

varecer

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por José Duvan Henao Cuellar aprovada pela Comissão julgadora em 16 de setembro de 1988.

Campinas, 16 de setembro de 1988

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Prof. Dr. José Luiz V. da
Presidente da Banca

SALGA, PRENSAGEM E SECAGEM

DA TILÁPIA DO NILO

(Sarotherodon niloticus)

José Duvan Henao Cuellar

Engenheiro Agrícola

Orientador: Prof. Dr. José Luis Vasconcellos Rocha

Coorientador: Prof. Dr. Emílio Contreras Guzmán

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção de título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Campinas

- Setembro de 1988 -

Agradecimentos

A todos os que de alguma maneira fizeram possível a realização deste trabalho e especialmente aos meus filhos por sua paciência e compreensão.

À Universidade Surcolombiana pela possibilidade a mim concedida.

Aos administradores, professores e funcionários da Faculdade de Engenharia Agrícola.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos pela colaboração nas análises químicas, testes microbiológicos e sensoriais.

À Companhia Energética de São Paulo (CESP) pela doação das Tilápias do Nilo.

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1. Antecedentes históricos	1
2. Objetivos	5
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
1. Matéria prima	7
1.1. Tilápia do Nilo	7
1.2. Sal	9
2. Salga	12
3. Prensagem	17
4. Secagem	22
4.1. Introdução	22
4.2. Conceitos básicos	22
4.2.1. Fenômenos de sorção Aspectos gerais	23
4.2.2. Fenômenos de sorção aspectos específicos.....	30
4.2.3. Curvas típicas de secagem	32
4.3. Previsão das cinéticas da secagem	36
4.3.1. Período de secagem a velocidade constante.....	37
4.3.2. Período de secagem a velocidade	

decrecente	39
4.3.2.1. Mecanismos de transporte de umidade.....	40
4.3.2.2. Teorias de migração de umidade	
em sólidos	41
4.3.2.3. Determinação de equações de	
secagem	46
4.3.2.4. Equações específicas	53
4.4. Secagem - Revisão específica	60
5. Armazenagem	70
5.1. Aspectos microbiológicos	70
5.2. Aspectos sensoriais	76
6. Resumo	
CAPÍTULO III - MATERIAL E MÉTODOS	81
1. Material	81
1.1. Matéria prima	81
1.2. Equipamentos e material em geral	81
2. Métodos	83
2.1. Preparo da matéria prima	83
2.2. Processo de salga	84
2.2.1. Amostras e medições	84
2.3. Prensagem	85
2.3.1. Determinação das pressões de trabalho	85

2.3.2. Determinação do tempo de prensagem	86
2.4. Secagem	86
2.4.1. Descrição do sistema de secagem	86
2.4.2. Controle na operação de secagem	88
2.4.3. Posicionamento dos filés na câmara de secagem	90
2.4.4. Tratamento dos dados	90
2.5. Armazenagem	90
2.5.1. Análise química	91
2.5.2. Exames microbiológicos	91
2.5.3. Testes sensoriais	92
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
1. Caracterização da matéria prima	98
1.1. Rendimentos	98
1.2. Análises químicas	99
1.3. Análises microbiológicas	99
1.4. Análise sensorial	100
2. Comportamento na salga	101
2.1. Salga leve (fraca)	101
2.1.1. Análise química do produto	101
2.1.2. Análise química da salmoura	102
2.1.3. Comportamento da proteína	103
2.1.4. Curvas de penetração de sal	104
2.1.5. Correlação com leituras do refratômetro	107

2.1.6. Discussão de resultados	109
2.2. Salga forte	113
2.2.1. Análise química do produto	113
2.2.2. Análise química da salmoura	114
2.2.3. Comportamento da proteína	115
2.2.4. Curvas de penetração de sal	116
2.2.5. Correlação com leituras do refratômetro	117
2.2.6. Discussão de resultados	119
2.2.7. Resumo - discussão da salga	121
3. Comportamento na prensagem	123
3.1. Prensagem do produto de salga leve	124
3.2. Prensagem do produto de salga forte	126
3.3. Prensagem do produto de salga saturada	127
4. Secagem	130
4.1. Identificação das corridas	130
4.2. Apresentação de resultados	132
4.3. Discussão de resultados	139
5. Armazenagem	141
5.1. Condições ambientais	141
5.2. Análises microbiológicas	142
5.3. Testes sensoriais	143
5.3.1. Primeiro teste de produto tratado	143
5.3.2. Segundo teste de produto tratado	144
6. Condições gerais do processo integral	148
V - CONCLUSÕES	149

VI - BIBLIOGRAFIA 152

VII - APÊNDICE 172

ÍNDICE DE TABELAS

No.	Nome	Página
1.	Composição química centesimal da Tilápia do Nilo	8
2.	Formulário de testes sensoriais	93
3.	Análises microbiológicas - Tilápia "in natura"	100
4.	Composição química centesimal do produto	
	Salga leve	101
5.	Composição química - Salmoura leve	102
6.	Variação de proteína - Salga leve	104
7.	Composição química centesimal do produto	
	Salga forte	113
8.	Composição química - Salmoura forte	114
9.	Variação de proteína - Salga forte	115
10.	Composição química - prensagem salga leve	124
11.	Composição química estimada - prensagem	
	salga leve	125
12.	Composição química - prensagem salga forte	127
13.	Composição química estimada - prensagem	
	salga forte	127
14.	Composição química - prensagem salga saturada	128
15.	Composição química estimada - prensagem	
	salga saturada	128
16.	Dados do processo iterativo	137
17.	Resumo estatístico	137
18.	Dados sobre difusividade	138

19.	Unidades para tempo t	139
20.	Condições ambientais	141
21.	Resultados das análises microbiológicas	142
22.	Resultados da avaliação de aparência	144
23.	Resultados da avaliação de odor	144
24.	Resultados da avaliação de sabor	144
25.	Resultados da avaliação de textura	145
26.	Análise da variância na avaliação de odor, sabor, textura e aparência - 1o. teste de produto tratado	145
27.	Análise da variância - Avaliação de odor, sabor, textura e aparência - 2o. teste de produto tratado	146
28.	Resultados de análises químicas - salga	173
29.	Resultados de análises químicas - prensagem	174
30.	Resultados de análises químicas - secagem	175
31.	Dados de secagem - Levantamento experimental	176

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Nome	Página
1.	Isoterma geral de sorção para produto alimentício	24
2.	Curvas de secagem típicas	33
3.	Teorias da secagem	43
4.	Sistema de secagem	87
5.	Composição química do produto - Salga leve	102
6.	Composição química - Salmoura leve	103
7.	Comportamento da proteína - Salga leve	105
8.	Curvas de penetração de sal - Salga leve	106
9.	Correlação cloretos - refratômetro (Salga leve)	108
10.	Composição química do produto - Salga forte	114
11.	Composição química - Salmoura forte	115
12.	Variação de proteína - Salga forte	116
13.	Curvas de penetração de sal - Salga forte	117
14.	Correlação Cloretos-refratômetro (Salga forte).....	118
15.	Conteúdo de umidade versus tempo	133
16.	Log. de conteúdo de umidade versus tempo	134
17.	Conteúdo de umidade estimado versus tempo	135
18.	Valores residuais versus tempo	136

RESUMO

No Brasil, existem programas para incentivar a produção de peixes de água doce, utilizando-se principalmente a Tilápia do Nilo (Sarotherodon niloticus), concomitante com o Programa Nacional de Irrigação.

A conservação dos pescados (30%) é processada através do uso de sal, e portanto qualquer esforço dirigido para otimizar o processo merece atenção especial.

O objetivo geral deste trabalho foi tentar o aprimoramento do processo de conservação da Tilápia do Nilo mediante salga, prensagem e secagem.

A salga foi realizada sob duas concentrações de salmoura que corresponderam a 12 e 17% de NaCl na fase aquosa do músculo. Analisaram-se as curvas de penetração de sal e as alterações na composição química do produto e da salmoura e testou-se o emprego do refratômetro manual no acompanhamento do processo.

A prensagem foi realizada individualmente e com a duração de 40 segundos em filés com 12, 17 e 21 % de NaCl na fase aquosa do músculo e níveis de pressão de 2,9 a 20 kgf/cm², dependendo do tratamento. Mudanças na composição química de cada filé foram registradas.

