinca (haddock), escamudo (saithe), donzela (ling), badejo (whiting) e gata (cat fish) (57, 71). De forma geral, o termo "klip" significa salgar e secar, e "fish" quer dizer pescado. Dessa forma, bacalhau significa a forma de preparo do pescado e não especificamente uma determinada espécie (55). A espécie bacalhau Gadus morhua, é conhecida na Noruega como "tork" ou "skrei" (70).

Como última iniciativa sobre a questão, com vista a dar solução aos problemas em relação à denominação do nome bacalhau para espécies elaboradas através do processo de salga e seca, na 13^a Sessão do Codex Alimentarius sobre o Pescado e Derivados, realizada em maio de 1979 em Bergen, Noruega, o representante brasileiro apresentou uma proposição no sentido de ser elaborado um código de práticas para o bacalhau. Sendo aprovada tal proposição, a delegação da Noruega ofereceu-se para a elaboração de um padrão provisório (22).

2.1.2- Os Cações

Os cações são espécies da subclasse Chondrichthyes que habitam os mares tropicais e subtropicais, sendo que seu tamanho pode atingir até 15 metros (37). Quanto à sua alimentação,

na sua grande maioria são carnívoros, possuindo dentes numerosos e amolados e poderosas mandíbulas (64). A maioria dos cações são vivíparos, isto é, reproduzem suas crias depois de um período de gestação que oscila de 6 meses a 2 anos. Outros se reproduzem pela produção de ovos. Os cações não crescem com muita rapidez, embora vivam por muito tempo (40).

Segundo os dados oficiais, em 1976 as capturas mundiais de cações alcançaram 307.000 toneladas. No entanto, esta cifra é inferior à real, vez que nela não se incluem os valores das pequenas pescarias, da pesca esportiva e nem aqueles relativos aos exemplares devolvidos ao mar durante a pescaria de outras espécies. A evolução das capturas mundiais de cações, nos anos de 1970 a 1976, não tiveram grandes mudanças. Passaram de 331.000 toneladas em 1970 para 345.000 toneladas em 1973, diminuindo depois gradualmente até 307.000 toneladas em 1976, isto é, ocorreu um decréscimo de 7,3% tomando como referência o ano de 1970 (29).

No Brasil existem aproximadamente 20 espécies diferentes de cações, distribuídas em 11 famílias (20). A captura dessas espécies pode ser considerada subexplorada, principalmente nas regiões norte e nordeste (68). Pesquisas efetuadas, em 1974, pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil-PDP, localizaram entre os paralelos 28ºS e 34ºS, e entre as isóbatas de 50 a 200 metros, significativos estoques de cações, possíveis de serem capturados com redes de arrasto de fundo. Essas pesquisas estimaram a captura potencial de cações, para aquela área, em 20.000 toneladas (54).

A captura de cações é realizada em todos os Esta

dos litorâneos do país. Segundo dados oficiais da SUDEPE, em 1979, a produção foi de 15.511 toneladas, das quais 5.389 toneladas cor respondem à pesca industrial e 10.123 toneladas oriundas da pesca artesanal. Os Estados que mais sobressairam nas suas capturas foram Rio Grande do Sul e Santa Catarina, representando cerca de 55% do total da captura do país (16).

Informações detalhadas sobre o desembarque de cações no Brasil podem ser observadas na tabela nº 3.

Alguns barcos coreanos, arrendados para a captura de atum, têm observado a existência de grandes recursos de cações no nordeste brasileiro. Nestas pescarias, somente o cação anequim (Isurus oxirhyncus) tem sido aproveitado totalmente, pois as demais espécies, após retiradas as barbatanas, são devolvidas ao mar (5).

A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, utilizando seu barco de pesquisa, Pesquisador IV, realizou um estudo do potencial de cações no litoral nordestino(31). Aquela instituição, posteriormente, baseada nos resultados obtidos, elaborou um projeto para instalação de uma unidade de beneficiamento de cações com capacidade de 10 toneladas/dia. Neste estudo previu-se a utilização integral do cação, incluindo além do processamento da carne, os seus subprodutos, tais como, pele, barbatanas, óleo e dentes (48). O Laboratório de Ciências do Mar - LABOMAR, da Universidade Federal do Ceará, tem também se dedicado aos estudos referentes ao aproveitamento integral dos cações(56,58).

Sem dúvida, os cações são matéria-prima para uma grande variedade de produtos que podem ter muito boa aceitação no

TABELA Nº 3

DESEMBARQUE DE CAÇÕES NO LITORAL BRASILEIRO(1979)

ESTADOS	PESCA INDUSTRIAL (Ton.)	PESCA ARTESANAL (Ton.)	TOTAL
Pará	35	1.659	1.694
Amapá	-	10	10
Maranhão	90	1.142	1.232
Piauí	-	100	100
Ceará	54	508	562
R. Grande do Norte	-	191	191
Paraíba	-	53	53
Pernambuco	-	36	36
Alagoas	2	91	93
Sergipe	5	20	25
Bahia	60	793	853
Espírito Santo	49	230	279
Rio de Janeiro	386	286	672
São Paulo	632	232	864
Paraná	-	317	317
Santa Catarina	3.007	3.068	6.075
R. Grande do Sul	1.068	1.387	2.455
T O T A L	5.388	10.123	15.511

Fonte: (16)

mercado, tanto em termos de produtos para a alimentação como para fins medicinais, uso industrial e objetos de adorno.

Quanto ao aproveitamento da carne de cação para fins alimentares, um dos maiores motivos da sua moderada aceitação é a grande quantidade de amônia produzida durante a estocagem, oriunda do alto índice de uréia no músculo, cujo valor varia de 1,5% a 2,3% (36, 69). A qualidade da carne do cação depende de seu rápido e adequado sangramento e das práticas higiênicas a bordo. Quanto ao sangramento, a forma mais efetiva de fazê-lo é mediante o corte da barbatana caudal do cação logo após sua captura, permitindo que o coração passe a bombear o sangue para fora. Além disso, após o sangramento o cação deve ser eviscerado imediatamente, mantendo sempre os preceitos de higiene e temperatura (37, 64, 68).

No Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL em Guarujá, São Paulo, foram feitos estudos com intuito de diminuir o conteúdo de uréia com o emprego de soluções ácidas na carne (67).

Estudos realizados no Suriname e Trindade determinaram que para a linha de processamento os cações pequenos, menores que 1 metro, poderiam ser congelados em forma de carcaça, retirando a cabeça, vísceras, barbatanas e pele. Os cações de tamanho médio, isto é, em torno de 1,4 metros poderiam ser comercializados na forma de filês ou postas, dependendo da peculiaridade do mercado e os cações de grande porte, ou seja de 1,9 a 2,5 metros poderiam ser salgados e secos (39). É importante ressaltar que posição similar foi determinada no Canadá em relação ao bacalhau, em 1964 (19).

O Governo de Costa Rica está empenhado, atualmente, na promoção de um programa que visa à utilização de cação salgado seco na alimentação escolar, em substituição às conservas de atum anteriormente utilizadas (1).

Outros produtos obtidos dos cações são as barbatanas que alcançaram preços elevados e sua procura é grande principalmente em países asiáticos (66). O óleo do fígado do cação deixou de ter uma importância relevante como fonte de vitamina A e D após a fabricação das vitaminas sintéticas (56). Ainda, a pele de cação, devidamente curtida e tratada, pode ser utilizada na confecção de bolsas e sapatos (40, 58).

2.2- Processamento

2.2.1- Processo de salga

A salga é um processo antigo, porém ainda empregado atualmente, mesmo nos países desenvolvidos, seja por razões econômicas devido ao baixo custo de produção, seja para atender ao hábito de consumo (73). Observa-se que o pescado salgado é produzido em maior quantidade em países do hemisfério norte do que nos países tropicais, embora estes últimos tenham um maior hábito de consumo deste produto. Isto é justificado pelo fato de os países do norte possuírem maior quantidades de espécies adequadas para salga (8).

Os produtos salgados têm grandes perspectivas na América Latina em função da baixa inversão, facilidades no processamento, tempo de vida útil prolongado e por necessitar de uma

cadeia de distribuição simples (45). No entanto, apesar da antiguidade do método de salga, inexistem elementos suficientes para definir parâmetros que permitam a elaboração de um padrão eficaz para a qualidade do produto. Isto ocorre por ser escassa a literatura científica sobre o tema, e como a técnica é antiga, induz a qualquer pessoa sentir-se com conhecimentos suficientes para por em prática o método de salga. Atualmente, em virtude do custo de energia, tem-se dado maior atenção aos alimentos que apresentam baixo consumo de energia tanto na elaboração como no seu armazenamento (47).

2.2.1.1- Obtenção e Características do Sal

A utilização do sal comum para preservação de alimentos é uma das formas mais tradicionais que se conhece. Suas vantagens têm permitido a sua sobrevivência diante dos processos mais evoluídos e difundidos, tais como a congelação e o enlatamento (60). O cloreto de sódio é o principal componente do sal comum, e sua qualidade depende do grau de impureza que nele se encontra(8).

Dependendo de como o sal é obtido, podemos dividi-lo em três tipos: (8, 23).

a) Sal solar: É obtido da evaporação da água do mar por efeito do sol e do vento. Sua manufatura é realizada em tanques onde se produz uma evaporação parcial, precipitando as impurezas de carbonato de cálcio e sulfato de cálcio que são mais insolúveis que o cloreto de sódio. Posteriormente, a salmoura passa para outro tanque até a cristalização do sal. O sal obtido é, então, amontoado fora do tanque.

- b) Sal de mina: provém de depósitos de sal originários da formação de pequenas baías de água de mar pouco profundas que evaporaram através do tempo. Após algum tempo, o sal já cristalizado foi coberto naturalmente por camadas de terra, formando, assim, grandes jazidas de sal subterrâneas.
- c) Sal evaporado: é obtido de depósitos profundos de sal, onde a água é bombeada através de orifícios e a salmoura que retorna é evaporada através do calor.

A composição química do sal é de grande importância, quando utilizado para conservação de pescado, já que variações nesta composição afetam a textura, o sabor, a cor e o tempo de vida útil do produto final (63). Os produtos salgados com sal puro apresentam uma coloração ligeiramente amarelada, de consistência branda, e são facilmente desalgados. Quando sujeito a cozimento, apresenta aspecto de peixe fresco. A presença de sais de cálcio e magnésio no pescado origina uma superfície rugosa e dura, com a coloração ligeiramente branca e um sabor característico. Composto de ferro e cobre dão ao pescado salgado uma tonalidade castanha. Um conteúdo de cloreto de cálcio de, aproximadamente, 2% torna o produto quebradiço (13).

Quanto ao aspecto microbiológico, o sal solar apresenta maiores problemas que o sal extraído das jazidas terrestres, pois é muito comum encontrar nela uma alta contaminação por bactérias halófilas. É evidente que a prática de esterilização do sal apresenta um acréscimo no custo de produção industrial, no entanto, não sendo o sal adequado, quanto ao aspecto microbiológico, pode resultar em perdas elevadas decorrente da deterioração do

produto final (44, 46). Para efetuar a esterilização recomenda-se as seguintes condições (37).

Temperatura (°C)	80	90	100	110	120
Tempo (min)	60-80	35-45	12-15	05-10	03-08

O sal usado na salga de pescado não deve ser de granulometria muito pequena, pois poderá dissolver-se rapidamente no líquido muscular do pescado, causando uma rápida retirada de umidade de sua superfície, coagulando as proteínas e não permitindo a rápida penetração do sal no interior da carne (27, 63).

A maior parte do sal usado em países tropicais é obtido da evaporação direta da água de mar. No Brasil, o mais importante centro produtor de sal solar é o complexo salineiro de Macau, Rio Grande do Norte. O sal também é obtido nas salinas de Areia Branca e Mossoró. O teor de cloreto de sódio das três salinas é considerado satisfatório, e oscila de 96% a 99%. Os sais de cálcio e magnésio encontram-se em quantidades na ordem de 0,05% a 0,43% respectivamente, quantidades estas que não prejudicam a qualidade do produto salgado (14).

2.2.1.2- Efeito do Sal

Quando o sal entra em contato com a superfície do pescado, parte dele se dissolve na água de constituição do músculo. A superfície fica pegajosa, e o volume do pescado aumenta com a absorção de sal. Quando a concentração de sal encontra-se em torno de 5%, a água do músculo fica fortemente ligada aos constituintes protéicos. Assim que a absorção de sal continua, ocorrem

transformações irreversíveis, como a coagulação da fração proteica, a miosina. O fato de o sal continuar penetrando produz uma graduação da concentração, que leva a coagulação não homogênea.

Assim, a diferença de concentração salina existente na parte externa e no interior do pescado atua como força impulsora do processo de transferência do sal para o pescado e a saída de água para o exterior até que, finalmente, a concentração de sal nos tecidos atinja a saturação (8, 44, 45).

O sal causa no pescado uma ação bacteriostática, sendo seus efeitos os seguintes: (23, 47).

- a) a diferença de concentração do sal no meio celular provoca uma perda de água e um ganho de sal, produzindo efeito de plasmólise, e fazendo com que os microorganismos sejam destruídos devido à pressão osmótica;
- b) o cátion sódio se combina com os ânions protoplasmáticos da célula causando efeito tóxico;
- c) o cloreto de sódio altera os sistemas enzimáticos das células;
- d) o ânion cloro atua como agente de preservação;
- e) a salmoura formada no interior do músculo faz com que a concentração de oxigênio no meio circundante baixe sensivelmente, o que afeta principalmente os microorganismos aeróbios;
- f) a concentração de sal sensibiliza as células contra o dióxido de carbono;
- g) a diferença de concentração faz ocorrer a desidratação do músculo retirando a água de constituição, diminuindo, assim, o valor

da atividade de água e, por conseguinte, diminuindo a possibilidade de crescimento de microorganismos.

Às vezes, o sal tem um efeito negativo no pescado como indutor na produção de nitrosaminas, compostos que se formam pela reação entre nitrito de sódio e aminas secundárias. Os países que salgam o pescado com sal solar encontram-se numa situação comprometedora quando se analisa os problemas das nitrosaminas, pois o sal solar contém significantes quantidades de nitritos e nitratos. Deve-se ressaltar que as próprias bactérias halófilas e halotolerantes podem atuar como redutoras de nitrato (46).

2.2.1.3- Métodos de Salga

Os procedimentos para salgar pescado podem ser divididos em contínuo e descontínuo, segundo a forma de produção. Quanto à forma em que o sal é adicionado ao pescado pode ser dividido em dois tipos: via seca e via úmida (45). Considerando o procedimento de salga por via seca e via úmida temos os seguintes métodos de salga: (8).

- a) salga a seco: o pescado é colocado em camadas alternadas com sal, de modo que a salmoura formada pelo sal e a água de constituição do músculo não fique em contato com o produto. Geralmente, este método é usado em pescado magro.
- b) salga em salmoura: o pescado é deixado imerso numa solução de salmoura até o fim do período de salga.
- c) salga mista: inicialmente, emprega-se o método de salga a seco. À medida em que a salmoura oriunda da conjugação do sal e da água do músculo do pescado é formada, o pescado vai ficando

imerso já que se utilizam meios para que a solução formada permaneça em contato com o pescado.

A salga rápida é um novo método que tem sido estudado amplamente nos últimos anos. A técnica de salga rápida pode ser efetuada usando-se pescado de baixo valor comercial ou aproveitando-se espécies de grande abundância sazonal. Este método, basicamente, consiste numa mistura direta de carne triturada de pescado com o sal ou mesmo com salmoura para evitar o contato da carne triturada com o oxigênio. Uma de suas grandes vantagens, se comparado com os métodos tradicionais, é sua sensível diminuição do tempo de salga (3, 49, 72).

Experiências de salga rápida, efetuadas com espécies capturadas no sudeste do Brasil, após a realização de testes de degustação feitos com crianças e adultos, indicaram uma aceitação excelente do produto (9). Outro estudo de salga rápida que abordou aspectos de processamento e aceitabilidade concluiu que utilizando-se cação (Carcharias platensis), pode ser elaborado um produto similar ao bacalhau, quanto ao sabor e à textura (10). Outra experiência realizada no país foi a salga rápida da carne triturada de corvina (Micropogon sp) complementada com arroz triturado, de forma a obter um melhor valor nutricional, balanceando energia, proteínas e aminoácidos essenciais (32).

A salga a seco, geralmente, é recomendada para espécies magras, embora isso não deva ser seguido de forma rigorosa. Estudos realizados com merluza do Atlântico Sul indicaram um alto grau de insaturação de seus ácidos graxos. Tais estudos, em suas conclusões, sugeriram um método por via úmida, principalmente, aos seguintes pontos: (45).