As condições de secagem foram as seguintes: velocidade do ar: 0,4 +- 0,01 m/s; temperatura: 39 +- 1 °C; umidade relativa: 43 +- 3% e amostras representativas dos diferentes lotes foram secadas até atingir a umidade de equilíbrio.

Produto com 32% de umidade foi armazenado em embalagens plásticas sob condições ambientais, sendo acompanhado com testes microbiológicos e sensoriais.

Dentro das conclusões citam-se:

- Durante o processo de salga a proteína depositada na salmoura cresce linearmente com o tempo, sendo que a velocidade de acúmulo é 23,6% mais rápida em salga ao 12% do ao 17%.
- O refratômetro manual apresenta-se como instrumento apropriado para acompanhar o processo de salga úmida.
- Na prensagem de filé salgado, independente do nível de pressão exercida, a porcentagem de NaCl na fase aquosa do músculo atingiu um valor praticamente estável para cada tipo de salga e não se apresentou perda de proteína, sendo a remoção mais importante a de lipídeos.
- A cinética total de secagem foi previsível através da equação (Série de Fourier) proposta por Lewis-Sherwood utilizando os dois primeiros termos da série. Porém a análise de resíduos estatísticos sugere o aprimoramento deste tratamento para conteúdos de umidade superiores a 40% na base seca.
- Os filés com pele apresentam maior taxa de secagem e conteúdo de umidade de equilíbrio do que os filés sem pele.
- A avaliação sensorial demonstrou não haver diferenças significativas entre os diferentes tratamentos de salga e prensagem e o produto apresentou boa qualidade

microbiológica e sensorial durante os 153 dias de
armazenagem.

ABSTRACT

In Brazil 30 percent of the total fish production are salt preservad, and there are programs to promote fresh water fish production concomitant with the Irrigation National Program. The Tilapia do Nilo (Sarotheradon niloticus) had showed good developing results in adverse conditions. Any effort to optimize the fish preservation process is of very high importance.

The main objective of this study was to improve the Tilapia do Nilo preservation process using salting, pressing and drying.

The salting was done under two brine concetration in order to obtain 12 and 17% of NaCl in the aqueous phase of the muscle. Salt penetration curves and the chemical composition changes of each product and brine were analyzed. Hand refractometer was utilized to monitoring the process.

The pressing was realized in fillets with 12, 17 e 21% of NaCl in the aqueous phase of the muscle and pressure levels of 2,9 and 20,0 Kgf/cm², depending upon the product, during 40 seconds for each fillet. The chemical compositions changes were recorded.

The drying conditions were : air velocity $0,4 \pm 0,01$ m/s, temperature $39 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity $43 \pm 3\%$. For each fillet group was selected representative samples in order to be dried to equilibrium moisture content.

The dried product plastic wrapped, was stored under ambiental conditions and monitored by microbiological and sensorial test.

The main conclusions were :

- During the salting process the protein deposited in the brine increased linearly with time, being the accumulation velocity 23,6% faster at 12% than at 17% of salt concentrations.

- The hand refractometer showed to be appropriated for monitoring the salting process.

- In the pressing of salting fish, independent of the pressure level, the NaCl percentage in the muscle aqueous phase had a "steady" value for each salting group. Also, the protein loss was not significant and the lipide removal was the most important.

- The drying was predicted by the Lewis-Sherwood equation (Fourier series) using the series first two terms. The residual statistical analysis suggested the need of improvement for treatment with moisture content levels higher than 40% (dry basis).

Skinned fishes had higher drying rate and equilibrium moisture content than the fishes without skin.

The sensorial analysis showed no significative differences between the salting and pressing treatments. The product had good microbiological and sensorial qualities after 153 days of storage.

I. INTRODUÇÃO

1. Antecedentes históricos

Tendo como referência a necessidade de melhorar o estado nutricional de uma alta porcentagem da população de baixa renda, o Brasil (principalmente no Estado de São Paulo) tem implantado programas visando incentivar a produção de alimentos de alto teor proteico ao menor custo possível. Dentro destes alimentos destaca-se a produção de espécies exóticas de peixes de água parada (MĂMAR & CYRINO, 1986), cuja pesquisa básica vem sendo desenvolvida por diversos órgãos de caráter público e privado (CEPTA em Pirassununga, Instituto de Pesca, CESP e CPFL em São Paulo, CATI em Campinas, entre outras, e por diversas Universidades), com a finalidade de fornecer matéria prima (alevinos) nas melhores condições para os piscicultores. Concomitante com esta política está o desenvolvimento do Programa Nacional de Irrigação - PRONI (1987) que inclui dentro de seus objetivos a construção de reservatórios cuja principal finalidade será a irrigação mas ter-se-ia também um potencial de utilização para a criação de Tilápia do Nilo, espécie que tem apresentado bons resultados de desenvolvimento em condições relativamente adversas (MĂMAR & CYRINO, 1986 e MARONI, 1986) constituindo o programa um importante suporte logístico para alcançar as metas antes mencionadas.

A recente utilização do couro da tilápia, convertendo-se, em produto de exportação, segundo COURO DE PEIXE (1986), "servindo para confeccionar cintos, pulseiras de relógios, fazer aderêços para vestidos, bolsas, sapatos" que tem como primeiro passo a salga do produto para preservação e posterior remoção da pele, com a subsequente diminuição do interesse comercial pelo músculo, leva a considerar a necessidade de otimizar estas operações para que além de facilitar a remoção da pele obtenha-se um melhor aproveitamento do músculo do peixe.

De acordo com VIEIRA & SILVA (1986), "estima-se que no Brasil 30% do total da produção de peixes são conservados pelo sal."

Por isso qualquer esforço encaminhado a otimizar o processo de salga, preservando a qualidade do peixe salgado, possui importância indiscutível. Com tal propósito testou-se a utilização do refratrômetro manual de leitura direta e instantânea, a ser usado na salmoura, visando correlacionar as porcentagens do sal na salmoura e no músculo, diminuindo as trabalhosas e custosas análises químicas no acompanhamento do processo de salga.

Por outro lado, levando em consideração os testes preliminares realizados pelo autor, com tilápia do Nilo salgada à saturação, tiveram sucesso na utilização da prensagem do filé salgado, facilitando enormemente a posterior remoção da pele e obtendo-se melhor aproveitamento do músculo, e que diversos autores, entre eles: VAN KLAVEREN

& LEGENDRE (1965), PETERS (1968), BERRAQUET et alii (1975), TORRAND & OKADA (1977), SANTOS (1978), MALVINO (1981), MAGNUSSEN et alii (1985), HEINIS et alii (1985) e ZAPATA et alii (1986) tinham evidenciado uma maior velocidade de secagem em produto salgado e prensado sem apresentar uma razão suficientemente esclarecedora sobre o nível de pressão escolhido e sua relação com a velocidade de secagem e possíveis mudanças no seu comportamento durante a armazenagem, principalmente quanto às propriedades sensoriais e estabilidade microbiológica. O aprimoramento destas operações e seus efeitos concomitantes na qualidade do produto converteu-se no objetivo fundamental da pesquisa.

Procurou-se o uso de tecnologia simples, de baixo custo, que viabilize sua posterior transferência para o pequeno produtor.

A pesquisa envolveu as seguintes etapas:

- Pesquisa exploratória que abrangeu, em pequena escala, todos os processos e determinações da futura pesquisa, incluindo armazenagem da tilápia salgada-prensada e seca durante 7 (sete) meses. Este trabalho contribuiu enormemente no aprimoramento do plano de pesquisa possibilitando o estabelecimento e ajuste dos parâmetros que intervêm nos diversos processos assim como a previsão de possíveis dificuldades operacionais partindo da captura e acondicionamento da matéria prima.

- Construção da câmara de secagem e teste geral dos equipamentos.

- Realização do presente trabalho descrito nos seguintes capítulos:

Capítulo I: Pretendeu-se relevar a importância da pesquisa e concretizar os objetivos da mesma.

Capítulo II: Apresenta-se uma revisão não só dos aspectos pertinentes a peixes e particularmente a tilápia do Nilo, senão dos fundamentos teóricos, em especial da secagem, que constituem um marco referencial teórico concreto para a definição da metodologia da pesquisa e tratamento matemático dos dados, assim como o suporte necessário para a discussão dos resultados e obtenção de conclusões.