- a) sendo os ácidos graxos muito relativos, a salmoura constitui uma barreira física à difusão de oxigênio, o que diminui os problemas de oxidação;
- b) torna-se um método adequado para a introdução ou uso de aditivos;
- c) obtém-se um produto salgado mais homogêneo, já que estão todas as partes expostas à salmoura;
- d) Neste método ocorre menos deformação mecânica no pescado.

Quanto à salga de espécies magras, na Europa existem diferentes tipos de preparações: (13).

- a) tipo amarelo ou Inglês: após uma salga forte o pescado é mergulhado em água doce, baixando o conteúdo de cloreto de sódio a um nível inferior a 19%. Isto significa uma diminuição de 2 a 3% do sal contido no início. O produto, após a secagem, adquire uma coloração amarela. O produto final caracteriza-se por ter menos quantidade de sal, uma umidade menor e tem aspecto menos rugoso;
- b) tipo branco ou norueguês: o pescado é salgado a bordo e após seu desembarque sofre uma lavagem. Posteriormente, é submetido a uma nova salga na proporção 1:10 de sal e pescado, ficando o pescado empilhado durante 3 a 8 dias. Depois deste período, procede-se a uma lavagem com uma solução de salmoura de 250Bé seguindo então a operação de secagem;
- c) tipo de gaspê: variedade tradicional do Canadá, que se caracteriza por uma salga a seco ou em salmoura, resultando em um produto final com uma quantidade de sal de 8%.

2.2.2- Processo de Secagem

A água é um elemento essencial para o desenvolvimento dos seres vivos. Os microorganismos não constituem uma exceção, uma vez que, de um modo geral, necessitam dela em abundância para seu crescimento e multiplicação. Quantidades limitadas de água podem determinar a paralisação da atividade das bactérias e fungos, que são responsáveis pela deterioração dos alimentos (18).

A secagem é um método ainda muito utilizado para conservar alguns alimentos. Isto se deve ao fato desse método ser econômico e permitir a armazenagem do produto por longos períodos de tempo à temperatura ambiente (62).

Quando o processo de salga é efetuado antes da secagem é necessária a retirada de quantidade menor de água do que na secagem realizada a partir de pescado íntegro, pois a característica principal da salga é a extração de parte da água de constituição do pescado e sua parcial substituição pelo sal. Por outro lado, quanto maior a concentração de sal, menor a necessidade de extrair água devido ao efeito conservador adicional do sal. Vale a pena enfatizar que, quanto maior a presença de sal no pescado, mais lenta será a secagem, à medida em que o sal reduz a pressão de vapor de água no pescado (71).

Para a seleção do método de secagem, deve-se levar em consideração a qualidade e o fator econômico. Na secagem e no armazenamento, dois tipos de reações devem ser consideradas relevantes em relação à perda do valor nutricional. No primeiro, a temperatura durante a secagem está diretamente relacionada com a

destruição dos nutrientes. No segundo, a interação de compostos produzidos durante a secagem e armazenamento, como por exemplo o empardecimento não enzimático e a interação de peróxidos produzidos durante a oxidação dos lipídios com as proteínas e vitaminas tornaram-se menos disponíveis biologicamente (41). O Instituto de Pesca Marítima da França admitiu que a tonalidade amarelada do bacalhau salgado e seco poderia ser resultado da reação do tipo Maillard envolvendo os aldeídos derivados da oxidação dos lipídios com as proteínas ou ácidos aminados (13).

As perdas nutricionais devido à elaboração de pescado salgado-seco e defumado têm um efeito relativamente pequeno. Estes produtos envolvem mudanças inerentes ao processo devido, principalmente, à remoção de água, resultando numa perda em peso. No entanto, no produto final há uma concentração de proteínas e de outros constituintes que tornam o produto final, comparado com a matéria-prima, percentualmente mais rico (2, 24).

O estudo da salga e da secagem em relação ao valor nutricional do bacalhau preparado sob condições cuidadosamente controladas, concluiu que na secagem do pescado que não foi previamente salgado, bem como naquela precedida por uma salga forte não houve efeitos negativos quanto ao valor nutricional (2). Outro estudo semelhante, usando indicadores tais como: eficiência protéica; quantidade total de proteína; conteúdo total de lisina e metionina; quantidade de lisina disponível, e nível de plasma livre de lisina e metionina (realizada em pessoas), concluiu que os processos de salga e defumação do bacalhau não afetam o valor biológico das proteínas (53).

2.2.2.1 - Secagem Natural

É o método mais antigo que se conhece e relativamente simples quando as condições ambientais são adequadas. Consiste em colocar os filês salgados em estrados onde exista boa circulação de ar. A melhor secagem é obtida nas condições de ar frio e seco, predominantemente nas estações de primavera e outono no hemisfério norte (8). O processo de secagem ao ar livre é lento e muitas vezes antieconômico, uma vez que está submetido às variações do tempo e é difícil e, às vezes impossível, conseguir secar em climas úmidos. Por isso, nos países tropicais o pescado seco de forma natural pode resultar na deterioração, pois o tempo requerido para secagem é excessivamente longo (71). A capacidade de secagem, tempo de secagem e qualidade do produto final dependem inteiramente das condições climáticas. Estas condições variam de lugar para lugar e de tempo em tempo, fazendo com que a técnica de secagem seja altamente imprevisível, com alto risco de perda da produção (21, 50).

Outro problema da secagem natural em países quentes é a infestação por insetos, que depreciam grandemente a qualidade do produto. Como exemplo desta afirmação, a quantidade de pescado danificado na África chega algumas vezes a 50% (11, 59). Existem dois tipos de infestação por insetos. No primeiro, a infestação acontece em um período relativamente curto de tempo onde diferentes espécies de insetos voadores infestam o pescado quando ainda está úmido. No segundo, acontece durante um período longo e diferentes espécies tais como Dermeste, Chrysomia e Necrobia infestam o pescado quando este está seco (38). Em Bangladesh foi

realizado um estudo com vistas a prevenir a infestação do pescado salgado por insetos durante a secagem, medindo o tempo e a tolerância das larvas dos insetos à temperatura. Para isso foi construída uma espécie de barraca constituída de bambu, cordões e lâminas de polietileno, onde no seu interior foi colocado um estrado de forma a servir de suporte para o pescado salgado. A parede voltada para o norte era de polietileno transparente, permitindo a passagem dos raios solares, e a outra parede era de polietileno preto, o mesmo para o piso, de forma a concentrar a radiação solar recebida. Aberturas nas partes laterais do sistema permitiam a passagem do ar através do pescado. Este sistema mostrou ser efetivo para matar as larvas e os insetos em fase adulta, bem como para reduzir o tempo de secagem(26).

2.2.2.2- Secagem Artificial

Na secagem artificial em países tropicais, o simples controle da temperatura, a fim de mantê-la constante no decorrer do processo, é tudo o que se pode esperar. Quanto à umidade relativa, o seu controle é difícil num secador simples, porém, algumas vezes, a capacidade retentora de água pelo ar pode aumentar, simplesmente elevando a temperatura ao limite máximo que a matéria-prima possa suportar. Em climas temperados, as experiências têm demonstrado que a temperatura ideal de secagem é 27°C. Tudo leva a crer que em muitas condições tropicais, o pescado pode submeter-se a maiores temperaturas. Para corroborar esta afirmação, algumas práticas têm demonstrado que temperaturas de secagem até 43°C são viáveis de ser utilizadas sem causar danos visíveis no produto (71).

A grande vantagem da secagem artificial em regiões temperadas é a possibilidade de secar o pescado em grande parte do ano tanto durante o dia como à noite, independente das condições ambientais. Alguns secadores têm desumidificador, cuja operação é baseada em passar o ar através de uma caixa que contenha gelo ou por entre uma superfície constituída por tubos que são resfriados por meio de refrigeração mecânica (8). Secadores de pescado utilizados em Cuba estão equipados com fonte difusora de calor e frio. A circulação de ar quente, que provém da caldeira central, fornece o calor, e o ar frio que circula se desumidifica por meio de três compressores de 30 C.V., cada um, nos quais se utiliza com líquido refrigerante o R 12. Estes compressores trabalham continuamente para que o ar frio provoque a condensação do vapor de água do ar exterior, bem como do ar que resulta da evaporação da umidade do produto quando se utiliza recirculação (28). No Brasil, a utilização de sílica-gel para desumidificar o ar tem tido bastante sucesso para a secagem de grãos (61).

Nos países produtores de pescado salgado e seco tem-se desenvolvido secadores artificiais, a fim de melhorar a qualidade; manter as respectivas instalações num ritmo contínuo de trabalho e fugir das contingências do tempo (12). Na Inglaterra, a secagem de pescado passou por uma mudança, ou seja, da secagem natural para condições controladas mecanicamente, seguindo as técnicas iniciadas pela "Torry Research Station" a partir do ano de 1940 (25).

Os consecutivos aumentos do preço dos derivados de petróleo têm refletido no custo do produto final quando se utiliza secadores que queimam combustíveis para secar alimentos. Uma

forma alternativa de secagem aplicável a pequenas, médias e ocasionalmente grandes quantidades de alimentos consiste em secar tais produtos com ajuda de coletores solares simples (50). Os coletores solares para secar alimentos são considerados de baixa temperatura. Até 10°C acima da temperatura ambiente a perda de temperatura do coletor solar é por convecção, sendo muito pouco por radiação. Portanto, na construção do coletor solar não existem grandes restrições no que se refere ao tipo e à qualidade dos materiais usados, e principalmente em relação à lâmina transparente e à superfície de absorção (62).

A bomba de calor é um novo sistema que se está empregando para a secagem de alimentos. Baseia-se na utilização do ciclo frigorífico em sentido invertido, isto é, o evaporador cumpre a função de desumidificar o ar de secagem e o condensador aquece o ar já desumidificado que posteriormente passará pela câmara de secagem. A vantagem que tem a bomba de calor é seu alto coeficiente de "performance", pois cada kwh consumido pela bomba de calor, 2 a 3kwh são fornecidos ao ar para secagem do alimento. Este fato torna-se particularmente importante, levando-se em consideração o alto custo de energia (65).

2.2.2.3- Etapas de Secagem

No processo normal de secagem, no qual o ar passa através da superfície do pescado desidratando-o, temos duas etapas bem definidas de acordo com a velocidade de secagem: (18, 23, 45, 71).

- a) Etapa de velocidade constante: nesta etapa a velocidade de evaporação é igual à que teria uma superfície saturada de água da mesma forma geométrica, e é dependente direta daqueles fatores relacionados com a facilidade de eliminação do vapor de água, quais sejam: temperatura; umidade relativa e velocidade do ar de secagem. Assim, a velocidade e temperatura do ar são diretamente proporcionais à velocidade de secagem, enquanto que a umidade relativa é inversamente proporcional.
- b) Etapa de velocidade decrescente: nesta etapa a difusão da umidade do centro do produto ao exterior constitui-se numa parte importante do processo de secagem. Assim, quando a água da superfície é evaporada, a velocidade de evaporação depende da capacidade de difusão da água das camadas profundas em direção à superfície. A velocidade de secagem não depende nem da umidade relativa do ar, sempre que não esteja perto da saturação, nem de sua velocidade. A velocidade de difusão é orientada pela temperatura do ar de secagem e pela natureza e espessura do pescado e, além disso, depende da quantidade de água que ainda pode ser eliminada.

2.3- Atividade de água

Tradicionalmente, o conteúdo de água expresso como porcentagem do peso do produto tem sido o método mais comum de medição do desempenho da secagem de um produto e de correlação com a resistência aos microorganismos que causam a deterioração. Pesquisas têm demonstrado que a propriedade conhecida como atividade de água poderia ser um guia mais preciso. A atividade de água, também

conhecida como umidade relativa de equilíbrio, é uma medida de água livre ou disponível de um alimento. Isto significa dizer que esta água não está vinculada a outros componentes do alimento, e portanto, encontra-se livre para reagir quimicamente, permitindo também o crescimento de microorganismos (71). A atividade de água se define também como um parâmetro físico-químico que relaciona a pressão parcial de vapor de água do produto sobre a pressão parcial do vapor de água pura (45).

Foi postulado que a atividade de água e não o conteúdo de água é o fator importante em relação ao crescimento de microorganismos. Na tabela nº 4 apresentamos os valores mínimos de atividade de água abaixo dos quais os microorganismos não se desenvolvem (43).

O pescado fresco tem uma atividade de água acima de 0,95. A maioria das bactérias causadoras da deterioração dos alimentos cessam seu crescimento quando o valor de atividade de água é inferior a 0,91 (71). No que se refere a bactérias patogênicas, o valor mínimo de atividade de água acima dos quais estes microorganismos são capazes de desenvolver são: C. botulinum 0,93-0,94; C. perfringens - 0,93; Salmonella - 0,94; e Staphylo cocus aureus - 0,86 (44).

Os limites de atividade de água dos denominados alimentos de umidade intermediária, onde está incluído o pescado salgado e seco, são 0,60 e 0,85 (42).

A secagem diminui o valor de atividade de água, porém entre os valores de 40g a 20g de água por 100g de matéria sólida, ocorre somente pequena diminuição até alcançar um valor

TABELA Nº 4VALORES MÍNIMOS DE ATIVIDADE DE ÁGUA PARA O CRESCIMENTO
DE MICROORGANISMOS

MICROORGANISMOS	ATIVIDADE DE ÁGUA
Bactérias	0,91
Leveduras	0,88
Fungos	0,80
Bactérias halófilas	0,75
Fundos xerófilos	0,65
Leveduras osmofílicas	0,60

Fonte: (43)

de atividade de água próximo de 0,70. Entretanto, qualquer diminuição do conteúdo de água a partir de 20g de água/100g de matéria seca muda drasticamente a situação, tendo variações grandes de atividade de água (47).

2.4- Deterioração do Pescado Salgado e Seco

Para a preservação do pescado por um longo período de tempo, inibindo o crescimento de bactérias e fungos, é necessário que o pescado salgado tenha uma atividade de água da ordem de 0,65. Este valor é impossível de se obter somente no processo de salga. A atividade de água do pescado salgado é aproximadamente 0,76, permitindo, assim, o crescimento de microorganismos halófilos, responsáveis em grande parte pela deterioração. Devido a esse fato, faz-se necessária a secagem do pescado ou então mantê-lo sob temperatura de refrigeração até seu consumo (60).

O crescimento de bactérias halófilas é um dos maiores problemas que enfrenta a indústria dos produtos seco-salgados. Essas bactérias se desenvolvem no meio salino acima de 10% e as de maior importância são Serratia salinari e a Sarcina litoralis. Caracterizam-se por serem microorganismos aeróbicos e altamente proteolíticos, além de provocar colorações vermelhas e alaranjadas sobre a superfície do pescado (23). As bactérias halófilas crescem numa faixa de temperatura de 15,6°C a 82,2°C e por isso são também consideradas termófilas. Esse crescimento é detido ou rapidamente retardado a temperaturas inferiores a 15,6°C. Tem um desenvolvimento lento entre 15,6°C e 26,7°C, rápido entre 26,7°C e 32,2°C e muito rápido entre 32,2°C e 46,1°C (8).

A utilização de ácido sōrbico, na eliminaçāo das bactērias halōfilas parece ser o mētodo mais eficiente, inclusive se comparado aos seus prōprios sais (44). A quantidade de ácido sōrbico aceito pela Comissāo Nacional de Padrōes para Alimentos ē da ordem de 2.000mg/kg (15).

Outro tipo de contaminaçāo do pescado salgado ē aquele provocado pelo crescimento de fungos. Esses microorganismos sāo particularmente caracterīsticos em pescado levemente salgado, embora tambēm possam crescer naqueles fortemente salgados. Localizam-se na superfīcie do pescado salgado, que chega a ser coberta por numerosas manchas pequenas de cores preta, marrom e castanha. Estes fungos sāo inofensivos ā saūde, embora provoquem uma depreciaçāo visual no produto (18).

A deterioraçāo por oxidaçāo ē, provavelmente, na prātica uma das principais causas do desmerecimento da qualidade nos produtos salgados e/ou secos, uma vez que os ācidos graxos do pescado sāo altamente reativos. O pescado tem seus prōprios catalizadores biolōgicos na reaçāo de oxidaçāo como ē o caso da hematina e da lipoxidase. O emprego de antioxidante, bem como o uso de embalagem que impeçam o contato do oxigēnio do ar com o produto sāo formas de evitar ou reduzir a oxidaçāo (45).