Capítulo III: Partindo da caracterização da matéria-prima, apresenta-se descrição detalhada da maneira como foi conduzida a pesquisa e da definição na medição e avaliação dos parâmetros pertinentes.

Capítulo IV: Apresenta-se os resultados obtidos e a discussão dos mesmos, com base nos fundamentos teóricos apresentados na revisão bibliográfica e nos trabalhos desenvolvidos na área.

Capítulo V: Apresenta-se as conclusões do presente trabalho.

Apêndice: Incorpora ao presente estudo outros resultados obtidos que suportam as conclusões, mas que não são indispensáveis para a compreensão do trabalho.

2. Objetivos

Objetivo Geral:

Aprimoramento do processo de conservação da Tilápia do Nilo, mediante salga, prensagem e secagem visando o aproveitamento do músculo em forma de filé e da pele para posteriores usos, nas condições ambientais de Campinas, SP.

Objetivos Específicos:

- 1) Elaborar as curvas de penetração do sal em operação de salga úmida sob duas concentrações do sal na salmoura.
- 2) Analisar a variação na composição centesimal do produto, durante os processos de salga, prensagem e secagem no que se refere ao valor nutritivo.
- 3) Testar a confiabilidade do refratômetro manual como instrumento para acompanhar o processo de salga úmida, mediante a correlação das porcentagens de sal no produto e na salmoura.
- 4) Prensar uniaxialmente o produto sob três diferentes níveis de pressão, analisando as variações na composição centesimal para três concentrações de sal no produto.
- 5) Secar a baixa temperatura e mediante convecção forçada o produto resultante da prensagem com e sem desprendimento da pele, incluindo filé proveniente da salga fraca, não prensado e sem pele, visando caracterizar a cinemática da secagem.
- 6) Armazenar o produto em embalagens plásticas sob condições ambientais durante cinco meses e realizar de

maneira concomitante exames microbiológicos e testes sensoriais visando caracterizar a qualidade comercial do produto durante este período.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Matéria-prima

1.1. Tilápia Nilótica

A tilápia nilótica, segundo GRADVOHL (1986), é uma espécie de peixe de água doce que se caracteriza pela desova parcelada. Em climas tropicais alcança a primeira maturação sexual entre o quinto e o sexto mês de vida. Chega a realizar em torno de 4 desovas por ano, dependendo das condições climáticas. Nos grandes lagos, quando adultas, atingem pesos que variam de 2 a 4 kg. Os machos são de desenvolvimento mais rápido do que as fêmeas.

Esta espécie apresenta vantagens por ser bastante resistente ao manuseio e às variações climáticas; reproduz-se com facilidade e em abundância; possui carne de paladar agradável, boa qualidade e de fácil criação, tendo desenvolvimento rápido a partir de alimentação balanceada. Quanto ao seu regime alimentar em condições naturais esta espécie é considerada planctófaga. A rapidez de reprodução pode provocar o surgimento de indesejável superpopulação de indivíduos pequenos, problema que pode ser amenizado com: criação de tilápia associada a predadores, criação do monosexo macho ou a criação intensiva de híbrido *sarotherodon* macho.

Quanto à composição química, NOMURA (1976) reporta o seguinte: para 100 gramas de filé encontra-se 20 g de proteínas, 23 mg de cálcio, 285 mg de fósforo, 12 mg de ferro e 2 a 4 g de gordura, contendo 100 calorias.

ZAPATA et alii (1986), trabalhando com tilápia do Nilo na salga rápida (a parte muscular triturada e misturada com sal e moldada por prensagem posteriormente), reportam a composição centesimal apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química centesimal da tilápia do Nilo.

Produto	Composição química (%)				
	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas	Sal(NaCl)
integral	75,71	16,03	3,72	4,11	--
triturado	81,32	16,15	0,19	1,02	--
salg./prens.	55,51	21,15	0,99	22,96	20,51
sec. ao sol	46,71	24,80	1,37	27,15	23,00
sec. em estufa	44,52	26,15	1,67	27,83	24,73

Fonte: ZAPATA et alii (1986)

"O rendimento do processo foi de aproximadamente 18 g de polpa de peixe salgado seca para cada 100 g de peixe, sendo que a fração proteica manteve-se quase inalterada, com perdas inferiores a 4%. Durante a estocagem de 90 dias o produto mostrou estabilidade na sua composição centesimal"

NETO (1984) reporta para o híbrido de tilápia, com pesos entre 100 e 200 g a seguinte composição química

centesimal: umidade de 76,3 a 78,7%, proteína de 18,3 a 18,9%, lipídeos de 2,1 a 2,4% e cinzas de 1,04 a 1,10%.

SUZUKI (1981) dentro dos novos materiais usados na fabricação de Kamaboco (bolinho de peixe), a tilápia tem se comportado como excelente material, representando 25% do produto terminado. Sua composição de aminoácidos reportada é bem semelhante à do bacalhau.

TORRANO & OKADA (1977) para cação azul (Prionace glauca) encontraram que o produto eviscerado e descabeçado representava 65,7% em peso do produto "in natura".

VIEIRA & SILVA (1986) para cangulo (Ralistes vetula) encontraram, com relação ao peso total do peixe "in natura", a seguinte representação média: couro 8,7%, cabeça 27,9%, vísceras 8,5%, barbatanas 8,2%, resto 9,2%. Sendo que o peixe beneficiado representou 37,4% do total em peso, após a salga esta porcentagem decresceu para 32,1% e após a secagem para 23,0% do peso total do peixe "in natura".

1.2. Sal

Segundo ZAITSEV et alii (1969a) a composição para o sal de primeira qualidade é a seguinte: cloreto de sódio - 97,5% no mínimo; impurezas de cálcio - máximo de 0,6%; magnésio - máximo de 0,1%; resíduos não dissolvidos - máximo de 0,5%. Quanto à granulometria o mais usado é o no. 2 onde no mínimo 90% dos cristais deverão passar por peneira de 2,5 mm; para

peixe grande usa-se o no. 3 onde no mínimo 85% dos cristais deverão passar por peneira de 4,5 mm.

Quanto à higroscopicidade o cloreto de sódio puro absorve umidade do ar se a umidade relativa é maior que 76%, mas o sal natural contém impurezas altamente higroscópicas, tais como cloreto e sulfatos de cálcio e magnésio que frequentemente absorvem vapor de água a mais baixas umidades.

CONNELL (1975) comenta que os cristais do sal devem ser razoavelmente pequenos para facilitar o contato com a superfície do peixe e sua rápida dissolução, mas não tão finos que impeçam a drenagem do suco expelido. Quanto à composição do sal, este não deve conter traços representativos de ferro e cobre, pois aumenta desagradavelmente a coloração amarelada ou marrom em produtos de pescado branco. Conteúdos de aproximadamente 0,5% de cálcio mais magnésio (como sulfatos) promovem desejável brancura e rigidez, enquanto altas concentrações são indesejáveis porque causam excessivo amargor e fragilidade. Peixe branco tratado com cloreto de sódio puro tende a ser flexível e de cor âmbar.

FAO (1976) citado por MALVINO (1981) concorda que o sal usado na salga de pescado não deve ser de granulometria muito pequena, pois poderá dissolver-se rapidamente no líquido muscular causando rápida retirada de umidade da superfície, coagulando as proteínas e dificultando a penetração do sal no interior da carne. Por outro lado

BOTELLO (1968) e SHEWANN (1951), também citados por Malvino recomendam que o sal deve ser puro para provocar no produto coloração ligeiramente amarelada de consistência branda. A presença de sais de cálcio e magnésio no pescado origina superfície rugosa e dura. Compostos de ferro e cobre proporcionam ao pescado uma tonalidade castanha. Conteúdo de cloreto de cálcio de aproximadamente 2% torna o produto quebradico.

LEITÃO (1979) destaca que o sal de origem marinha apresenta problemas microbiológicos em maior escala que o sal extraído de jazidas, sugerindo recomendações para esterilização em fornos rotativos, em função do tempo e temperatura.

SRYPATHY (1983) alerta sobre a necessidade de se usar sal puro com baixos teores de cálcio e magnésio, livre de bactérias halofílicas, como sendo um dos principais problemas no processamento de pescado na região sul do litoral pacífico asiático.

Por outro lado, VIEIRA & SILVA (1986) ressaltam a importância de tratar o sal do ponto de vista microbiológico, mas também evidenciam a sua inviabilidade econômica.