A deterioraçāo por empardecimento nāo enzimātico que ocorre entre a proteīna e grupos carbonilos acontece principalmente em pescado congelado, embora pode-se manifestar tambēm em pescado salgado (47).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- Matéria-prima

Durante o desenvolvimento da pesquisa foram em pregadas aproximadamente 2.800 quilogramas de pescado. A matéria-prima utilizada foi a espécie Sphyrna, conhecida comumente como cação cambeva e a espécie Prionace glauca, como cação azul ou cação mole-mole. A pesquisa foi realizada, em sua grande parte, nas dependências da Cooperativa de Pesca Nipo-Brasileira, na sua estrutura industrial localizada na cidade de Guarujá-SP.

Ambas as espécies de cações foram obtidas junto ao Entrepasto Federal de Pesca, em Santos, já descabeçadas e evisceradas.

3.3- Preparação das Amostras

Após a captura, os cações foram imediatamente eviscerados e descabeçados a bordo, a fim de diminuir a presença de uréia, comumente encontrada nessas espécies. Depois foram lavados minuciosamente com água sob pressão tanto na parte externa do corpo como na cavidade abdominal.

Após a pesagem, os cações, já limpos, foram suspensos pela parte caudal. Assim procedeu-se à retirada da pele, das nadadeiras e da carne escura localizada na superfície da musculatura. Após esta operação foram retiradas as vértebras, iniciando-se a filetagem.

Dependendo do tamanho e espessura os filês foram cortados em mantas não superior a trinta e cinco centímetros de comprimento e três centímetros de espessura, a fim de facilitar sua colocação no secador.

As mantas foram colocadas, imediatamente, num tanque de aço inoxidável com água gelada, permanecendo nessas condições até completar a quantidade necessária para proceder à salga. Depois, foi efetuada a pesagem das mantas e a partir dessa informação, calculou-se a quantidade necessária de sal, obedecendo a relação sal-pescado de 1:3.

A salga foi realizada em tanque de alvenaria, revestido no seu interior de uma camada de cimento impermeabilizante. Inicialmente, foi colocada uma camada de sal no fundo do tanque, e logo foi intercalando camadas de pescado e sal. O tempo em que foram mantidas as mantas no tanque de salga foi de cinco a sete dias.

Após este período, as peças salgadas foram retiradas do tanque e lavadas numa solução de salmoura em torno de 20^o Be., a fim de retirar os cristais de sal que ainda permaneciam na sua superfície. Em algumas experiências as mantas salgadas eram colocadas diretamente no secador e em outras sofriam uma prensagem numa prensa de tornequete durante vinte e quatro horas. Nesse período, a posição do pescado salgado na prensa foi mudada duas vezes, de forma a se obter um produto homogeneamente prensado.

3.3- Descrição do Sistema de Secagem

O sistema de secagem utilizado nas experiências

realizadas na Cooperativa de Pesca Nipo-Brasileira, basicamente, foi composto por três partes interligadas: o coletor solar, o ducto de conexão e o secador. Sua montagem foi realizada numa plataforma de concreto existente no pátio da indústria (Figura nº 1).

3.1.1- Coletor Solar

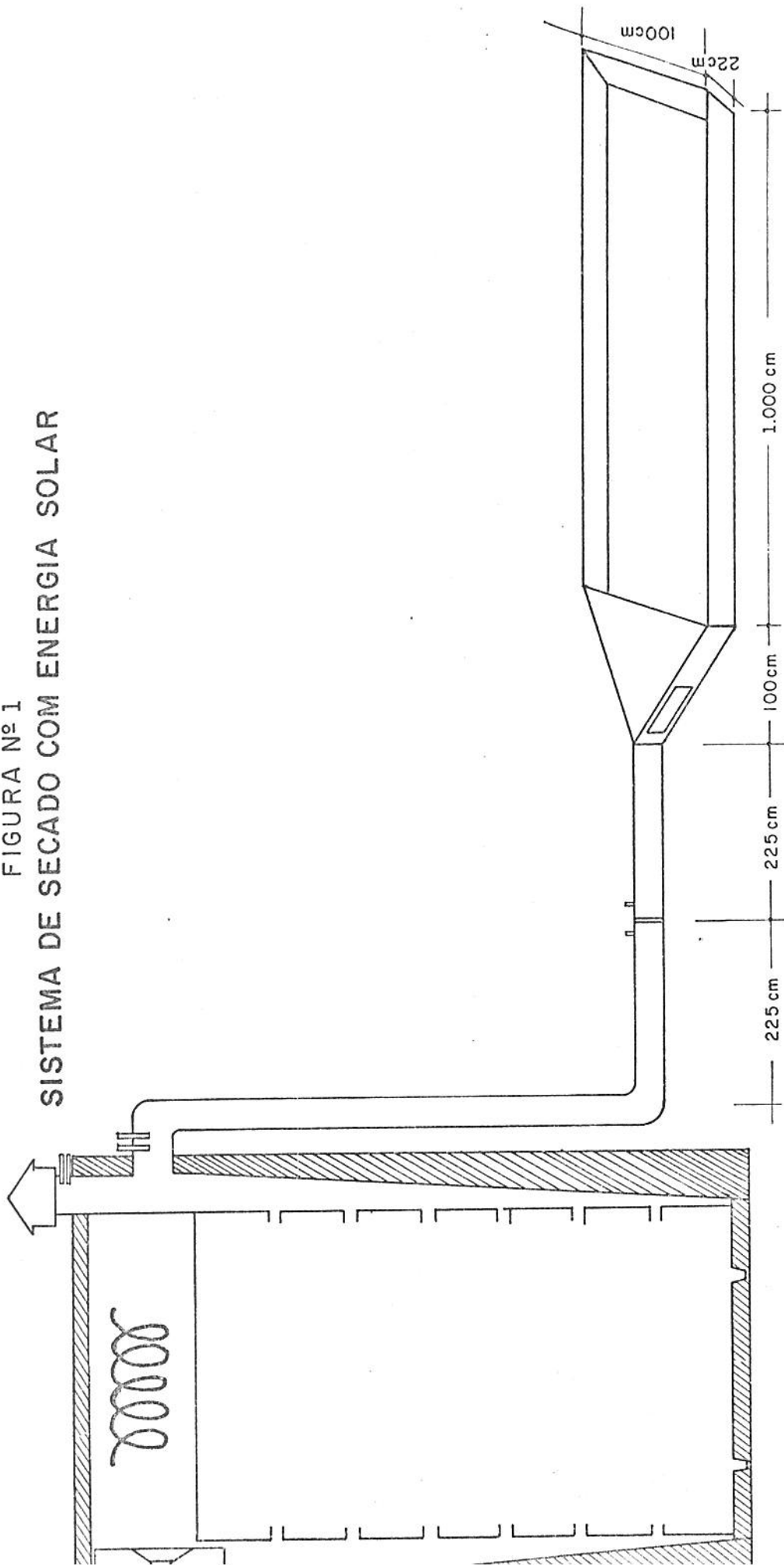
Para a construção do coletor solar tomou-se como base um modelo que já havia sido montado na FEAA-UNICAMP. O coletor solar é uma caixa retangular de 11,0 metros de comprimento, 1,0 metros de largura e 0,22 metros de altura. Uma película de polietileno de 0,4mm fecha a parte superior. No interior da caixa foram colocadas lâminas de alumínio pintadas de preto e sanfonadas, constituindo o sistema absorvedor. Um dos extremos da caixa foi afunilado, e no outro ficou aberto para a entrada de ar. Na parte afunilada foram construídas duas portas que eram abertas quando o coletor aquecia o ar em temperatura acima da desejada. No outro extremo também foi construída uma porta do tamanho da seção de entrada de ar, com um orifício de 15cm de diâmetro na posição central. Essa porta era acionada quando se queria fazer a medida da temperatura de bulbo úmido.

O coletor solar foi montado de forma que seu eixo coincidiu com a linha leste e oeste e o ângulo do plano perpendicular ao plano de órbita do sol para obter um máximo de energia incidente.

3.1.2- Ducto de Interligação

O ducto de interligação permite a passagem do ar

FIGURA Nº 1
SISTEMA DE SECADO COM ENERGIA SOLAR



do coletor solar à câmara de secagem. Ele é composto, basicamente, de duas partes. A primeira corresponde a duas tubulações de 2,25 metros de comprimento cada, e de 0,15 metros de diâmetro, ligadas entre si, sendo que uma delas tinha uma válvula do tipo borboleta. Na parte onde as duas tubulações se unem, foi colocada uma placa de orifício de forma a medir a vazão de ar que passa por elas. A relação da vazão do ar com a diferença de pressão assinalada no manômetro foi estabelecida através do instrumento marca Meriam, modelo 50 MC 2-6, série nº k-31892.

A segunda parte corresponde à outra tubulação que interliga um dos extremos das tubulações acima citadas ao orifício de entrada do ar com o secador. Ambas as partes foram devidamente isoladas de forma a impedir a transferência de calor do meio ambiente para o ar presente na tubulação.

3.3.3- Secador

O secador foi adquirido numa indústria especializada, localizada na cidade de Campinas-SP. Tal empresa tem na sua linha de produção secadores de tamanho padronizado para atender aos processos industriais de secagem.

O arcabouço do secador foi construído externamente em chapa de aço carbono com sistema de proteção para trabalhos em ambientes externos, sendo todas as partes montadas com sistema de vedação por massa especial. Todo o arcabouço foi internamente isolado com lã de rocha de 4 polegadas de espessura. O sistema de circulação de ar foi construído de alumínio e aço inoxidável. O arcabouço, ou seja, a própria câmara de secagem, tem um sistema

de distribuição de ar por insuflamento através de uma lateral e captação por outra, forçando o ar a passar pelo produto a ser se cado. A parte superior de uma das paredes laterais do arcabouço tem a boca de entrada do ar, sendo aspirado por um ventilador cen trífugo de 40 centímetros de diâmetro e rotação de 1750 r.p.m., com acionamento direto ao eixo do motor montado no "plenum" de as piração.

O secador tem seu próprio sistema de aquecimento formado por duas baterias de resistores blindados, aletados, cons truídos em aço inoxidável, montado em monoblocos e fixado no flu xo do ar de entrada. A capacidade total dos resistores é de 9 kw ligados em sistema trifásico, e uma voltagem de 220 volts. O sis tema de aquecimento é controlado por um comando elétrico, contac tores, fusíveis e termostato.

Na parte frontal do arcabouço havia um sistema de portas bipartidas com sistema de trava rápida e apoiada em dobra diças reforçadas. As dimensões úteis da câmara de secagem eram: al tura, 180 centímetros; largura, 100 centímetros e profundidade, 100 centímetros. Esta possuía, também, três prateleiras construí das em superfície de alumínio com telas de malha de aço de uma po legada. (Figura nº 2).

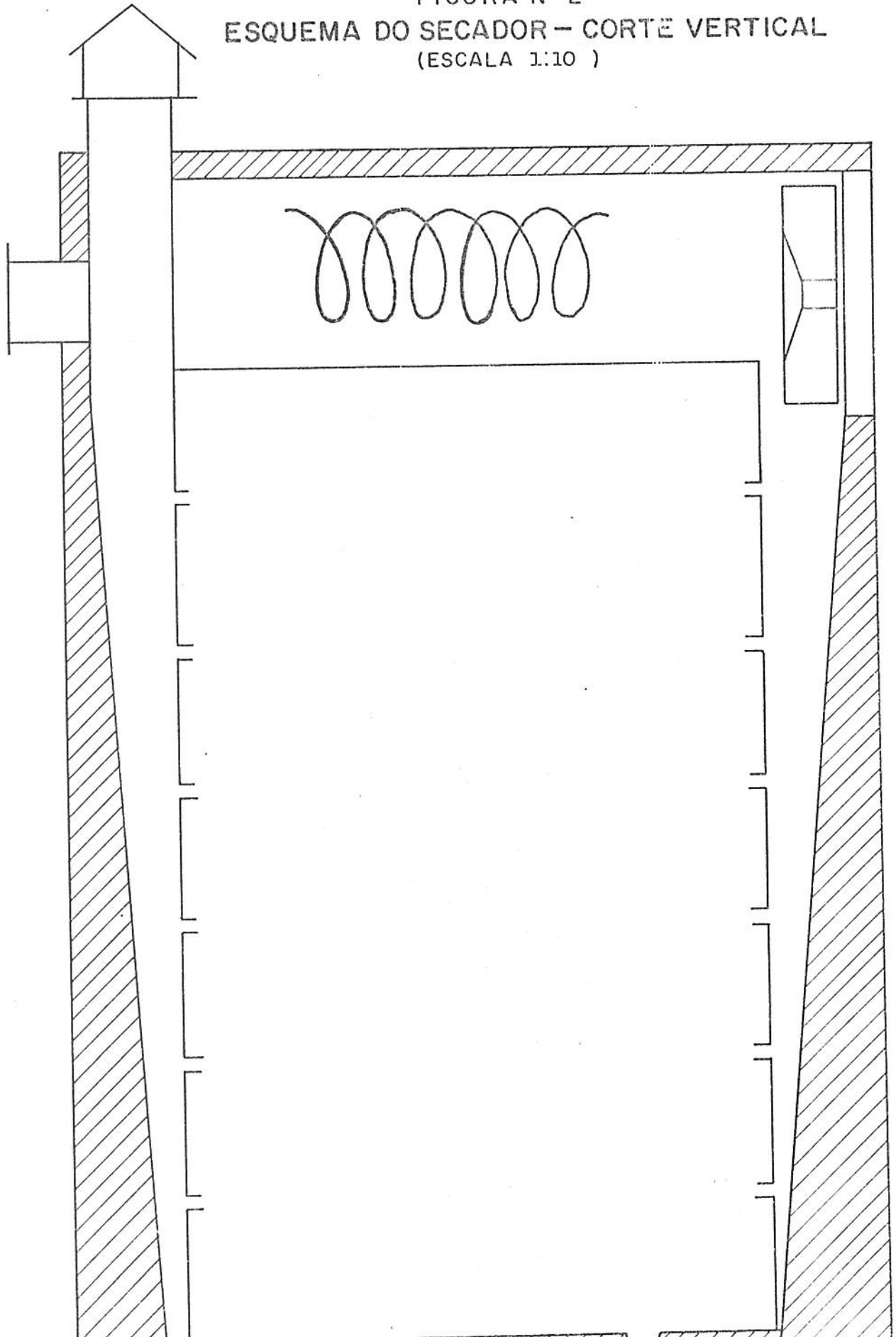
3.4- Controle na Operação de Secagem

No decorrer da operação de secagem foram realiza da das as seguintes medições:

Temperatura

As temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco do

FIGURA Nº 2
ESQUEMA DO SECADOR - CORTE VERTICAL
(ESCALA 1:10)



ar ambiente foram levantadas na entrada do coletor solar. Para assegurar uma velocidade de 3m/s, condições estas indispensáveis para a medição da temperatura de bulbo úmido, foi necessário colocar uma tampa na entrada do coletor com um orifício de quinze centímetros de diâmetro. Também foram medidas as temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco na entrada e na saída do secador.

Vazão de ar

A vazão foi medida através de um manômetro inclinado colocado no ducto, localizado imediatamente após o coletor solar. Durante todas as experiências utilizou-se a vazão máxima.

Controle de peso

Em todos os experimentos foi controlada a perda de peso no decorrer da operação de secagem, usando no mínimo, vinte e sete amostras, numa balança de prato de dois quilogramas.

Antes de colocar as amostras de controle no secador foi medida sua espessura média, atendendo à seguinte metodologia:

- 1) determinou-se o peso de cada amostra;
- 2) desenhou-se o contorno da superfície de cada amostra num papel de embrulho, passando-se posteriormente cada desenho para um papel vegetal;
- 3) pesou-se uma área conhecida de papel vegetal numa balança semi-analítica e, dessa forma, por correlação determinou-se a área de cada manta, uma vez que também era pesado cada desenho;
- 4) mediu-se o peso específico das mantas salgadas da seguinte maneira: à bureta de um litro adicionou-se água

atê oitocentos mililitros dentro do qual foi colocado um pedaço de manta salgada previamente pesada e não superior a cento e cinquenta gramas e anotou-se o volume de água deslocada. Dessa forma, conhecendo-se o peso do pedaço da manta salgada e o volume de água deslocada, calculou-se a sua densidade. Este experimento repetiu-se cinco vezes para se obter valores médios representativos.