CONTRERAS (1987) relata que o cálcio e magnésio dificultam a penetração do sal porque reagem com as proteínas musculares formando ligações intra e extramusculares que são praticamente insolúveis (fazendo o efeito de barreira). Esse tipo de impedimento também ocorre

quando a salga é processada com muito sal fino, que produz insolubilização imediata das camadas de tecidos superficiais. Por isso é mais adequado usar misturas de sal com diferentes granulometrias de modo a regular a dissolução produzindo um gradiente de concentração.

2. Salga

Estima-se que no Brasil 30% do total da produção de peixes são conservados pelo sal (VIEIRA & SILVA, 1986).

Segundo ZAITSEV et alii (1969b) a salga é basicamente a combinação de operações destinadas a preservar o peixe em sal comum, começando pelo trabalho de lavagem e visceração, finalizando com a embalagem de pescado salgado em "containers". A salga também pode ser tomada como a combinação de processos físico-químicos pelos quais o sal penetra no pescado e a umidade é removida dos tecidos produzindo mudança de peso. O tempo de salga é o período durante o qual o peixe é guardado em contato com o sal ou a salmoura.

O sal exerce ação bacteriostática e bactericida somente quando o peixe é tratado com salga forte. À concentração próxima da saturação este suportaria armazenagem prolongada à temperatura de 10 C. Se os produtos ligeiramente salgados precisam ser conservados por longo tempo o sal pode ser reforçado por preservativos fortes - produtos químicos de

diversas classes. Muitos preservativos químicos poderosos são usados na Europa Ocidental, porém são nocivos ao homem.

O sucesso da preservação depende em grande parte do tempo necessário para a concentração de sal interior atingir seu nível mínimo, o que interrompe as autólices e o crescimento da microflora. Este tempo é condicionado por dois fatores: a) a taxa na qual o sal é dissolvido formando salmoura e b) a taxa na qual ela penetra no peixe e a água é extraída.

VOSKRESENSKI (1965) apresenta ampla explicação do processo de salga nos diferentes estágios, tendo como referência a evolução do conteúdo de sal no músculo e na salmoura através do tempo.

DEL VALLE & NICKERSON (1967a) trabalhando com peixe espada (Xiphias gladius) encontraram que:

- A concentração de sal na salmoura é proporcional ao conteúdo de sal no músculo.

- O coeficiente de distribuição de sal no músculo, baseado no volume, cresce no início passando por um pico e logo decrescendo com o incremento da concentração de sal na salmoura, sendo melhor a baixas temperaturas.

- A concentração de sal na água do tecido foi igual à concentração de sal na salmoura.

- O volume por unidade de peso dos sólidos não salinos varia linearmente com seu conteúdo de umidade para a faixa de temperaturas estudadas (5 a 37 °C).

- O tempo de equilíbrio do processo de salga foi praticamente igual para temperaturas de 5 a 25 °C.

Posteriormente DEL VALLE & NICKERSON (1967b, 1968) estudando a dinâmica do processo de salga, analisaram desde o ponto de vista de difusão e condução eletroquímica a migração de íons de sódio e cloro para o interior do músculo de peixe e deduziram por analogia com a lei de Fick uma fórmula para calcular o coeficiente de difusão de sal em músculo de peixe. Este coeficiente decresce inicialmente com a concentração de sal, tanto no músculo como na salmoura, passa por um mínimo e posteriormente cresce com a concentração. Por outro lado o coeficiente aumenta com o incremento de temperatura.

BURGESS (1971), citado por BERRAQUET et alii (1977) comenta que: "É fato sabido que a taxa de penetração de sal nos músculos do peixe depende fundamentalmente e, em relação inversa, ao seu tamanho e teor de matéria graxa". BERRAQUET et alii (1977) concluíram que a taxa de penetração de sal para cada tratamento foi inversamente proporcional ao comprimento das sardinhas.

CONTRERAS (1987) descreve quatro tipos de processos comerciais de salga: em salmoura, seca, mista e rápida.

Na salga em salmoura os peixes são introduzidos em salmoura cuja concentração varia desde 17% para salga em salmoura fraca até 26,4% para salga em salmoura forte.

A salga seca é realizada formando pilha de camadas intercaladas de sal e pescado permitindo o escoamento da salmoura, ou então em depósitos providos de drenagem.

Na salga mista o processo inicial corresponde à salga seca e logo em salmoura saturada, considera-se salga seca sem drenagem.

Na salga rápida o peixe é triturado e submetido a salga seca durante aproximadamente 2 horas; posteriormente o produto é prensado.

Interpretando o fenômeno da salga, CONTRERAS (1987) relata: "Quando os tecidos animais são mergulhados em soluções de NaCl, os íons se fixam nas regiões das moléculas proteicas que contém cargas elétricas. Nas proteínas os principais contribuintes são os grupos - NH₂ da lisina, - COOH do ácido glutâmico e do ácido aspártico. Evidentemente outros grupos polares, mesmo que não estejam ionizados também contribuem (-CO-NH-, SH- etc)

O ion Cl⁻ tem muito mais influência que o íon Na⁺ devido ao maior volume atômico e tendência a formar complexos com grupos amino. A camada de ions Cl⁻ organiza a água ao seu redor, mantendo-a ligada por atrações electrostáticas. Numa salga em salmoura muito diluída, por exemplo 7%, as proteínas terão grupos amino suficiente para ligar todo os ions Cl⁻ os quais por sua vez atrairão e fixarão água. Portanto será impossível desidratar pescado com salmoura diluída, pelo contrário o peixe ficará com mais

água ainda, o que se manifesta pelo aumento de peso e do volume das peças.

Em salmoura mais forte, por exemplo 20%, as proteínas não terão capacidade de ligar todos os ions Cl^- , os quais ficam em solução e competem pela água do sistema já que eles existem em forma hidratada. Grande excesso de ions Cl^- em solução termina desidratando a proteína produzindo a quebra do estado de gel para fibroso. Este fenômeno ocorre quando a concentração de NaCl na salmoura externa está entre 15 e 17% e na interna entre 9-10%. Por isso os processos usados na indústria empregam salmouras acima de 15%. De um modo geral o processo de salga não produz perda de proteínas, senão dos compostos nitrogenados não proteicos que podem ser quase que completamente lavados se o volume de salmoura for suficientemente grande ou se a salmoura for renovada durante o processo.

BOERI et alii (1982), trabalhando com merluza (Merluccius hubbsi) encontraram que na salga seca ocorre mais rapidamente a rancificação do que na salga úmida. Já Lupin (1977), citado por MALVINO (1981), tinha sugerido o método de salga via úmida devido principalmente aos seguintes pontos:

- Diminuição dos problemas de oxidação, pois a salmoura constitui uma barreira física à difusão de oxigênio.
- Possibilita a introdução ou uso de aditivos.
- O produto salgado é mais homogêneo.
- Ocorre menos deformação mecânica no pescado.

QUEIROZ (1977) recomenda o uso do antioxidante BHA (Butilato de hidroxianisol) aplicado em combinação com ácido cítrico e ascórbico a uma razão de 0,25 g de cada composto por 100 ml de salmoura saturada.

BERRAQUET & ESCUDERO (1983) trabalhando com cavalinha (Scomber japonicus) concluem que a influência da temperatura na taxa de penetração de sal do ponto de vista tecnológico é desprezível.

LEITÃO et alii (1983) trabalhando com salga úmida de sardinhas (Sardinella brasiliensis), encontraram que a localização das sardinhas no tanque (superfície ou fundo) não pareceu influir de maneira notável no processo de salga.

BLIGH & DUCLOS-RENDEL (1986) encontraram para bacalhau que a adição de 13% de sal apresenta vantagens sobre a adição de 25% de sal, no processo de salga, representadas na melhor textura (fibro-gelatinosa), maior estabilidade na forma depois de secado e cozido e melhor rehidratação implicando em melhoramento das propriedades funcionais das proteínas.

3. Prensagem

De acordo com SCHWARTZBERG et alii (1985), uma operação amplamente aplicada no processamento de alimentos e de papel e no tratamento de resíduos é a "expressão", ou seja a expulsão de água, sucos, óleos vegetais e outros fluidos que os materiais sólidos contenham.