Assim, conhecendo-se o peso das amostras a serem colocadas no secador e sua densidade, calculava-se o volume das mantas e, por último, conhecendo-se o volume e a área, determinava-se a espessura média de cada uma das amostras.

3.5- Posicionamento do pescado no secador

As mantas foram suspensas nas prateleiras por ganchos com forma de S. A disposição das mantas no secador foi feita de maneira que o ar passasse paralelamente às superfícies das peças. As distâncias entre as superfícies das mantas eram de aproximadamente 15 centímetros.

Em cada prateleira eram colocadas nove amostras de controle, sendo que três ficavam próximas à entrada do ar, três no meio e as três restantes, perto da saída do ar. Cada amostra de controle era identificada por uma pequena chapa de aço inoxidável numerada.

3.6- Descrição dos Experimentos

3.6.1- Estudo comparativo: Secagem natural e secagem artificial com ajuda de coletor solar.

A matéria-prima empregada nesta experiência foi o cação cambeva (Sphyrna). Seu objetivo foi verificar a diferença na velocidade de secagem do cação salgado exposto diretamente ao sol com aquele que foi tratado no sistema de secagem com coletor solar.

A secagem diretamente ao sol foi realizada num estrado de madeira cuja superfície posterior era dividida no meio e com uma leve inclinação para ambos os lados. O pescado era colocado na superfície do estrado sobre uma malha de aço inoxidável.

A quantidade de mantas salgadas secadas ao sol foi de quarenta quilogramas que incluem as nove mantas de espessura, conhecida a maneira de controle. A variação de peso foi medida em intervalos de duas horas e as condições de temperatura e umidade relativa, de hora em hora. A secagem tinha seu início às oito e trinta da manhã e finalizava às dezessete e trinta da tarde. Após esse período, as mantas eram retiradas do estrado e colocadas em caixas plásticas, com tampa, dentro da indústria, de forma a evitar a absorção de umidade durante a noite.

Para a secagem com ajuda de coletor solar foram utilizados duzentos e oitenta quilogramas de mantas salgadas. O período de secagem foi o mesmo utilizado nas amostras secadas ao sol. Neste caso, após o período de secagem, as amostras permanecem no próprio secador.

As medições das condições do ar ambiente, bem como na entrada e saída do secador eram efetuadas a cada uma hora. A temperatura máxima de secagem foi estabelecida em 40°C com uma margem de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura era controlada constantemente,

uma vez que no período de maior incidência dos raios solares, a passagem do ar através do coletor solar aumentava a temperatura acima dos 40°C estabelecidos, devendo, portanto, promover a mistura do ar quente com o ar ambiente mediante a abertura das duas portinholas localizadas no fim do coletor solar.

O controle de peso das 27 amostras selecionadas foi efetuado cada duas horas. Após cada estágio de secagem, verificou-se a energia consumida pelo motor do exaustor, bem como no transcorrer da secagem observou-se constantemente a vazão do ar.

As 27 amostras selecionadas foram agrupadas segundo sua espessura de forma a obter valores médios e, assim, verificar a influência da espessura na velocidade de secagem.

3.6.2- Secagem mista: o ar aquecido pelo coletor solar e pela resistência elétrica.

A matéria-prima usada nesta experiência foi cação azul (Prionace glauca). As mantas salgadas, neste caso, foram submetidas a uma operação de prensagem durante 24 horas.

Esta experiência teve a finalidade de determinar a velocidade de secagem, mantendo constante a sua temperatura em $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante os períodos das 8:00 às 17:00 horas. Para tanto, o termostato cujo bulbo de medição encontrava-se localizado na entrada do ar foi regulado para a temperatura de 40°C . Desta forma, nas horas iniciais de cada estágio de secagem, quando a incidência dos raios solares no coletor era pequena, a resistência elétrica proporcionava ao ar as calorias necessárias para elevar a sua temperatura a 40°C . O mesmo acontecia no fim da tarde ou

quando necessário. No caso em que o coletor solar era suficiente para manter a temperatura, a resistência elétrica, automaticamente se desligava.

A quantidade de cação salgado-prensado, usado nesta experiência foi 267 kg. A verificação do peso das 27 amostras de controle era efetuada no fim da tarde de cada estágio de secagem.

As condições do ar ambiente e do ar de entrada e saída do secador foram medidas cada meia hora. A operação de secagem deu-se por terminada quando a amostra de controle de maior espessura alcançava uma umidade de aproximadamente 40%.

3.6.3- Secagem contínua: Experimento nº 1

Considerando que o investimento de um secador industrial é elevado, observou-se a conveniência de se fazer uma experiência na qual a secagem fosse realizada dia e noite. Isto é, o ar seria aquecido pelo coletor solar e pela resistência elétrica durante as 24 horas do dia.

Nesta experiência foram utilizados 274 kg de cação azul salgado-prensado. O experimento visou a determinar o tempo de secagem necessário para reduzir a umidade do pescado até em torno de 40%.

O controle de peso foi realizado às 8:00 horas da manhã e às 17:00 horas da tarde. Quanto aos controles de temperaturas, estes eram efetuados cada 30 minutos no período das 8:00 às 17:30 horas e a cada uma hora entre as 17:30 e 8:00 horas da manhã do dia seguinte.

3.6.4- Secagem Contínua: Experimento nº 2

Após a análise dos resultados obtidos na última experiência, observou-se uma grande diferença do tempo efetivo de secagem com relação ao experimento no qual a secagem foi realizada de forma descontínua, obedecendo os estágios das 8:00 horas às 17:00 horas. Na experiência de secagem contínua, verificou-se um tempo efetivo de secagem quase duas vezes daquele alcançado na secagem descontínua. Esse resultado foi inesperado, e o fato de desconhecer as causas dessa diferença originou uma nova experiência, mantendo, na medida do possível, as mesmas condições de secagem.

Além das 27 amostras de controle usadas normalmente para observar a perda de peso foram controladas mais 6 amostras, três das quais foram retiradas do secador durante 4 horas no espaço de tempo das 8:00 horas às 12:00 horas, e as outras três restantes foram retiradas do secador às 17:30 e recolocadas às 8:30 horas da manhã do dia seguinte.

Os outros controles foram efetuados da mesma forma que a experiência anterior.

3.6.5- Secagem Contínua: Experimento nº 3

Depois de conferir os resultados e verificar que o tempo de repouso tem uma transcendental importância na velocidade efetiva de secagem, optou-se por repetir, mais uma vez, a mesma experiência, só que o número de amostras que ficaram em repouso foi duplicada. As medições foram efetuadas da mesma forma que nas experiências anteriores.

3.7- Análise do produto final

No produto final foi feita a análise de avaliação sensorial. As amostras analisadas foram obtidas a partir de cação azul e cação cambeva, secos de forma artificial e natural. Foi acrescentada uma quinta amostra de bacalhau norueguês vendido no mercado brasileiro sob a marca Wanil.

Foram degustadas as 5 amostras por 6 pessoas, durante 5 dias, usando-se o método de Escala não Estruturada de 9 pontos para os testes de odor, sabor, textura e aparência (Tabela nº 5). Para a análise sensorial das amostras foi escolhido o delineamento estatístico de blocos incompletos tipo V, onde: $t=5$, $k=3$, $r=6$, $b=10$, $\lambda=3$ e $E=0,83$, sendo:

t = número de tratamentos

k = número de unidades por bloco

r = número de repetições

b = número de blocos

λ = número de vezes que um tratamento aparece com outro e

E = grau de eficiência do tratamento

O preparo das amostras consistiu, inicialmente, em deixar o pescado seco submerso em água para efetuar a desalga e reidratá-lo, durante 20 horas, trocando apenas uma vez a água. Posteriormente, momentos antes da degustação, foram cozidos em água fervendo com 2% de sal, durante 15 minutos e, logo após, foram cortados em porções de aproximadamente 3 centímetros quadrados e servidos ainda quente aos provadores.

TABELA Nº 5FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome _____ Data _____

Por favor prove cada amostra e dê a sua opinião sobre aparência, odor, sabor e textura, usando as escalas abaixo. Se desejar faça outros comentários.

Aparência

Nº da amostra	Muito boa	Muito pobre
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Odor

Nº da amostra	Muito bom	Muito ruim
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Sabor

Nº da amostra	Muito bom	Muito ruim
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Textura

Nº da amostra	Muito macia	Muito grosseira
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Comentários:

O sorteio realizado foi o seguinte:

Repetição I	Repetição II
(1) (2) (3)	(1) (2) (4)
(2) (5) (1)	(3) (4) (1)
(4) (1) (5)	(5) (1) (3)
(2) (3) (4)	(3) (5) (2)
(4) (3) (5)	(5) (4) (2)

Em que:

- (1) Bacalhau importado
- (2) Caçãõ azul - secagem natural
- (3) Caçãõ azul - secagem artificial
- (4) Caçãõ cambeva - secagem natural
- (5) Caçãõ cambeva - secagem artificial

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1- Estudo comparativo: Secagem natural e secagem com ajuda de coletor solar.

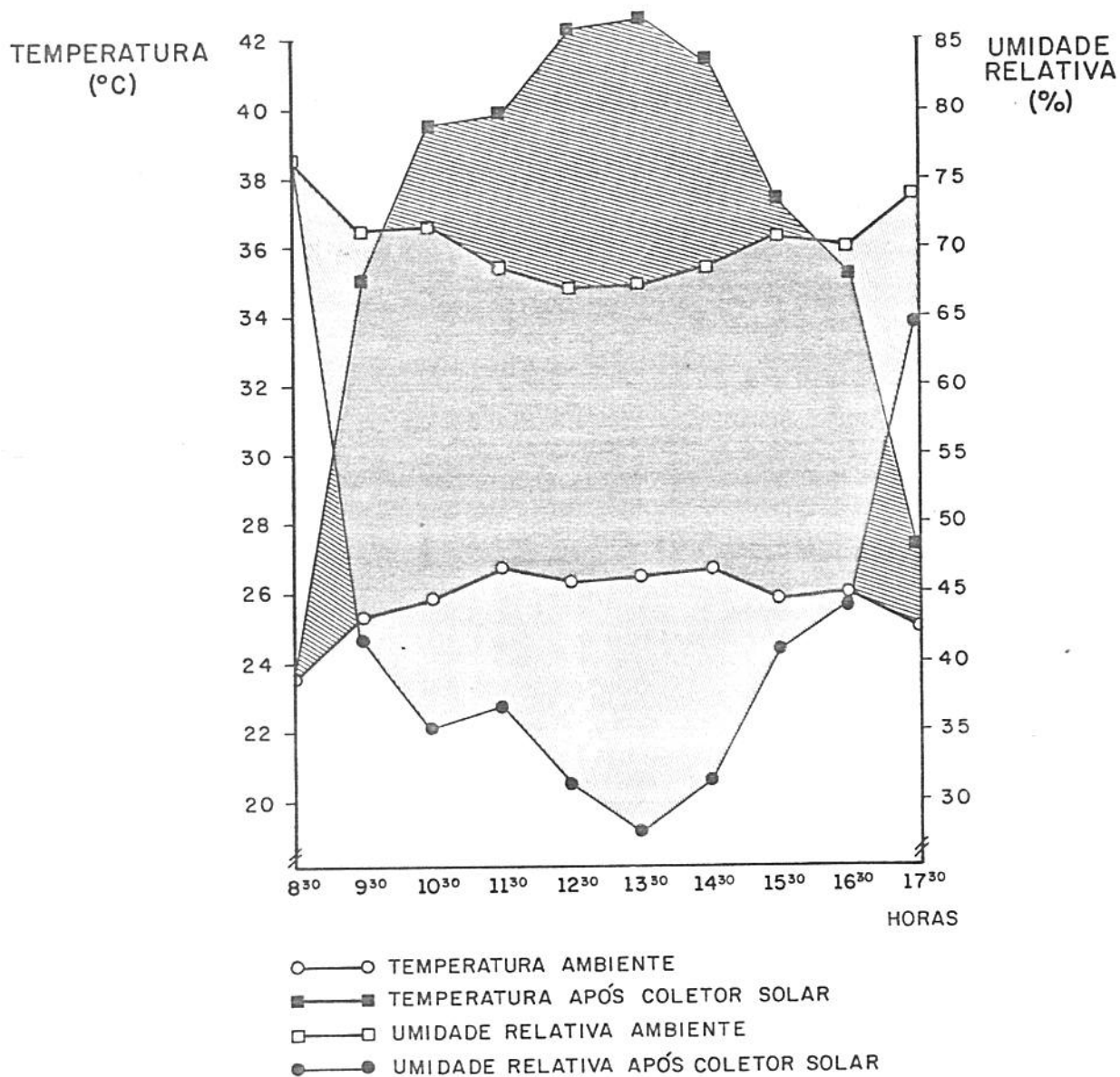
Dos 320 kg produto salgado, oriundo de cação cam beva (Sphyrna sp), usado neste experimento foram obtidos, aproximadamente, 229 kg cação salgado seco contendo uma umidade média em torno de 40%. O rendimento, em peso, do produto final com relação ao cação eviscerado e descabeçado foi em torno de 35%.

As condições do ar de secagem tanto para a secagem direta ao sol como na secagem com ajuda de coletor solar são ilustradas na figura nº 3, que representa a evolução da temperatura e da umidade relativa, em valores médios, obtidos em jornadas sucessivas de secagem das 8:30 às 17:30 horas, mostrando as condições do ar a que foi submetido o produto salgado durante a secagem natural e na secagem num sistema com coletor solar.

Nota-se que no sistema descrito, a temperatura nos períodos das 11:30 às 15:20 horas atingiam valores acima de 40°C na época do experimento. Entretanto, externamente a temperatura encontrava-se ao redor de 26°C.

A umidade relativa do ar, em função da temperatura, produz curvas que são as imagens especulares das respectivas curvas de temperatura. O efeito benéfico do coletor foi notável, a ponto de, no pico máximo, chegar a produzir uma redução da umidade relativa do ar ambiente de 67% para 27,5%.

FIGURA Nº 3
 VARIAÇÕES DA TEMPERATURA E DA UMIDADE
 RELATIVA ANTES E APÓS TRATAMENTO NUM
 SISTEMA COM COLETOR SOLAR



No decorrer do experimento, as condições médias do ar ambiente bem como as de entrada e saída do secador foram as seguintes:

TABELA Nº 6

Ambiente		Entrada do Secador		Saída do Secador	
Temp.(°C)	Umid.Relativa(%)	Temp.(°C)	Umid.Relativa(%)	Temp.(°C)	Umid.Relat.(%)
25,7	70,5	36,5	42,8	35,5	46,0

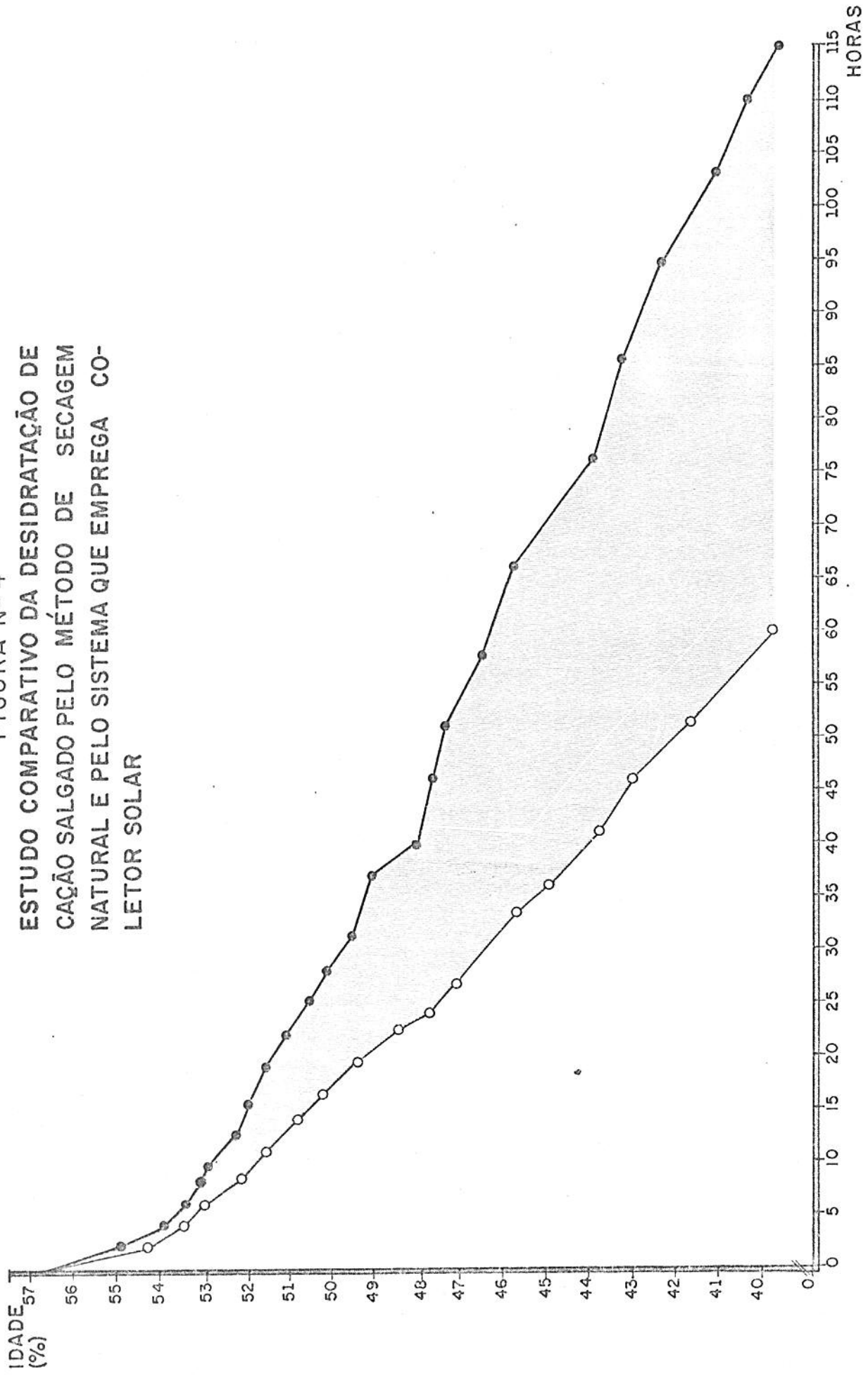
Dos dados mostrados na tabela nº 6 deduz-se o bom desempenho apresentado pelo coletor solar, o qual permitiu um aumento de temperatura do ar em 10,8°C e uma diminuição da umidade relativa de 70,5% para 42,8%, tomando como base as condições médias do ar ambiente. Quanto à eficiência do secador, observa-se que a temperatura e umidade relativa do ar de entrada e de saída apresentam uma pequena variação, estando o ar de saída ainda com características adequadas para secagem.

A energia calórica proporcionada ao ar pelo coletor solar durante o experimento foi em torno de 170.065 kcal (198 kWh).

A figura nº 4 mostra a diminuição do teor de umidade através da secagem natural e com ajuda do coletor solar, do produto salgado, de espessura média de 2,33 cm, cuja umidade inicial era de 56,6%.

Pode-se comprovar que já no início do experimento a velocidade de secagem é maior no sistema com coletor solar. Essa diferença amplia-se cada vez mais, à medida que a secagem

FIGURA Nº 4
ESTUDO COMPARATIVO DA DESIDRATAÇÃO DE
CAÇÃO SALGADO PELO MÉTODO DE SECAGEM
NATURAL E PELO SISTEMA QUE EMPREGA CO-
LETOR SOLAR



● SECAGEM NATURAL (ESPESSURA MÉDIA 2,34 cm)
○ SECAGEM COM A AJUDA DE COLETOR SOLAR (ESPESSURA MÉDIA 2,33 cm)

progride. Uma medida simples para expressar a magnitude das diferenças das velocidades e, comparando-se às inclinações das curvas:

$$130,4 - 66,7/58,5 - 0,0 = 1,09 \text{ g de água por } 100 \text{ g de matéria seca por hora para secagem com ajuda de coletor solar e}$$
$$130,4 - 66,7/110,2 - 0,0 = 0,58 \text{ g de água por } 100 \text{ g de matéria seca por hora para secagem natural. Isto é, a velocidade de secagem neste último método é quase a metade do sistema com coletor solar.}$$

Corroborando o mencionado acima, pode-se observar na figura nº 4, que na secagem natural a umidade do produto atinge 40% após 111 h, enquanto que no sistema com coletor solar se alcança a mesma umidade depois de 58 h.

4.2- Efeito da espessura das mantas salgadas na velocidade de secagem.

Com a finalidade de determinar o tempo de secagem para espessuras diferentes, aproveitou-se as mesmas condições médias do ar bem como as amostras controles do experimento anterior, quanto à secagem com ajuda de coletor solar.

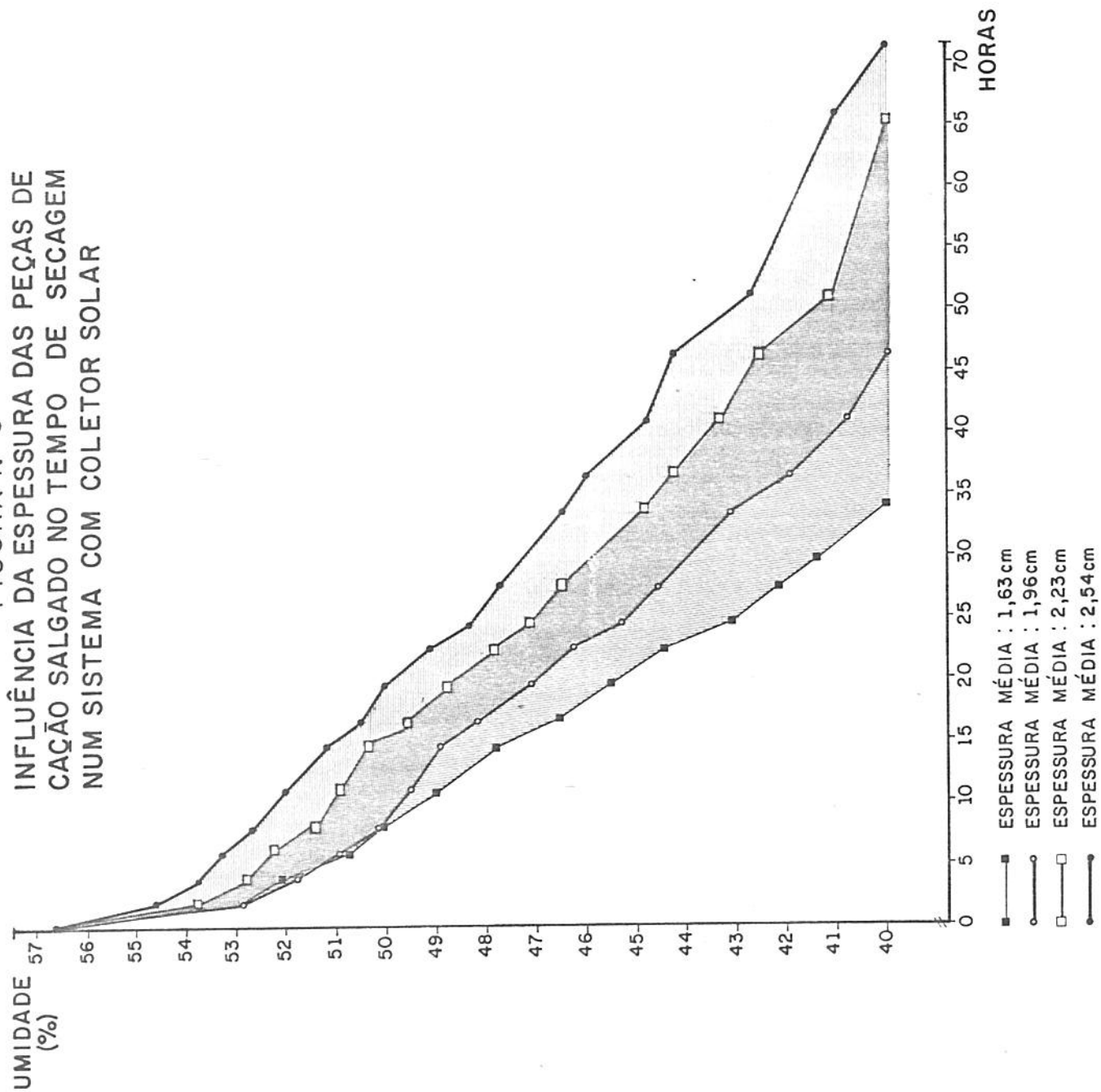
A figura nº 5 mostra que o tempo de secagem para espessuras médias de 1,63; 1,96; 2,23 e 2,54cm foi 34;47; 66 e 71 horas, respectivamente, tomando como base uma umidade final do produto em torno de 40%. Os tempos de secagem maiores para espessuras maiores não surpreendem, uma vez que, terminado o período no qual a água da superfície é evaporada, inicia-se de imediato o período de velocidade decrescente que é inteiramente controlada pela difusão, expressa pela lei de Fick (45). A mesma estabelece que a velocidade de secagem é inversamente proporcional à metade da espessura do produto.

De forma a conseguir uma melhor visualização da dinâmica de secagem durante o decorrer do experimento, confeccionou-se a tabela nº 7, a partir dos dados apresentados na figura nº 5.

TABELA Nº 7

Espessura(cm)	Velocidade de Secagem						
	Intervalos de Tempo(h)						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
1,63	3,28	1,45	1,25	-	-	-	-
1,96	3,12	1,05	1,04	0,88	-	-	-
1,23	2,59	1,00	1,00	0,75	0,64	0,29	-
2,54	2,08	1,00	0,98	0,79	0,64	0,42	0,37

FIGURA Nº 5
 INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DAS PEÇAS DE
 CAÇÃO SALGADO NO TEMPO DE SECAGEM
 NUM SISTEMA COM COLETOR SOLAR



A tabela nº 7 mostra a velocidade de secagem em intervalos de tempo de 10 horas. A velocidade foi expressa como perda média de peso por 100 g de matéria seca, por hora. Observa-se claramente, não sō o efeito inversamente proporcional da velocidade de secagem com relação ā espessura do produto, senāo, tam**ã**m, uma diminuiçāo da perda de āgua ā medida que a secagem pro**g**ride.

Assim, pode-se deduzir a importāncia que tem a espessura do produto saigado na secagem artificial, quando se quer obter um produto final padronizado, quanto a seu teor de umidade, apōs uma operaçāo de secagem.

4.3- Secagem mista: Ar aquecido pelo coletor solar e complementado pela resistência elétrica.

Dos 267 kg de produto salgado prensado, oriundo de cação azul (Prionace glauca), submetidos à operação de secagem, foram obtidos cerca de 165 kg de produto final com uma umidade média em torno de 40%. O rendimento depois da secagem foi 61,8%, e quando expresso em relação ao cação eviscerado e descabeçado foi 27%.

A figura nº 6 mostra a evolução da temperatura, em valores médios, obtidos em jornadas sucessivas de secagem das 8:00 às 17:00 horas, num sistema que emprega energia solar completada com energia elétrica.

A evolução da temperatura após a resistência elétrica, mostra valores acima de 40°C, vez que no primeiro dia de secagem o termostato foi calibrado para manter uma temperatura de aproximadamente 50°C. Essa precaução teve, como base, o fato de que no início do processo normal de secagem o produto se desidrata numa velocidade de evaporação constante, de jeito que a temperatura do produto é inferior àquela do ar circulante.

As condições médias do ar, a começar pela entrada ao coletor solar até a saída do secador, são apresentadas na seguinte tabela:

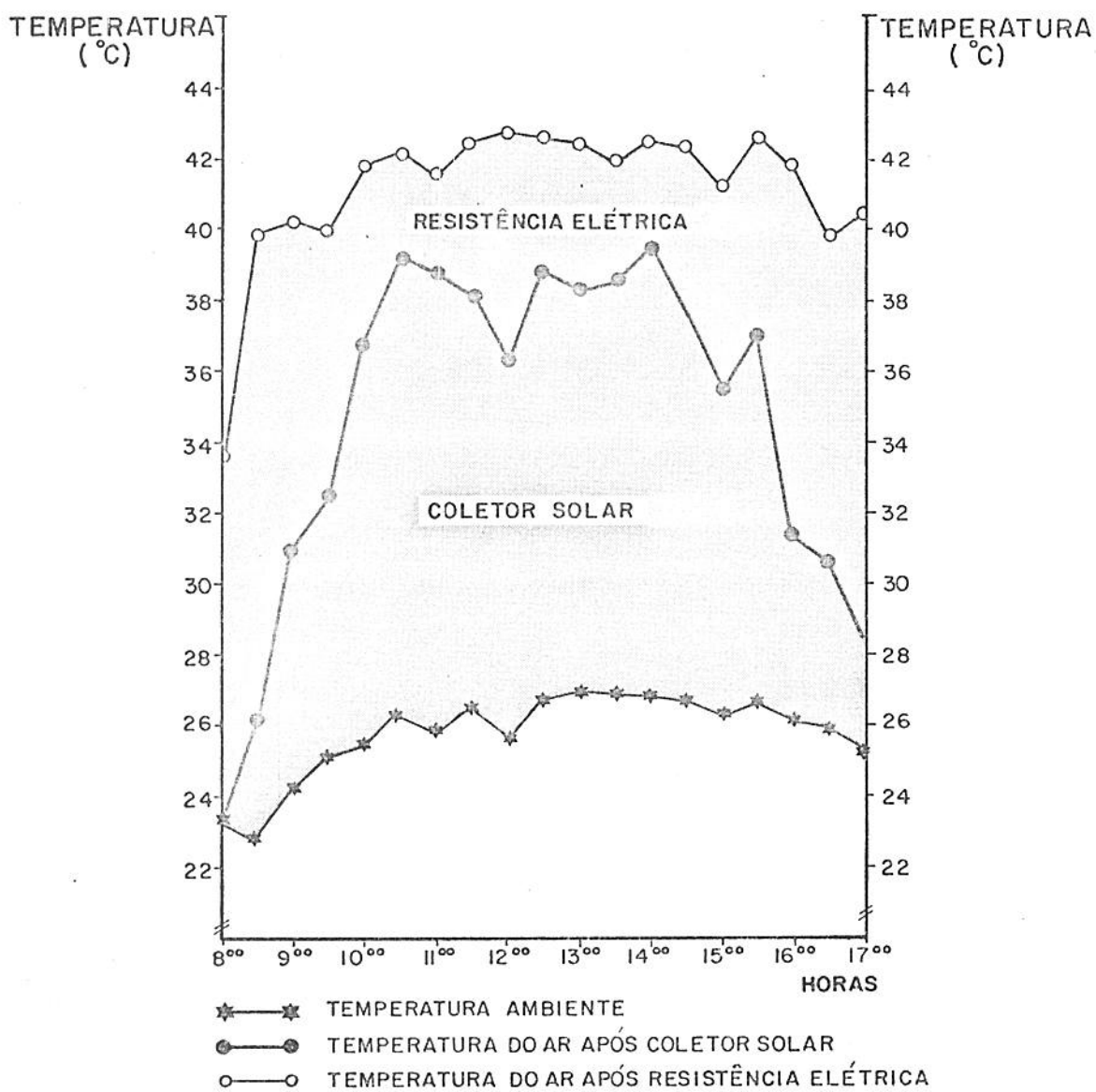
TABELA Nº 8

Ambiente		Entrada do Secador			Saída do Secador	
T _q (°C)	UR(%)	T _q (°C) (1)	T _q (%) (2)	UR(%) (3)	T _q (°C)	UR(%)
25,9	75,5	35,3	41,8	31,5	39,6	38,5

(1) T_q após coletor solar. (2) T_q após resistência elétrica

(3) UR após resistência elétrica.

FIGURA Nº 6
 RELAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA
 E DA RADIAÇÃO SOLAR PARA MANTER A TEMPERATURA
 DO AR AO REDOR DE 42% ATRAVÉS DE PERÍODOS DIUR-
 NOS DE SECAGEM



As condições médias do ar de saída do secador mostra um potencial de secagem, em termos de temperatura e umidade relativa, superior àquela que tem o ar após o coletor solar. Assim, novamente se deduz que as dimensões da câmara de secagem não são as mais adequadas para secar pescado. Mantendo o mesmo volume do secador, diminuindo sua área de seção transversal e aumentando seu comprimento, o ar necessariamente seria melhor utilizado.

A energia calórica total proporcionada ao ar neste experimento foi, aproximadamente, 173.570 kcal, das quais 105.870 kcal (123 kwh) foram fornecidas pelo coletor solar, sendo as 67.700 kcal (79 kwh) restantes provenientes da resistência elétrica.