MILLER et alii (1984) definiu a "expressão" como: a separação por compressão do líquido num sistema de duas fases, sólido-líquido, sob condições que permitam que o líquido escape do sólido que o retém entre as superfícies de compressão. Relata também Miller que a remoção mecânica de água é usualmente mais barata que qualquer tratamento térmico, portanto a expressão é quase universalmente empregada numa etapa de remoção de água. Pressões hidráulicas para bateladas, que têm sido empregadas quase sem mudanças fundamentais durante séculos, vêm sendo gradualmente abandonadas. Elas permanecem em uso extensivo em pequenos e tradicionais aplicações, por sua simplicidade e relativo baixo custo de instalação, assim como por sua familiaridade. Para operações contínuas o mais recente desenvolvimento é aplicação de pressão mediante máquina de correias que pode combinar operações de filtração e expressão.

BRENNAN et alii (1969) considera três métodos de expressão de líquido da matriz sólido-líquido: pressão hidráulica, pressão por rolamento, pressão por parafusos. Em geral a pressão hidráulica é usada para operações de bateladas e os rolamentos e parafusos em processos contínuos. A eficiência do processo de expressão depende de fatores como campo de tensão da fase sólida (resistência à deformação); porosidade da torta formada; viscosidade do líquido expulso e força de expressão aplicada.

A taxa de fluxo de líquido através dos interstícios da torta dependerá da espessura desta e porosidade desta, quantidades que podem variar de acordo com o nível de compressão aplicada. Para extração de líquido de polpa de vegetais usa-se pressões de 2 a 4 ton/pol².

SCHWARTZBERG et alii (1985) comentam que a expressão de fluidos a partir de sólidos celulares conforma-se mediante três fatores: a força de compressão, o atrito entre as paredes e a queda de pressão de fluxo. Os parâmetros da torta necessários para a predição destes fatores sob diferentes condições de compressão podem ser determinados mediante provas realizadas em células de expressão utilizadas em combinação com um "tester" de compressão INSTRON.

Schwartzberg em testes realizados com grânulos de café, para pressão na superfície de pistão de 1048 KPa e velocidade de êmbolo de 20 cm/min o tempo de compressão máximo foi de 18 seg para obter uma relação de compressão entre 0,45 e 0,50 (espessura final/espessura inicial).

Quanto a prensagem de peixe:

PETERS (1968), trabalhando com bacalhau salgado exercia uma pressão de 1 a 1,5 lb/pol² durante aproximadamente 30 min, para blocos cujas medidas foram de 20" X 10" X 2" como sendo a maneira costumeira dos pescadores e comerciantes de pescado de Valley field /Newfoundland/ Canadá.

CHUPAKHIN & DORMENCO (s.d.) apresentam um método de operação de prensagem para filés empilhados onde a força de

prensagem foi de 1 a 7 ton, correspondendo a pressões de 1,04 a 7,3 kgf/cm² para os pratos utilizados.

BERRAQUET et alii (1975) trabalhando com cação (Carcharias platensis) submetido a salga rápida, em blocos de 12 kg e formas de 34 X 27 cm, utilizou prensa hidráulica à pressão de 8,7 kgf/cm² durante 1 (um) minuto, retirando uma quantidade de água equivalente à retirada durante a secagem, concluindo também que a quantidade de proteínas que sai no líquido da prensagem é desprezível e da ordem de 0,57% em relação à quantidade de proteína antes da prensagem.

TORRAND e OKADA (1977) trabalhando com cação azul (Prionace glauca) em salga seca (30 kg de sal em 100 kg de carne) e camadas de 2,5 e 3 cm de espessura, utilizou pressão de 10 kgf/cm² para prensar em prensa hidráulica o produto previamente lavado, proveniente da salga, diminuindo o peso entre 7 e 15%.

QUEIROZ et alii (1977) encontraram para corvina (Micropogon furnieri) que a prensagem além de acelerar a velocidade de secagem, não interferia no grau de oxidação do produto salgado e seco.

SANTOS (1978) trabalhando com sardinha em altura de camada de 5 cm em sentidos alternados com relação à largura do corpo, obteve bons resultados com pressão aproximada de 4 kgf/cm² em prensa de parafusos que era acionada a cada 30 min para manter a pressão e deixar escorrer a salmoura, sendo o tempo de prensagem de 2 horas. Esta informação é

confusa na medida em que o autor em outros apartes do trabalho reporta uma pressão de 4 kgf sobre a pilha.

MALVINO (1981) em seu trabalho com cação encontrou maior velocidade de remoção de umidade para secagem descontínua na qual o produto era prensado durante a noite, porém não informa a pressão exercida.

SUZUKI (1981) na revisão sobre a interferência da pressão exercida no processo de fabricação do Kamaboco (bolinho de peixe, popular no Japão) sobre suas qualidades sensoriais encontrou que o grau de qualidade, avaliado por um painel de "experts", está intimamente relacionado com a pressão exercida para a remoção de umidade. Os valores mais altos em graus de qualidade foram obtidos para pressões entre 10 e 15 kgf/cm², que correspondeu à remoção de umidade de ao redor de 20% BU.

HEINIS et alii (1985) trabalhando com ovas de peixe (Mugil cephalus) cujo nome vulgar é tainha no Brasil e lisa na Colômbia, para obter o denominado Karasumi no Japão exerceu pressão de 0,5 kgf/ova, a 26 C durante o período de 12 horas, encontrando uma velocidade de secagem maior para produto prensado em comparação com o não prensado.

VIEIRA & SILVA (1986) comentam que a prensagem, além de diminuir o teor de umidade, possibilita melhor distribuição do sal nos tecidos. No seu trabalho com Cangulo (Balistes vetula), o produto foi prensado por 12 horas, mas não informam a pressão exercida.

ZAPATA et alii (1986) prensaram músculo de tilápia do Nilo previamente moído e misturado com sal na proporção de três partes de carne por uma de sal, até a relação de compressão de 0,35 (altura final/altura inicial) sem relatar o tempo de prensagem nem o efeito que ela teve em processos posteriores.

Cabe notar que em nenhum dos trabalhos em que o peixe tinha sido prensado aparece uma razão esclarecedora e suficientemente válida para a escolha do nível de pressão.

4. Secagem

4.1. Introdução

Segundo PORTER (1984) a secagem é a remoção de líquido, de um corpo sólido por evaporação. Os métodos mecânicos para separar líquidos de sólidos não são geralmente considerados secagem, porém, eles usualmente precedem a operação da secagem pelo fato de ser mais baratos, além de que frequentemente o uso de operações mecânicas é mais simples do que as térmicas.

O objetivo básico da secagem de produtos alimentícios é a remoção de umidade dos sólidos até um nível no qual o crescimento de microrganismos deterioradores é minimizado (FORTES & OKOS, 1980).

4.2. Conceitos básicos

4.2.1. Fenômenos de sorção - aspectos gerais

É de aceitação geral que o entendimento dos fenômenos de sorção de umidade é fundamental para abordar e tentar entender a problemática da secagem.

Segundo FORTES & OKOS (1980) uma isoterma é simplesmente a curva que relaciona o conteúdo de umidade de equilíbrio de um produto com a umidade relativa. Costuma-se usar a atividade termodinâmica de água, definida como:

$$Aa = \frac{Pv}{Pvo} = \frac{\% URe}{100} \quad (1)$$

Onde:

Pv: Pressão de vapor de água no alimento

Pvo: Pressão de vapor de água à saturação

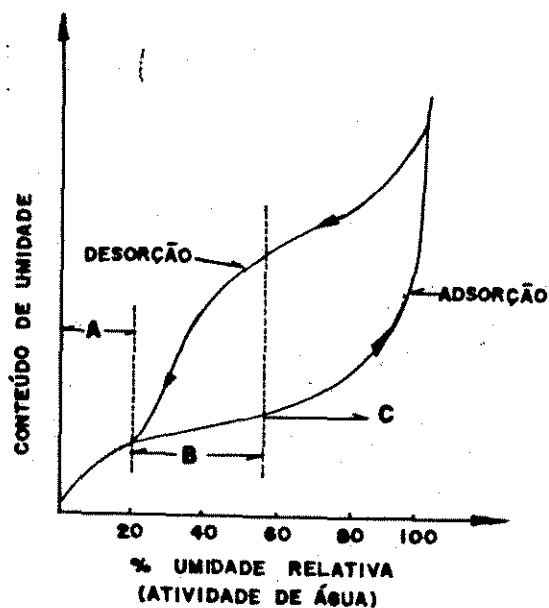
% URe = Umidade relativa de equilíbrio

Segundo DAUDIN (1983) as isotermas de sorção chamadas frequentemente curvas de sorção traduzem a higroscopicidade do produto definida pelas relações existentes entre a água e os outros componentes e ainda num plano teórico, conhecendo o teor de água e a temperatura da superfície do produto será possível, graças a estas curvas, conhecer o valor da pressão parcial vapor de água na superfície e por conseguinte calcular a taxa de secagem.

A atividade de água, conhecida também como umidade relativa de equilíbrio, de acordo com TELLIS (1988), foi definida primeiramente por SCOTT (1957) e SALWIN & SLAWSON

(1959) como sendo "a relação entre a pressão do vapor de água no ar e a pressão do vapor de água no ar saturado, medidos à mesma temperatura". WATERMAN (1978) conceitua que esta é uma medida de água livre ou disponível de um alimento, isto é que não está vinculada a outros componentes e portanto pode reagir quimicamente, permitindo também o crescimento de microorganismos. LABUZA et alii (1985) acrescenta que esta afeta a estabilidade de alimentos desidratados, controlando diretamente tanto a taxa de atividade microbiana como as reações químicas e pode ser aumentada, seja por ganho de umidade da atmosfera ou por incremento da temperatura do produto.

Figura 1. Isoterma geral de sorção para produto alimentício.



Fonte: FORTES & OKOS (1980)

UBOLDIEIROA (1981) apresenta revisão sobre a influência da Aa no desenvolvimento de microorganismos e seus meios de determinação, pontualizando as faixas de Aa para crescimento de determinados microorganismos em sua classificação. São considerados de baixa Aa alimentos cuja Aa for menor que 0,65 e de alta para valores acima de 0,85.

Segundo LOMAURO et alii (1985) a equação matemática da isoterma de sorção de umidade descreve a relação entre a Aa e o conteúdo de umidade de equilíbrio para um produto alimentício. As isotermas de sorção de umidade são usadas para vários propósitos, em pesquisa de alimentos, estes incluem: determinação do tempo de secagem, previsões para misturar e embalar alimentos prevendo as mudanças de umidade que ocorrem durante a armazenagem e conseqüentemente a estabilidade do mesmo.

A isoterma de sorção de umidade pode ser dividida em três regiões. A primeira região abrange a faixa de 0,0 até cerca de 0,35 de Aa e representa a adsorção de um filme de água monomolecular. A segunda região abrange aproximadamente entre 0,35 e 0,60 de Aa e representa a adsorção de camadas adicionais de água sobre a monocamada; finalmente a terceira região acima de 0,60 de Aa representa a região onde a água é condensada dentro do material solúvel presente. As 3 (três) regiões não podem ser definidas para qualquer Aa específico. Como resultado muitas das equações de isotermas desenvolvidas baseadas numa particular faixa de Aa só são

válidas para essa faixa. As razões citadas na literatura incluem:

- A depressão de Aa de alimentos é devida a uma combinação de fatores onde cada um pode predominar em determinada faixa de Aa.

- As propriedades de muitos componentes podem mudar devido a interações físicas e/ou químicas causadas por aquecimento ou outros pré-tratamentos, assim como as transferências de massa (adsorção ou desorção) que podem afetar a taxa de sorção.

ROA & ROSSI (1980) definem o teor de umidade de equilíbrio como "a umidade que o produto atinge quando deixado por tempo suficientemente longo em determinada condição de temperatura e umidade relativa". Para sua determinação utilizam-se 3 (três) métodos convencionais: a) soluções aquosas saturadas de vários sais, b) soluções aquosas de diferentes concentrações de ácidos e c) método mecânico. Este último consiste em movimentar ar com condições de umidade e temperatura controladas através do produto até que se atinja o equilíbrio. Os dois primeiros métodos são considerados método estático e o terceiro, método dinâmico.

Para a determinação pelo método de soluções salinas, LABUZA et alii (1985) após a revisão de 150 trabalhos encontraram que para a determinação de isotermas de sorção, muitos pesquisadores graficaram conteúdo de umidade de equilíbrio versus valores de atividade de água de soluções

salinas a 25 °C; estas isotermas não corrigidas acarretam uma distorção na forma da isoterma, fazendo com que a magnitude da mudança seja maior do que realmente é, dado que a A_a das soluções salinas decresce com o aumento de temperatura enquanto a A_a dos alimentos cresce com o aumento de temperatura (explicado por eles através de equações termodinâmicas).

O deslocamento entre as curvas de adsorção e desorção (Figura 1) é denominado histerese e de acordo com FORTES & OKOS (1980), explicações não conclusivas são encontradas na literatura para o entendimento deste fenômeno, citando entre elas a teorias de engarrafamento ou "ink bottle", como provada para diversos grãos e produtos alimentícios, assim como a de CHUNG & PFOST (1967), que associa o encolhimento do grão com o número de colocações polares para a água interatuante dando aumento à histerese.

RIZVI & BENADD (1984) considerando que a histerese é uma manifestação de irreversibilidade durante o processo de sorção, sugerem que esta poderia ser quantificada em termos de calor não compensado ou produção irreversível de entropia.

Várias equações são apresentadas na literatura para a determinação das isotermas de sorção. CHIRIFE & IGLESIAS (1978) apresentam uma compilação crítica de 23 (vinte e três) equações com o propósito principal de que servissem de guia para futuros trabalhos. Muitas delas têm sido modificadas para ampliar sua faixa de aplicação quanto a A_a .

Dentre as equações mais comuns encontradas na literatura para avaliar isotermas de sorção em alimentos estão as de Brunauer-Emmet-Teller (1938) BET, Oswin (1946), Smith (1947), Halsey (1948) simplificada por CHIRIFE & IGLESIAS (1978), Henderson (1952), CHUNG & PFOST (1967), Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB).

A utilização destas equações depende fundamentalmente das propriedades físico-químicas do alimento e da faixa de Aa a ser medida.

FORTES & OKOS (1980) comentam que a equação de CHUNG & PFOST (1967) tem sido demonstrada com algumas modificações para trabalhar com cereais. BIAGI (1986) usou esta equação, com sucesso, para representar a umidade de equilíbrio na modelagem de resfriamento de "pellets".

VAN DER BERG (1984) trabalhando com diversos produtos (não incluía carnes) comenta que a equação de GAB reduz a necessidade de muitas medições de sorção, precisando só de cerca de 4 (quatro) pontos de suficiente exatidão, bem distribuídos sobre a escala de Aa, para conhecer a isoterma.

AGUERRE et alii (1984b) avaliando o valor do parâmetro C na equação de isoterma BET encontraram que os valores de calor de sorção de monocamada menos o calor de liquefação são correspondentemente mais altos do que os geralmente usados, obtendo uma equação para a variação do calor de sorção com o conteúdo de umidade, determinando a dependência da temperatura com a Aa. Os resultados foram posteriormente confirmados por CHIRIFE et alii (1986). Este valor de C

tinha sido calculado, entre outros, por JASON (1958) para pescado e apresentado da seguinte maneira:

$$C = \exp (E_m - E_l)/R.$$

onde:

E_m = calor de adsorção da primeira camada.

E_l = calor de liquefação da primeira camada.

R = constante universal dos gases.

T = temperatura absoluta (K).

SCHAR & RUEGG (1985) trabalhando com isotermas de sorção de vapor de água de várias caseínas e misturas de farinha de trigo de acordo com o método GAB concluem que as constantes do GAB devem ser sempre reportadas acompanhadas com o tipo de procedimento de regressão usado por sua estimação, extrapolações não devem ser feitas especialmente a altos valores de A_a . Porém as constantes das equações devem ser reportadas acompanhadas da faixa de A_a onde foram feitas as medições.

CHHINNAN & BEUCHAT (1985), avaliando conteúdos de umidade de equilíbrio em ervilhas com altas e baixas umidades, encontraram que estes são mais altos para ervilha descascada do que para com casca. Por outro lado não observaram diferenças significativas nas curvas de sorção quando comparadas com a farinha de ervilha, porém a curva de sorção de produto úmido descascado foi mais baixa do que para sua própria farinha. Para ervilha seca não foi observada diferença significativa. Para esta avaliação foram utilizadas 6 (seis) equações de isotermas (Smith, Oswin,

Henderson, Halsey, Chung & Pfost, BET). O melhor comportamento, evidenciado no uso da técnica de regressão não linear foi dado na mesma ordem.