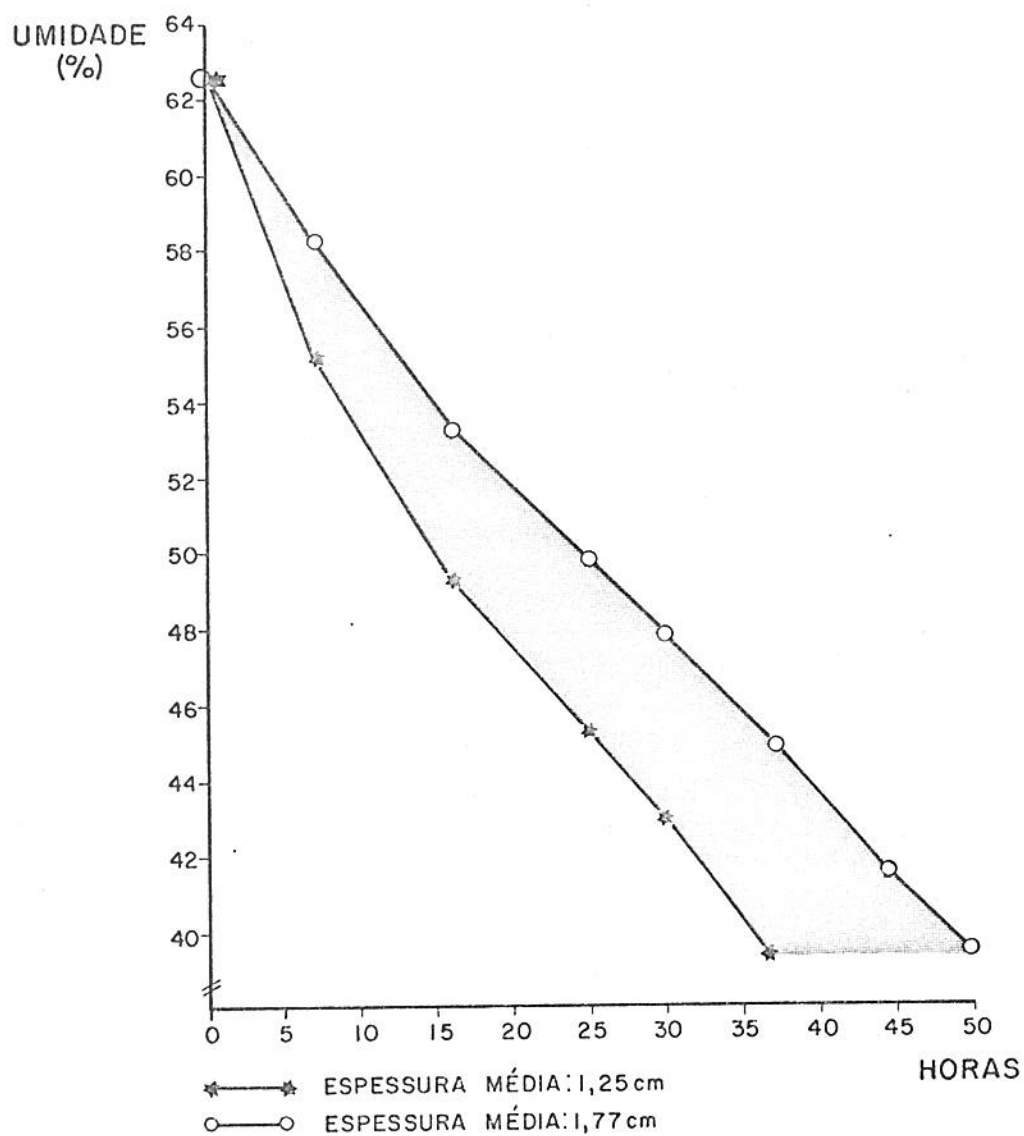
A figura nº 7, mostra a evolução da secagem do cação salgado prensado de espessura média de 1,25 e 1,77 cm, a partir de uma umidade inicial de 62,5% até em torno de 40%. As condições médias do ar de secagem foram apresentadas na figura nº 6 e na tabela nº 8.

A velocidade média de secagem até uma umidade final de 40% foi a seguinte:

$166,7 - 66,7/35 - 0 = 2,85$ g de água por 100 g de matéria seca por hora, e

$166,7 - 66,7/48 - 0 = 2,08$ g de água por 100 g de matéria seca por hora, para espessuras médias de 1,25 e 1,77 cm, respectivamente.

FIGURA Nº 7
INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DAS PEÇAS DURANTE A
SECAGEM DE CAÇÃO SALGADO Prensada COM AJUDA
DE COLETOR SOLAR, COMPLEMENTADA COM RESIS-
TÊNCIA ELÉTRICA



4.4- Secagem Contínua: Experimento nº 1

Este experimento teve a finalidade de determinar o tempo de secagem do produto salgado prensado, quando a operação de secado é realizada de forma contínua, isto é, durante o dia e à noite até obter-se uma unidade em torno de 40%.

No decorrer do experimento foi observada com surpresa a grande diferença da velocidade de secagem quando comparada com a secagem descontínua, realizada em períodos sucessivos diurnos.

A figura nº 8 mostra claramente que, para uma mesma espessura média do produto salgado prensado, o tempo para atingir 40% de umidade pelos processos descontínuo e contínuo foi de 47 e 103 h, respectivamente. A velocidade de secagem foi: 2,12 g de água por 100 g de matéria seca por hora para secagem diurna e 0,87 g de água por 100 g de matéria seca por hora para secagem contínua.

Diante desse resultado que, na realidade, não era esperado, fez-se um levantamento de todas as características que diretamente estão relacionadas à velocidade de secagem, tanto da experiência anterior como da atual, obtendo-se as seguintes informações:

FIGURA Nº 8
 COMPARAÇÃO ENTRE A SECAGEM CONTÍNUA E A SECAGEM
 DESCONTÍNUA DE CAÇÃO SALGADO PRENSADO NUM SISTEMA
 COM COLETOR SOLAR COMPLEMENTADO COM RESISTÊNCIA
 ELÉTRICA

(ESPESSURA MÉDIA 1,60cm)

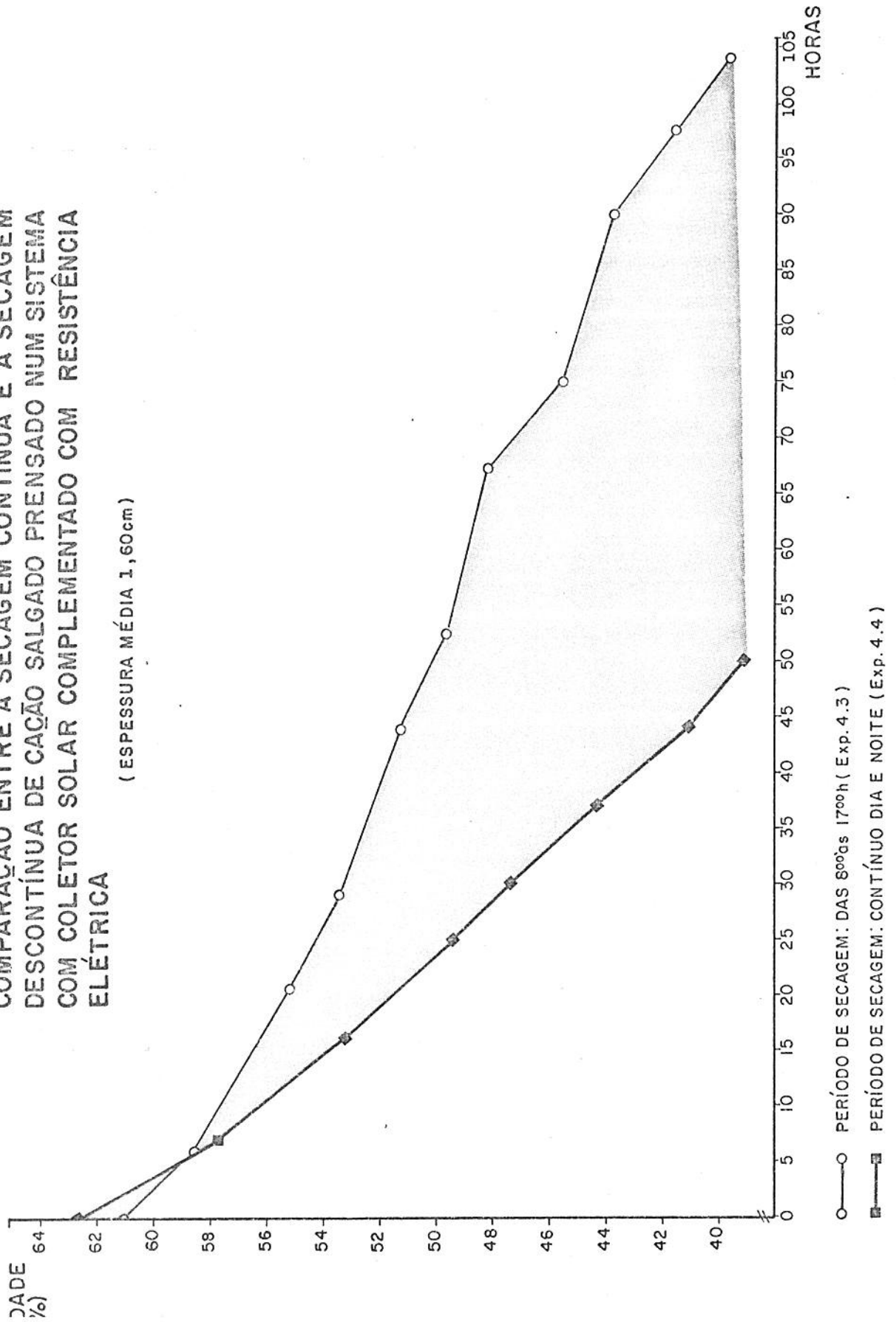


TABELA Nº 9

ESPECIFICAÇÕES	SECAGEM	
	DESCONTÍNUA	CONTÍNUA
- Condições do ar		
. Ambiente: temperatura(°C)	25,9	23,1
umidade relativa(%)	75,5	77,3
. Entrada ao secador: temperatura(°C)	41,8	37,8
umidade relativa(%)	31,5	33,2
. Saída do secador: temperatura(°C)	39,6	37,1
umidade relativa(%)	38,5	37,7
- Quantidade de pescado colocado no secador(kg)	247	274
- Vazão (m ³ /min/ton)	48,87	43,98
- Umidade inicial (%)	62,5	61,0
- Período de secagem	das 8:00h às 17h	dia e noite
- Espessura média das amostras controles(cm)	1,67	1,71

Das informações assinaladas na tabela nº 9, observa-se que as condições do ar de entrada ao secador favoreciam a secagem descontínua, o mesmo pode-se dizer da vazão, que é em função da quantidade de produto salgado prensado colocado no secador, uma vez que a quantidade de ar em m³/min era a mesma para ambos experimentos. Por outra parte, a menor umidade inicial do produto na entrada ao secador beneficiava o experimento de secagem contínua. Contudo, dos elementos levantados nenhuma justificava a grande diferença registrada nas velocidades de secagem.

Tem sido relatada na literatura que a secagem contínua produz superfícies compactas que impedem o fluxo da umidade interna para as camadas externas. Porém, tal fenômeno observado com frutas, cereais e grãos em geral não tinha sido relatado para produtos marinhos salgados nos quais este fenômeno parece ser mais crítico.

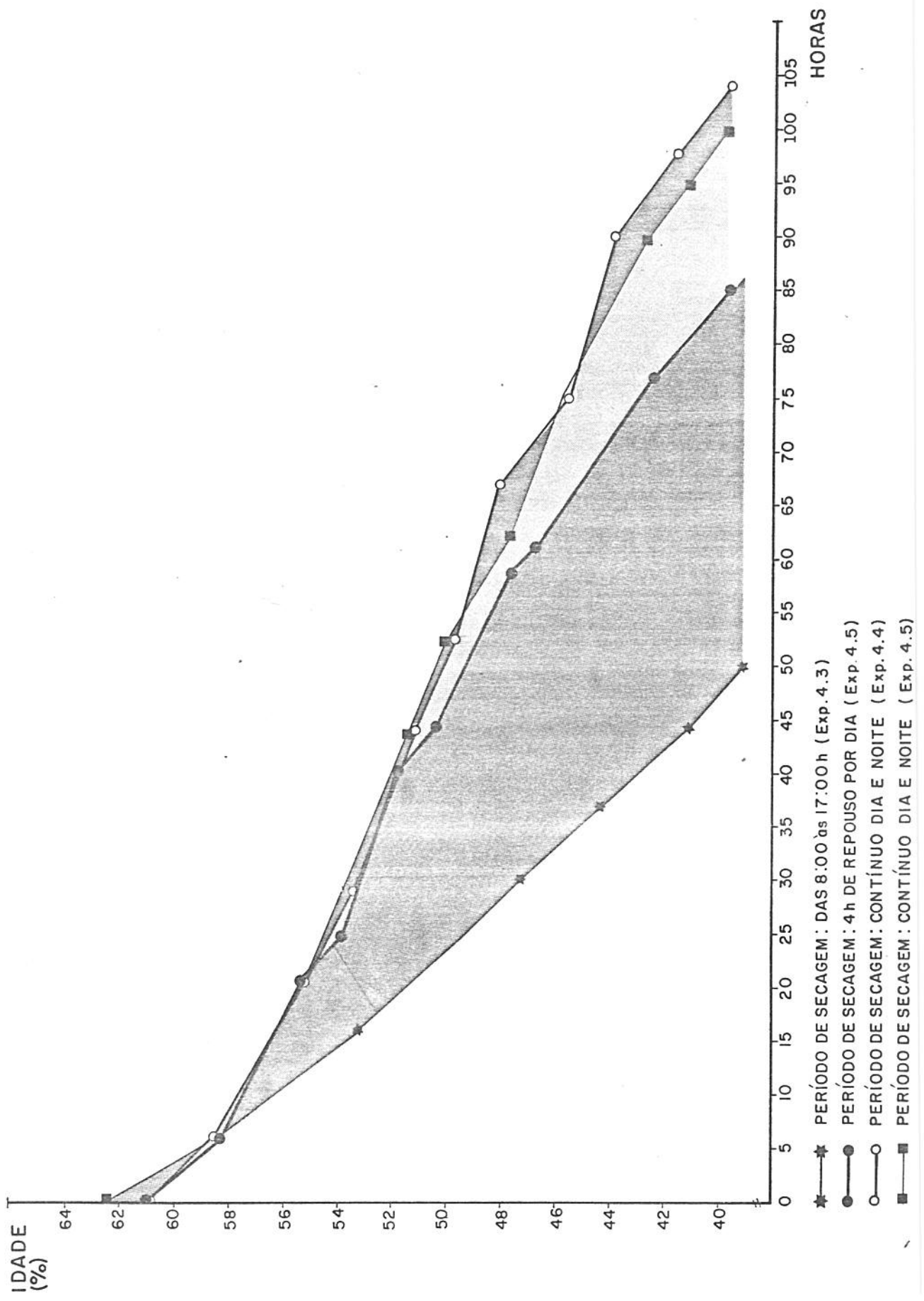
4.5- Secagem Contínua: Experimento nº 2

O objetivo deste experimento foi confirmar os resultados obtidos no experimento 4.4. Para isso, tratou-se de manter, na medida do possível, as mesmas condições de secagem. Para avaliar a importância do tempo de repouso na velocidade de secagem foram retiradas do secador 6 amostras, das quais 3 ficaram quatro horas por dia e as 3 restantes 9 horas, no decorrer do experimento.

A figura nº 9 mostra a evolução da secagem do presente experimento comparado com o anterior e com o experimento de secagem descontínuo, para um produto da mesma espessura, 1,60 cm. Observa-se que a curva de secagem contínua - experimento nº 2 - foi similar àquela curva obtida no experimento anterior, tendo uma velocidade de secagem de 0,89 contra 0,87g de água por 100g de matéria seca por hora, respectivamente.

Com relação à curva de secagem das amostras que ficaram quatro horas por dia em repouso fora do secador, observa-se que o tempo de secagem, até atingir uma umidade de 40% foi menor que as amostras que tiveram repouso, sendo sua velocidade de secagem de 1,06g de água por 100g de matéria seca por hora, o que significa um aumento em torno de 20% se comparado com a velocidade obtida na secagem contínua. Porém, ainda fica longe dos teores de água removidas no sistema descontínuo.

FIGURA Nº 9
COMPARAÇÃO ENTRE DIVERSOS EXPERIMENTOS DE SECAGEM
CONTÍNUA E DESCONTÍNUA DE CAÇÃO SALGADO PRENSADO



4.6- Secagem Contínua: Experimento nº 3

Este experimento teve a finalidade de repetir, mais uma vez, a experiência de secagem contínua, sendo que o período de secagem das amostras que ficaram em repouso foi similar à da secagem descontínua.