Resultados como este onde A_a foi maior para ervilha não descascada são importantes para prever o desenvolvimento de fungos e tomar precauções para a armazenagem.

LABUZA et alii (1985) comentam que a equação de GAB é vantajosa quando comparada com o modelo BET pelo fato de oferecer um método mais objetivo de inferir isotermas de sorção acima de $0,9 A_a$. O modelo BET é limitado a $0,45 - 0,5$ de A_a .

CAURIE (1986) partindo de um trabalho anterior, de própria autoria, e introduzindo um fator de correção, apresenta um método geral para prever a atividade água de misturas simples e de multicomponentes em solutos e não solutos.

4.2.2 Fenômenos de Sorção - aspectos específicos

TORRANO & OKADA (1977), trabalhando com cação salgado/seco, previamente prensado, para mesmo conteúdo de umidade (33% BU), as atividades de água dos produtos com e sem pele são respectivamente, de $0,67$ e $0,71$, demonstrando que o produto sem pele é mais susceptível ao crescimento de microorganismos do que o produto com pele.

BOQUET et alii (1978) avaliando 8 (oito) equações de dois parâmetros, para isotermas em 39 alimentos, dos quais 8

eram carnes, incluindo bacalhau, salmão e truta encontraram que a equação de Halsey deu a melhor descrição para carnes.

DOE et alii (1982) trabalhando com bacalhau desenvolveram método para a determinação da atividade de água para pescado salgado seco levando em consideração os conteúdos de sal, gordura e umidade. De acordo com os autores estes dados não são estritamente aplicáveis para peixes aquecidos acima de 31,5 °C em presença de sal. O efeito da elevação da temperatura, na faixa de Aa estudada foi a diminuição do conteúdo de umidade de equilíbrio, conseqüentemente com uma atmosfera de umidade relativa constante a amostra absorve mais umidade em baixas temperaturas do que em altas. Por outro lado encontraram que os calores isostéricos de desorção são mais altos do que os de adsorção.

IGLESIAS et alii (1986) encontraram que para alguns alimentos, incluindo o concentrado proteico de pescado, o efeito da temperatura sobre a isoterma de sorção pode considerar-se somente, sobre o conteúdo de umidade na monocamada, disponível na literatura. As determinações de conteúdo de umidade da monocamada foram feitas no BET.

MOSCHIAR & FARDIN (1986) determinaram as isotermas de adsorção e desorção para merluza (Merluccius hubbsi) aplicando a equação de BET. Os dados obtidos são coerentes com LABUZA (1968) onde a proteína absorve menor quantidade de água a baixa Aa do que as matérias gordurosas e portanto

a presença de gorduras pode diminuir a habilidade de sorção de uma amostra de proteína.

LOMAURO et alii (1985) trabalhando sobre trezentas isotermas de alimentos (frutas, carnes e vegetais) encontraram que a equação de GAB apresentou a melhor descrição. No caso de carnes ela descreve 43% dos alimentos testados.

CHIRIFE et alii (1986) trabalhando com a equação de isoterma BET em 31 alimentos, encontraram que para truta cozida, o termo C usado para estimar o calor de sorção em alimentos, crescia com o aumento da temperatura na faixa de 5 a 60 °C no processo de adsorção, em contraposição para concentrado proteico de peixe, no mesmo processo, este valor de C diminuía com o aumento de temperaturas na faixa de 20,2 a 40,8 °C.

4.2.3. Curvas típicas de secagem

Segundo DAUDIN (1983) "os produtos são muito diferentes entre si, devido à sua forma, estrutura, e suas dimensões, além das condições de secagem serem muito diversas, de acordo com as propriedades do ar de secagem e a forma como se faz o contato ar-produto. Uma vez que o produto é colocado em contato com o ar quente ocorre transferência de calor do ar ao produto sob o efeito da diferença de temperatura existente entre eles. Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente

entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de matéria (massa) para o ar. Esta última se faz na forma de vapor de água, uma parte do calor que chega ao produto é utilizada para vaporizar a água. A evolução destas transferências simultâneas de calor e de massa no curso da operação faz com esta seja dividida esquematicamente em três períodos". A Figura 2 representa as curvas de evolução, ao longo do tempo, do teor de água do produto (N_s), de sua temperatura (T_s) e da velocidade de secagem (dN_s/dt) também chamada de taxa de secagem, para um experimento utilizando ar de propriedades constantes.

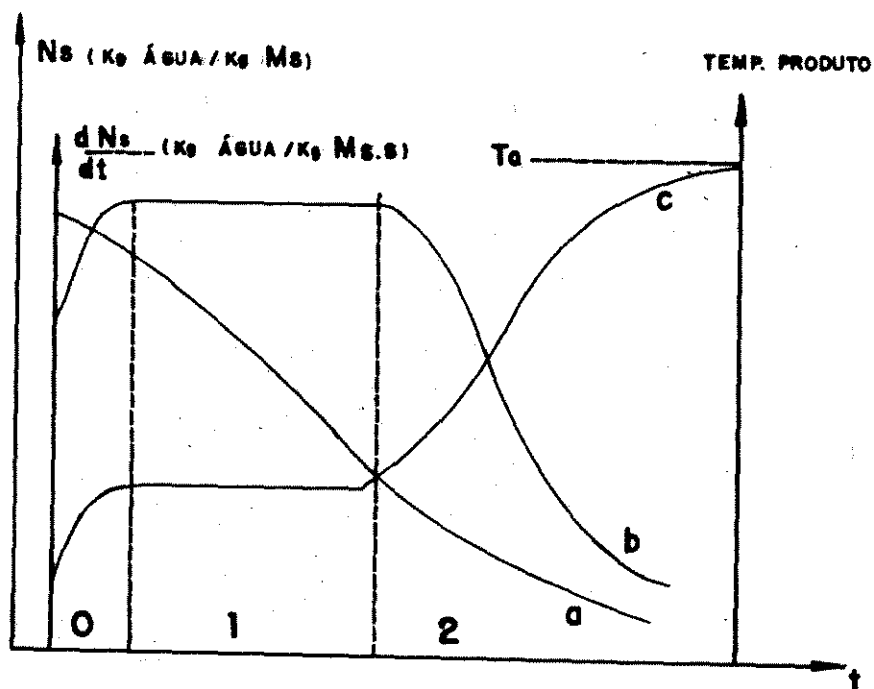


Figura 2. Curvas de secagem típicas

Fonte: DAUDIN (1983)

- a) evolução do teor de água do produto
- b) cinética de secagem
- c) evolução da temperatura do produto

Período 0 ou período em que o sistema está entrando em regime: no começo, o produto é geralmente mais frio do que o ar e a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto (p), é pequena; a transferência de massa e por consequência a velocidade de secagem também encontram-se nas mesmas condições. O calor chegando em excesso acarreta elevação da temperatura do produto ocorrendo um aumento de (p) e da velocidade de secagem. Este fenômeno continua até que a transferência de calor compense exatamente a transferência de massa. Se a temperatura do ar for inferior àquela do produto esta última diminuirá até atingir o mesmo estado de equilíbrio.

Período 1 ou período de secagem a taxa constante: durante este período como no anterior, a quantidade de água disponível dentro do produto é grande. A água se evapora como água livre: a pressão de vapor de água pura na superfície é constante e igual à pressão de vapor de água pura à temperatura do produto. Esta última é também constante e igual à temperatura de bulbo úmido, característica do fato de que as transferências de calor e de massa se compensam exatamente. A velocidade de secagem é, por conseguinte, constante. Este período continua, enquanto

a migração de água do interior até a superfície do produto seja suficiente para compensar a perda por evaporação de água na superfície

Período 2 ou período de secagem a taxa decrescente: desde o momento em que a água começa a ser deficiente na superfície, a velocidade de secagem diminui. O valor do teor de água do produto no ponto de transição entre os dois períodos é chamado teor de água crítico (N_s, Cr). A troca de calor não é mais compensada, a temperatura do produto aumenta e tende assintoticamente à temperatura do ar. Durante todo este período o fator limitante é a migração interna de água. Esta redução da taxa (ou velocidade) de secagem é as vezes interpretada como uma diminuição da superfície úmida no começo do período 2, mas mais frequentemente pelo abaixamento da pressão parcial de vapor de água na superfície. No final deste período o produto está em equilíbrio com o ar ($N_s = N_{s,e}$) e a velocidade de secagem é nula.