A figura nº 10 mostra um conjunto de secagem de produtos de espessuras similares, para diferentes tempos de repouso, obtidas em experiências distintas. A velocidade de secagem até uma umidade final de 40% foi: 1,01; 1,15; 1,32; 2,36 e 2,50 g de água por 100 g de matéria seca por hora, para secagem contínua, tempos de repouso de 4, 9 e 15 h e 30 min e para secagem descontínua, respectivamente. Observa-se claramente que o resultado alcançado neste experimento para as amostras que ficaram 15 h e 30 min por dia de repouso foi similar àquela obtida quando a secagem descontínua, cujo períodos sucessivos de secagem eram das 8:00 às 17:00 horas.

A tabela nº 10 mostra as condições médias do ar ambiente e de entrada ao secador bem como a energia calórica proporcionada ao ar pelo coletor solar e pela resistência elétrica, nos períodos diurnos e noturnos de secagem. Pode-se observar que a energia calórica total proporcionada ao ar neste experimento foi 382.198 kcal (445 kwh), sendo o coletor solar responsável por 21,19% (94 kwh). Nos períodos diurnos de secagem, o coletor solar proporcionou ao ar a energia calórica correspondente a 59% do total. Os valores de temperatura ambiente, após sua passagem pelo

FIGURA Nº 10
 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE REPOUSO NA SECAGEM DE CAÇÃO SALGADO PRENSADO

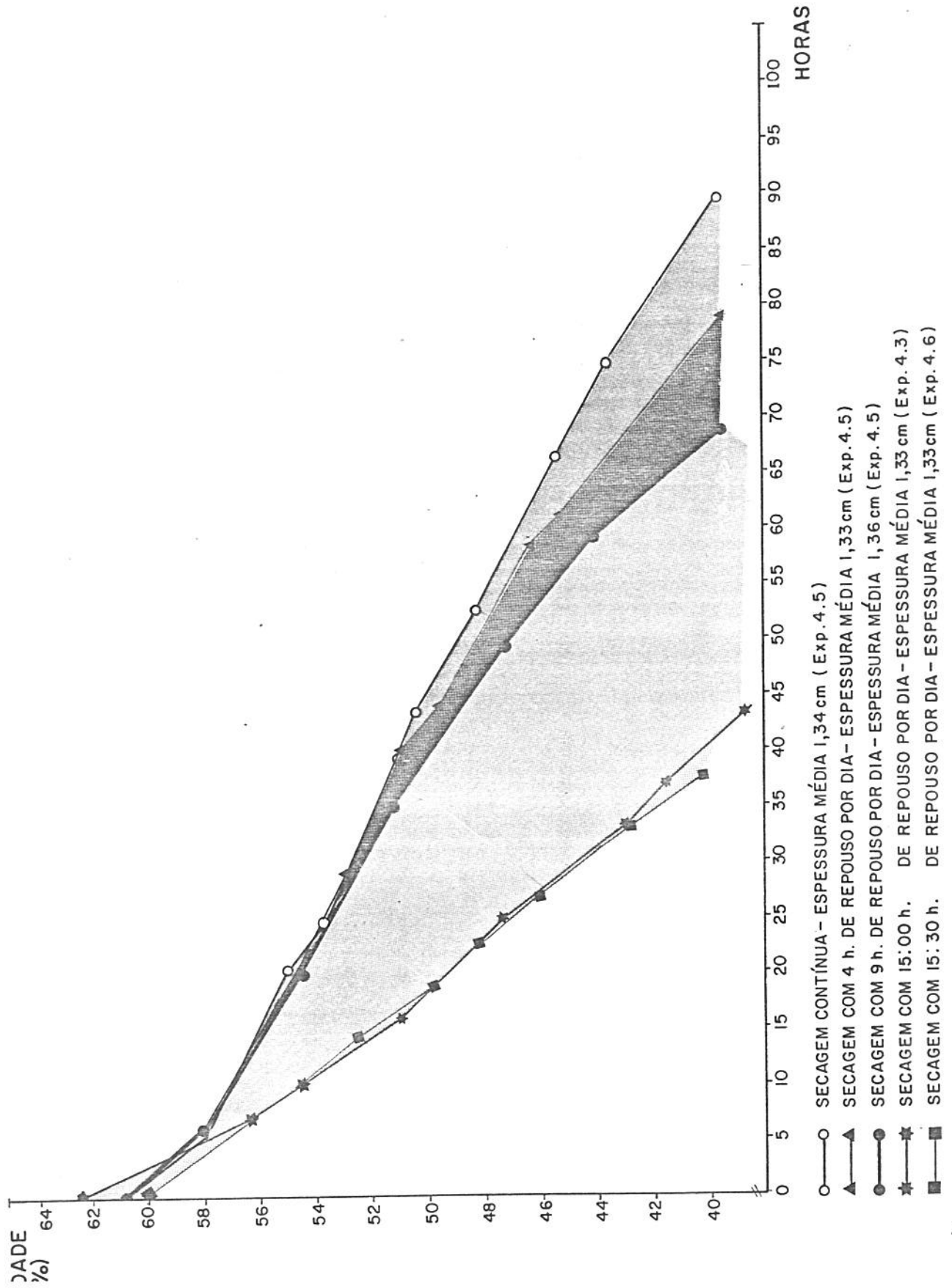


TABELA Nº 10

CONDIÇÕES MÉDIAS DO AR AMBIENTE, APÓS COLETOR SOLAR, APÓS
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E ENERGIA CALÓRICA PROPORCIONADA AO AR

HORAS	AMBIENTE		ENTRADA AO SECADOR			E. Calórica (kcal)	
	T _a (°C)	UR (%)	T _a (°C) ⁽¹⁾	T _a (°C) ⁽²⁾	UR(%) ⁽³⁾	C.Solar	R.Elétrica
11:30 - 17:00	20,8	60	29,6	41,3	19	10.139	12.874
17:30 - 8:00	16,9	86	16,9	39,4	23	-	65.758
8:30 - 17:00	20,5	58	32,0	37,6	20	20.536	8.344
17:30 - 8:00	17,1	84	17,1	37,0	26	-	58.058
8:30 - 17:00	21,6	62	30,7	38,9	23	16.995	13.813
17:30 - 8:00	17,8	83	17,8	38,9	25	-	62.375
8:30 - 17:00	22,9	67	33,6	39,1	23	22.454	7.589
17:30 - 8:00	18,8	83	18,8	39,2	27	-	58.713
8:30 - 15:00	21,5	70	29,0	39,8	25	10.880	13.670
						81.004	301.194

(1) Temperatura após coletor solar.

(2) Temperatura após resistência elétrica.

(3) Umidade relativa após resistência elétrica.

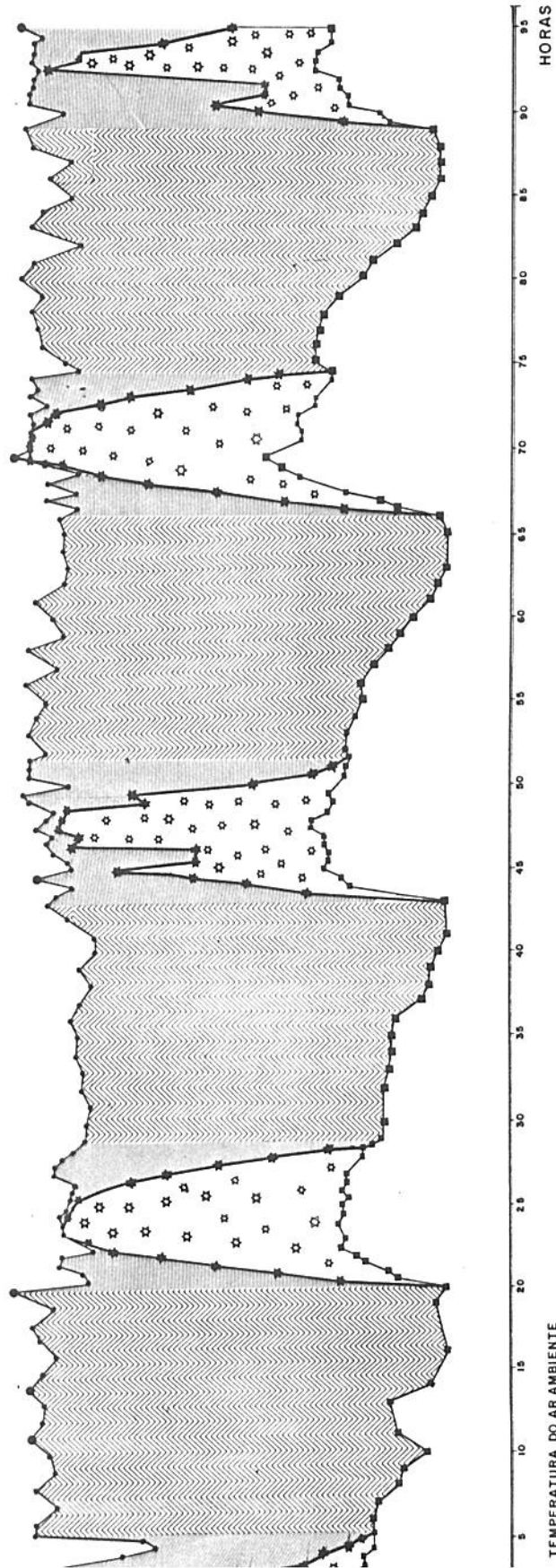
coletor solar e resistência, medidas de hora em hora, são ilustradas na figura nº 11.

Por outro lado, a figura nº 12 mostra a dinâmica da secagem do produto salgado prensado submetido a uma secagem contínua, comparada com aquelas amostras que ficaram 15 h e 30 min por dia em repouso. Observa-se que a umidade do produto, de corridas 53 horas de secagem contínua, era a mesma das amostras com 15 h e 30 min de repouso por dia, sendo que estas últimas tinham sido submetidas a um tempo de secagem efetiva de 24 horas. O produto chegou a 40% de umidade após 84 horas de secagem contínua contra 36 horas de secagem efetiva, para as amostras com repouso de 15 h e 30 min por dia.

A figura nº 12, indica também que, nos períodos sucessivos de repouso, as amostras absorviam uma pequena quantidade de umidade, porém, à medida que o produto tornava-se mais seco essa tendência também aumentava.

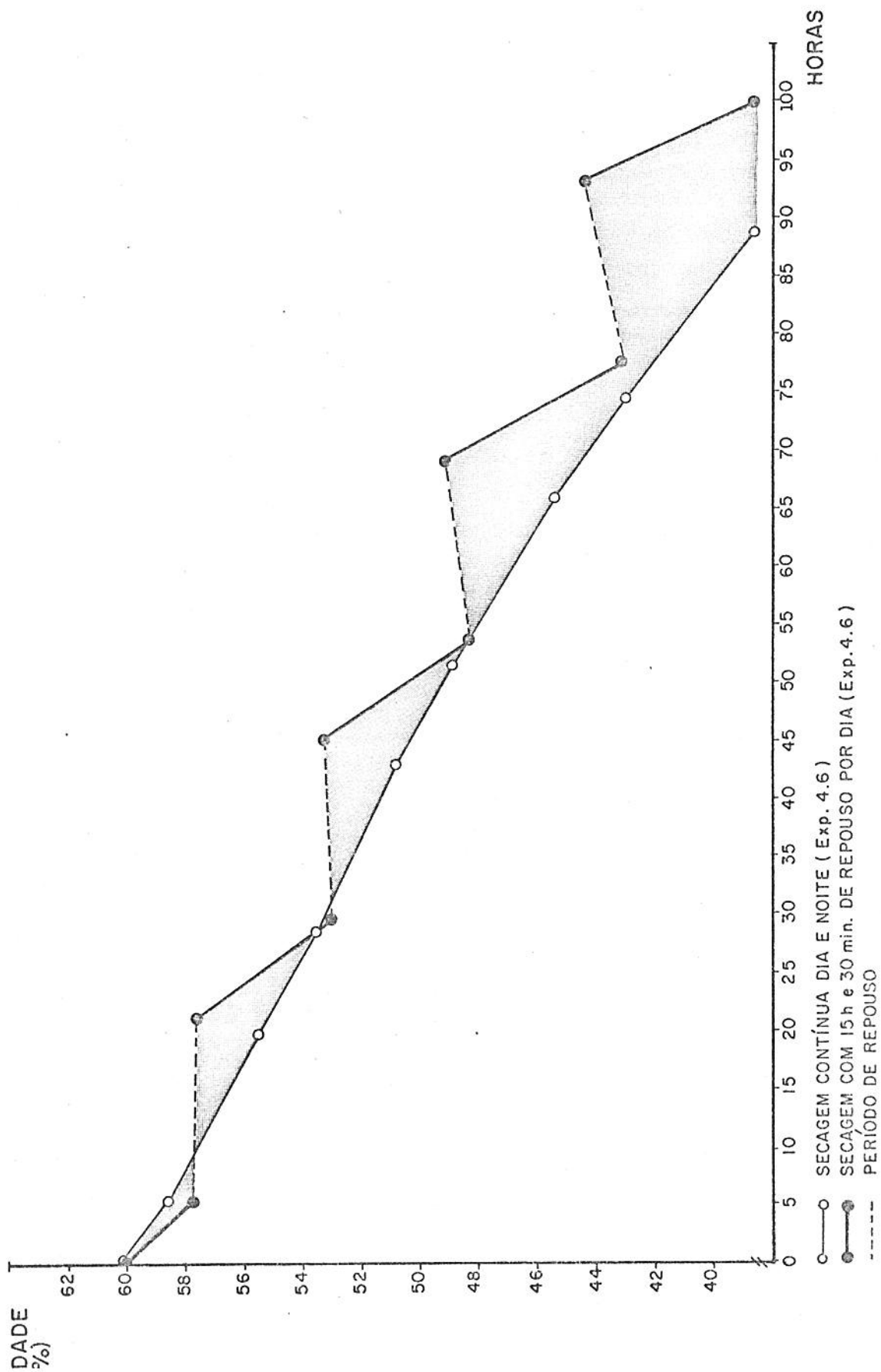
O exame das curvas de secagem evidencia a enorme importância do tempo de repouso para diminuir o tempo de secagem efetiva. Uma explicação para esse fenômeno é devido a que o pescado é constituído, principalmente, de proteínas estando isento de carboidratos. Assim, a água remanescente após a salga fica fortemente ligada aos grupos polares das proteínas ($-NH_2$, COO^- , etc.), de forma que uma redistribuição de água, após a remoção da camada superficial, deve ser muito mais demorada que nos produtos de origem vegetal. Neles, o principal suporte ligante da água são os carboidratos (amidos, pectinas, etc.) os quais provavelmente fixam as moléculas da água com menos energia do que o

FIGURA Nº11
VARIACÕES DA TEMPERATURA DO AR AMBIENTE, APÓS COLETOR SOLAR E APÓS RESISTÊNCIA ELÉTRICA



TEMPERATURA DO AR AMBIENTE
TEMPERATURA DO AR APÓS COLETOR SOLAR
TEMPERATURA DO AR APÓS RESISTÊNCIA ELÉTRICA

FIGURA Nº12
 DINÂMICA DE SECAGEM DO CAÇÃO SALGADO Prensado E
 SUBMETIDO A SECAGEM CONTÍNUA E DESCONTÍNUA



fazem as proteínas. Evidentemente, o íon Cl^- contribui de maneira importante na exacerbação da força de ligação da água. Por esse motivo, o tempo de repouso para permitir o equilíbrio da umidade no produto parece ser por demais necessário.

4.7- Avaliação sensorial

Nas tabelas 11, 12, 13 e 14 verificam-se os resultados comparativos da avaliação das amostras quanto ao odor, sabor, textura e aparência, respectivamente. Nestas tabelas, o número (1) identifica o bacalhau importado, o número (2), o cação azul - secagem natural, o número (3), o cação azul - secagem artificial, o número (4), o cação cambeva - secagem natural, e o número (5), o cação cambeva - secagem artificial.

Para 5 tratamentos e 6 repetições, o valor de F tabelado é 2,78 para 5% de significância e 4,22 para 1% de significância. Quando o valor de F calculado for menor que o de F tabelado estabelece-se que não há diferença significativa entre as amostras analisadas.

A análise estatística (Tabela 15) mostrou que não há diferença significativa para odor entre as 5 amostras, tendo a amostra (2), cação azul - secagem natural, alcançado maior média, ou seja, melhor odor. A ordem decrescente das médias para odor foi: (2), (5), (3), (4) e (1), respectivamente. A menor média foi, portanto, a do bacalhau importado.

Em relação ao sabor, a análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre as amostras, tendo a amostra (2), cação azul - secagem natural, obtido melhor média, seguida da (1), (3), (5) e (4), respectivamente.

Para textura, a análise estatística mostrou haver diferença significativa entre as amostras. Aplicando o teste de Tukey, indicou que as diferenças estão entre as amostras (2),

TABELA Nº 11RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE ODOR

Repetição I			Repetição II		
6,55 (1)	6,38 (2)	6,16 (3)	5,88 (1)	6,33 (2)	6,63 (4)
6,28 (2)	6,01 (5)	5,88 (1)	5,38 (3)	4,73 (4)	6,30 (1)
6,42 (4)	5,00 (1)	6,55 (5)	5,43 (5)	4,87 (1)	5,73 (3)
6,48 (2)	5,90 (3)	6,43 (4)	6,60 (3)	6,17 (5)	6,67 (2)
5,71 (4)	7,20 (3)	6,95 (5)	6,60 (5)	6,51 (4)	6,92 (2)

TABELA Nº 12RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE SABOR

Repetição I			Repetição II		
6,36 (1)	5,65 (2)	6,38 (3)	7,02 (1)	7,10 (2)	6,50 (4)
6,65 (2)	5,88 (5)	5,70 (1)	6,23 (3)	5,57 (4)	7,42 (1)
6,15 (4)	6,03 (1)	6,47 (5)	4,62 (5)	6,45 (1)	5,27 (3)
6,18 (2)	6,33 (3)	5,23 (4)	6,90 (3)	6,28 (5)	6,92 (2)
5,25 (4)	7,82 (3)	6,28 (5)	5,63 (5)	5,55 (4)	6,72 (2)

TABELA Nº 13RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE TEXTURA

Repetição I			Repetição II		
4,85	8,11	7,16	6,82	7,43	5,88
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(4)
7,81	6,33	4,85	4,40	3,78	6,12
(2)	(5)	(1)	(3)	(4)	(1)
4,30	4,95	6,45	2,97	6,18	5,23
(4)	(1)	(5)	(5)	(1)	(3)
6,81	5,66	5,31	6,50	5,27	7,07
(2)	(3)	(4)	(3)	(5)	(2)
6,03	7,47	5,80	4,82	4,93	7,55
(4)	(3)	(5)	(5)	(4)	(2)

TABELA Nº 14RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE APARÊNCIA

Repetição I			Repetição II		
6,46	7,85	5,35	7,70	6,63	5,30
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(4)
6,53	7,21	6,45	4,76	7,02	2,56
(2)	(5)	(1)	(3)	(4)	(1)
5,67	6,58	5,32	5,27	4,02	3,98
(4)	(1)	(5)	(5)	(1)	(3)
6,05	6,21	4,65	7,15	6,93	7,13
(2)	(3)	(4)	(3)	(5)	(2)
3,90	7,85	5,55	6,11	5,57	7,15
(4)	(3)	(5)	(5)	(4)	(2)

TABELA Nº 15

ANÁLISE DE VARIANÇA DE AVALIAÇÃO DE ODOR, SABOR, TEXTURA E APARENCIA

<u>ODOR</u>				
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calc.
Tratamentos	4	1,8976	0,4744	1,334 n.s.
Blocos	1	0,3307	0,3307	0,930 n.s.
Resíduos	24	8,5310	0,3555	
Total	29	10,7590		

(n.s. - não significativo)

<u>SABOR</u>				
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calc.
Tratamentos	4	3,8366	0,9592	2,210 n.s.
Blocos	1	0,1060	0,1060	0,244 n.s.
Resíduos	24	10,4374	0,4349	
Total	29	14,3800		

(n.s. - não significativo)

<u>TEXTURA</u>				
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calc.
Tratamentos	4	22,0905	5,5226	5,9376 d.s.
Blocos	1	1,6054	1,6054	1,7261 n.s.
Resíduos	24	22,3213	0,9301	
Total	29	46,0172		

(n.s. - não significativo)

(d.s. - diferença significativa).

<u>APARENCIA</u>				
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calc.
Tratamentos	4	8,1704	2,0426	1,2429 n.s.
Blocos	1	0,6307	0,6307	0,3878 n.s.
Resíduos	24	39,6393	1,6434	
Total	29	48,4404		

(n.s. - não significativo)

cação azul - secagem natural, e (1); bacalhau importado, ao nível de 5% de significância. A amostra (2), cação azul - secagem natural, diferiu também da amostra (4), cação cambeva - secagem natural e (5), cação cambeva - secagem artificial, ao nível de 1% de significância. As demais amostras não diferiram entre si. A amostra (2), cação azul - secagem natural, alcançou a maior média, seguida da amostra (3), (1) (5) e (4), respectivamente.

Quanto à aparência, também, a análise mostrou não haver diferenças significativas entre as amostras, tendo ainda a amostra (2), cação azul - secagem natural, obtido melhor média, seguida da (5), (3), (1) e (4).

5. CONCLUSÕES

1- A velocidade de secagem das peças de cação salgadas quando se utiliza coletor solar foi aproximadamente duas vezes mais rápida se comparada com a secagem natural;

2- Quando se utilizou coletor solar, complementado com resistência elétrica, em períodos descontínuos, o primeiro foi responsável por aproximadamente 60% da energia calórica proporcionada ao ar para seu aquecimento e em torno de 20% quando a secagem é efetuada em forma contínua;

3- Durante a secagem em períodos sucessivos diurnos de 8 h e 30 min, o coletor solar proporcionou ao ar um aumento de temperatura em torno de 10°C acima da temperatura ambiente e permitiu uma redução da umidade relativa ambiente em torno de 50%;

4- O ar de secagem não foi utilizado na sua plenitude devido à pequena distância que percorre o ar desde a entrada até a saída do secador, indicando a necessidade de secadores especiais para pescado;

5- Para se obter um produto final padronizado com relação à umidade é necessário que as peças salgadas colocadas no secador tenham espessuras semelhantes;

6- A influência do tempo de repouso do pescado salgado foi muito importante, uma vez que permitiu a difusão da água das camadas internas em direção à superfície, diminuindo o tempo efetivo de secagem; e

7- O estudo da avaliação sensorial demonstrou não haver diferença significativa no odor, sabor e aparência entre as espécies de cação utilizadas neste trabalho e o bacalhau importado. Com relação à textura, a análise estatística indicou uma diferença ao nível de 5% de significância entre a amostra de cação azul seco em forma natural com o bacalhau importado e de 1% entre o cação azul seco em forma natural com o cação cambeva seco em forma natural e artificial. Não houve diferenças significativas entre o cação azul secado em forma natural e artificial.

6. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, V. F. et alii. El pescado seco salado como alternativa para el programa de comedores escolares de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro en Tecnologia de Alimentos, 1980.
2. AITKEN, A. et alii. Effects of dryng, salting and high temperature on the nutritive value of dried cod. Fish. News International. 6(9): 42-43, 1967.
3. ANDERSON, L. M. & MENDELSON, M. J. A rapid salt-curing technique: A research note. J. Food Sci., 37: 627-28, 1972.
4. ANDRADE, J. M. Fortalecimento da indústria conserveira nacional. In: SEMINÁRIO SOBRE INDUSTRIALIZAÇÃO DE CONSERVAS DE PESCADO, Campinas, 1980. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. (Não publicado).
5. ARAGÃO, J. A. Informações preliminares sobre a pesca industrial de atuns no nordeste do Brasil. Brasília, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, 1977. (Documentos Ocasionais, 25).
6. BANCO DO BRASIL. Comércio exterior do Brasil: Importação. Rio de Janeiro, 1960-1965; 1975-1979.
7. BEATTY, S. A. Devemos secar nossos peixes? A Ciência e a Indústria da Pesca. Rio Grande, (2): 2-28, mar., 1957.
8. _____. & FOUGÈRE, H. The processing of dried salted fish. J. Fish. Res. Board Can., Ottawa, (112): 1-47, 1975.

9. BERRAQUET, N. J. Peixe salgado e seco: Um processo rápido de salga. B. Inst. Tecnol. Alim., 38: 13-37, jun., 1974.
10. _____. et alii. Um processo rápido de salga e secagem de peixe: I- Aspectos de processamento e aceitabilidade. Col. Inst. Tecnol. Alim., 6: 37-49, 1975
11. BLATCHFORD, S. M. Insect infestation problems with dried fish. Trop. Stor. Prod. Inf., (4): 112-28, 1962.
12. BOTELHO, A. T. Secadouros artificiais de pescado seco salgado. Conservas de Peixe, (277): 47-49, 1969.
13. _____. Generalidades sobre pescado seco e salgado. Conservas de Peixe. 257:17, fev., 1967; 262:19, jan., 1968; 269:15, 1968.
14. _____. & NORT, E. Pescado salgado no Brasil. Rio de Janeiro, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, 1974. (Documentos Técnicos, 6).
15. BRASIL. Leis, decretos, etc. Resolução nº 52, dez., 1977, Ministério da Saúde. Diário Oficial, 01.02. 1978, p. 1778-97.
16. BRASIL. SUDEPE. Estatística da Pesca: Produção 1979. Brasília, 1980.
17. _____. Recursos de incentivos fiscais liberados para o setor pesqueiro. Brasília, 1981. (não publicado).
18. BURGESS, G. H. O. et alii. Fish handling and processing. New York, Chemical Publ., 1967. 379p.
19. CANADA ATLANTIC SALT FISH COMMISSION. Atlantic salt fish commission: Report., Fisheries and Environment, Newfoundland, Oct., 1964.

20. CERVIGON, F. & FISHER, W. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. INFOPECA/FAO, 1979, 372 p.
21. CHAKRABORTY, K. P. Design of comercial dehydration plant and economics of production. Central Institute of Fisheries Technology. Bombay. s. d.
22. COMITÉ DO CODEX SOBRE PESCADO E DERIVADOS, 13. Sessão, Bergen, Noruega, 1979. Relatório. In: B. Inf. DIPES/SIPA, Brasília, 15: 1-14, 1979.
23. CUMMING, A. Semi-Preservación. Valparaíso, Escuela de Pesquerias, Alimentos y Oceanografía, 1977.
24. CUTTING, C. L. The influence of dryng, salting and smoking on the nutritive value of fish. In: CONFERENCE ON FISH IN NUTRITION, Washington, 1961. London, Fishing News, 1962. p. 161-79.
25. DOE, P. E. A mathematical model of the Torry fish dryng. J. Food Technol., 4: 319-38, 1969.
26. _____. et alii. A polythene tent drier for improved sun dryng of fish. Food Technol. in Australia. 29(11): 437-41, nov., 1977.
27. FAO. Código de práctica para el pescado salado. FAO Fish.Circ., (336): 1-35, 1976.
28. _____. Informe al Gobierno de Cuba sobre el desarrollo de la industria de salazón y secado artificial del bacalao. Basado en la labor de A. T. Botelho. Roma, 1970, 44p. (Informe AT, 2786).

29. _____. Yearbook of Fishery Statistics, 10, 1958-59, 250p.; 40, 1975. 417p.; 42, 1976. 233p.
30. _____. Yearbook of Fishery Statistics, 1950-51. 292p.
31. FERREIRA, M. V. et alii. Pesca e aproveitamento econômico dos tubarões no nordeste brasileiro. Recife, SUDENE, s. d. (Estudo de Pesca, 4).
32. FUJIMURA, C. Q. Obtenção de polpa de corvina salgada e seca por um processo rápido e sua complementação com arroz triturado. Tese de Mestrado. Campinas, FEEA/UNICAMP, 1978. 72 p.
33. GETENBACH, G. M. Salted cod and related species. FAO Fish. Study, Washington, 1: 1-196, jul. 1949.
34. GOMES, M. P. Curso de Estatística Experimental. 4 ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 1970. 430 p.
35. INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. Índices econômicos. Conjuntura Econômica, 33(11): 1-128, 1979; 34(10): 1-96, 1980.
36. JAMES, D. G. & OLLEY, J. Spoilage of shark. Australian Fish.; 30(4): 11-13, 1971.
37. KAY, M. Industrialização de cação salgado seco. In: SEMINÁRIO SOBRE SALGA DE PESCADO, Santos, 1979. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1979.
38. KORDYL, E. Some protective measure against insect infestation of dried fish in Africa. In: CONFERENCE ON THE HANDLING, PROCESSING AND MARKETING OF TROPICAL FISH, London, 1976. Proceeding. London, 1976, p. 313-14.

39. KREUZER, R. Sharks: model for a processing plant. Fish. News International, 18(2): 26-27, 1979.
40. _____. & AHMED, R. Shark utilization and marketing. Roma, FAO, 1978.
41. LABUZA, T. P. Effects of dehydration and storage. Food Technol. (1): 20-26, 1973.
42. _____. et alii. Stability of intermediate moisture food. 1. Lipid oxidation. J. Food Sci., 37(1): 154-59, 1972.
43. _____, _____. Stability of intermediate moisture food. 2. Microbiology. J. Food Sci., 37(1): 160-62, 1972.
44. LEITÃO, M. F. Microbiologia do pescado salgado. In: SEMINÁRIO SOBRE SALGA DE PESCADO, Santos, 1979. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1979.
45. LUPÍN; H. M. Principles of salting and drying hake. In: TECHNICAL CONSULTATION ON THE LATIN AMERICAN HAKE INDUSTRY, Montevideo, 1977. Papers. Roma, FAO, 1977. p. 1961-76. (FAO Fish. Rep., 203).
46. _____. Nitrosaminas en el pescado salado. Bol. Cámara Marplatense Ind. Pescado, (89): 1-5, 1975
47. _____. et alii. Tecnologia del pescado. La Indústria Cárnica Latinoamericana, (17): 6-26, 1978.
48. MACHADO, Z. L. & BURGOS, P. F. Pesquisa tecnológica sobre a industrialização de tubarões: Subsídios técnicos para o planejamento de instalações beneficiadoras. Recife, SUDENE, 1978. p. 7-27. (Estudos de Pesca, 7).

49. MENDELSON, M. J. Rapid techniques for salt-curing fish: A review. J. Food Sci., 39(1): 125-27, 1974.
50. MEYER, J. A. et alii. Potencial of solar energy for drying agriculture products. Resource Management and Optimization, 1: 61-76, 1980.
51. MORALES, F. & MACHADO, J. Importação brasileira de pescado, crustáceos, moluscos e outros produtos de origem marinha. Rio de Janeiro, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, 1975 (Documentos Ocasionais, 13).
52. _____. et alii. Avaliação da indústria pesqueira brasileira, capacidade, produção e mercado. Brasília, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, 1976. (Documentos Técnicos, 20).
53. MUNRO, I. C. & MORRISON, A. B. Effects of salting and smoking on protein quality of cod. J. Fish. Res. Board. Can., 22 (1): 13-16, 1965.
54. NEIVA, G. S. & MOURA, S. C. Sumário sobre a exploração de recursos marinhos do litoral brasileiro: Situação atual e perspectivas. Brasília, Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, 1977. (Documentos Ocasionais, 27).
55. O BACALHAU e a pesca brasileira. Revista Nacional da Pesca, 16(145): 18-19, mai., 1975.
56. OGAWA, M. et alii. Sobre a industrialização de cações no nordeste brasileiro. III - Aproveitamento do óleo vitaminado do fígado. Arq. Ci. Mar., 13(2): 105-07, 1973.

66. TANIKAWA, E. Marine Products in Japan. Tokyo, Hokkaido University, 1965. 611 p.
67. TORRANO, A. D. & MENEZES, H. C. Caracterização do cação como matéria-prima para processamento. Col. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 8: 199-215, 1977.
68. _____. & OKADA, M. Processamento do cação salgado e seco. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 54: 153-66, nov./dez., 1977.
69. VYNCHÉ, W. Determination of the ammonia content of fish as an objective quality assessment method. S.n.t. p. 1033-46.
70. WATERMAN, J. J. The cod, Aberdeen, Torry Research Station, 1968. 19 p. (Torry Advisory Note, 33).
71. _____. La producción de pescado seco. Roma, FAO, 1978. 52 p. (Documentos Técnicos, 160).
72. WOYTOWICZ, B. M. et alii. A technique for salting lean minced fish. Halifax, Fisheries & Marine Service, 1977. (Tech. Report, 731).
73. ZUGARRAMURDI, A. & LUPÍN, H. M. Modelo general para el salado de pescado. Proceso, (85): 17-25, dez., 1978.