NONHEBEL & MASS (1971) consideram que para um gás a temperatura e umidade constantes, o processo de secagem ocorre em duas etapas: secagem a velocidade constante e secagem a velocidade decrescente, sendo a primeira expressão às vezes confusa, pois a velocidade só é constante se as condições externas são constantes, recomendando chamar a primeira etapa como "período de secagem de bulbo úmido", porém a primeira expressão é mais usada e por isso se mantém.

KEYEY (1975) para sólidos porosos não higroscópicos considera duas etapas no período de secagem a velocidade decrescente identificadas com a umidade em estado funicular (fase contínua) e no estado pendular (fase descontínua) com o aparecimento de um segundo ponto de inflexão. Teores de água críticos para diferentes minerais podem ser encontrados nessa publicação.

JASON (1958) considera para secagem de pescado duas etapas na fase decrescente e expressa quantitativamente os efeitos da depressão de bulbo úmido e da velocidade do ar sobre a duração do período de velocidade constante.

De acordo com PARK (1986/1987) o ponto crítico é função da condição de secagem, chegando até a inexistir para determinados materiais e condições específicas de secagem.

4.3. Previsão das cinéticas da secagem

Segundo BINBENET et alii (1985) as razões para medir a cinética de secagem podem ser de dois tipos: fundamental, que tem por objetivo prover um suporte experimental para a modelagem dos fenômenos de transferência durante a secagem e prático, que visa prover um ponto inicial para o cálculo dos processos de secagem industrial, especialmente por simulação.

Como comentado por DAUDIN (1983) o período zero é raramente observado experimentalmente e não será motivo de discussão no presente trabalho.

4.3.1 Período de secagem a velocidade constante.

Para o período 1 ou período de secagem a taxa constante, de acordo com NONHEBEL & MASS (1971), a simplificação feita para o sistema ar-água, onde as temperaturas de bulbo úmido e de saturação adiabática são praticamente idênticas para umidades e temperaturas moderadas (0 - 100 °C), mesmo que não tenha nenhum significado físico, facilita enormemente o tratamento deste período, pois em posse dos valores quantitativos (experimentais) das relações das forças impulsoras, os coeficientes de secagem podem ser facilmente obtidos. Para este tratamento assume-se que o material é termicamente estável e o encolhimento é desprezível. Sugerem também a conveniência de usar o coeficiente baseado da força impulsora de umidade, dado que este pode ser usado numa faixa mais ampla sem que seja necessário a correção por fluxo.

DAUDIN (1983) apresenta o seguinte método de cálculo como admitido para este período:

$$\text{Fluxo de calor: } Qq = \alpha \cdot (T_a - T_e) \quad (2)$$

$$\text{Fluxo de massa: } Qm = Bp \cdot (P - P_a) = (dN_s/dt)/A_s \quad (3)$$

onde:

A_s = superfície específica do produto por unidade de massa em matéria seca.

P = para este período é igual à pressão de vapor de saturação à temperatura de bulbo úmido do ar.

Já que durante este período as duas transferências se compensam exatamente, pode-se calcular o fluxo de massa Q_m e obter a taxa de secagem pela seguinte equação:

$$Q_m = \alpha \cdot (T_a - T_e) / h_v \quad (4)$$

onde: h_v = calor latente de vaporização da água.

Para as transferências em convecção forçada, o coeficiente é obtido a partir de uma relação adimensional de semelhança tendo geralmente a seguinte forma:

$$Nu = a(Pr)^b \cdot (Re)^c \quad (5)$$

onde:

Nu = número de Nusselt

Pr = número de Prandtl

Re = número de Reynolds

As constantes a , b e c adquirem diferentes valores em função da geometria do produto.

Daudin recomenda usar estas relações com prudência pelo menos por duas razões:

- O coeficiente alfa é avaliado globalmente, já que o escoamento do ar não é homogêneo sobre a superfície do produto.

- As transferências de calor são influenciadas pela evaporação da água na superfície do produto.

4.3.1. Período de secagem a velocidade decrescente

Este período é reconhecido como praticamente o único que se apresente na secagem da maioria dos produtos biológicos e o mais complexo.

NONHEBEL & MASS (1971) apresentam uma equação geral para a avaliação deste período que não é possível resolver sem conhecer as funções. Anotam que: "no estado atual do conhecimento é mais conveniente efetuar esta integração por etapas, ou graficamente com base numa curva de secagem a velocidade decrescente, determinada experimentalmente para um material dado".

DAUDIN (1983), concordando com a afirmação de NONHEBEL & MASS (1971), recomenda como alternativa o levantamento experimental.

Neste trabalho se apresentará uma abordagem teórica visando o maior entendimento da cinética de secagem para este período. Mesmo que o computador tenha facilitado o tratamento de dados experimentais, as dificuldades na escolha apropriada dos equipamentos para a obtenção dos mesmos, visando desvendar e fundamentar conceitos

fenomenológicos, continua sendo uma interrogação. As equações empíricas apresentadas por NONHEBEL & MASS (1971) possuem ainda grande validade para dimensionamento de equipamentos. Eles citam trinta e quatro diferentes parâmetros envolvidos na secagem.

4.3.2.1. Mecanismos de transporte de umidade

Dentro dos possíveis mecanismos de transporte de umidade em sólidos, FORTES & OKOS (1980) citam os seguintes:

- Difusão líquida, devida a gradientes de concentração.
- Difusão de vapor, devida a gradientes de pressão parcial de vapor (causado por gradientes de temperatura).
- Movimento líquido, devido a forças de capilaridade.
- Fluxo de líquido ou vapor, devido a diferenças em pressão total, causadas por pressão externa, encolhimento, altas temperaturas e capilaridade.
- Fluxo por efusão (Knudsen) que ocorre quando o principal caminho livre das moléculas de vapor é da mesma magnitude que o diâmetro dos poros. Este é importante só para condições de alto vácuo (como em secagem por congelamento).
- Movimento de líquido devido à força gravitacional, é usualmente desprezível dado que não tem influência significativa na secagem de alimentos.
- Difusão superficial, que não é levada diretamente em consideração por nenhuma das teorias existentes. PHILIP & De

VRIES (1957), citados por FORTES & OKOS (1980), sugerem que é improvável que esta tenha um efeito significativo nos processos de transferência de calor e de massa.

Segundo DAUDIN (1983) estas transferências internas de massa são influenciadas por dois fenômenos particularmente importantes para os produtos biológicos:

- Migração dos solutos: no caso dos açúcares estes se depositam na superfície formando uma camada que tem o efeito de diminuir a velocidade de secagem.

- Deformação do produto: a maioria dos produtos biológicos se retraem substancialmente durante a secagem gerando tensões que influenciam a taxa de secagem.

Estes dois fenômenos se influenciam mutuamente.

4.3.2.2. Teorias de migração de umidade em sólidos

Continuando com FORTES & OKOS (1980), eles apresentam uma ampla explicação dos fundamentos das seguintes teorias, como sendo as existentes para explicar o comportamento da secagem:

- Teoria de difusão líquida.
- Teoria capilar.
- Teoria de evaporação e condensação.
- Teoria de Luikov.
- Teoria de Philip & De Vries.

- Teoria de Krischer-Berger & Pei.

A correlação destas teorias foi feita por PARK (1986/1987) e descrita por CORNEJO (1987) do qual cita-se textualmente:

"Conforme explicação de PARK (1986/1987) temos as duas primeiras teorias básicas, conforme os quadros da primeira coluna da Figura 3, que fundamentam as outras teorias.

Os fenômenos de transporte enfocados em cada teoria básica, estão colocados na segunda coluna da Figura 3, ressaltando que a teoria difusional é uma simplificação da equação geral de transferência de calor e massa.

As equações pertinentes e as considerações do fluxo em cada teoria básica estimarão os coeficientes de transferência resultantes. Discriminando as teorias temos:

A. Teoria Difusional

A utilização da segunda Lei de Fick para descrever a secagem no período de taxa decrescente é feita por Lewis (1921) e Sherwood (1929a,b).

A 2ª Lei de Fick para a transferência unidimensional é:

$$\frac{dx}{dO} = \frac{\partial (D \cdot dx/dz)}{\partial z} \quad (6)$$

onde: x = conteúdo de umidade

O = tempo (segundos)

D = difusividade (m²/s)

z = direção da transferência (m)

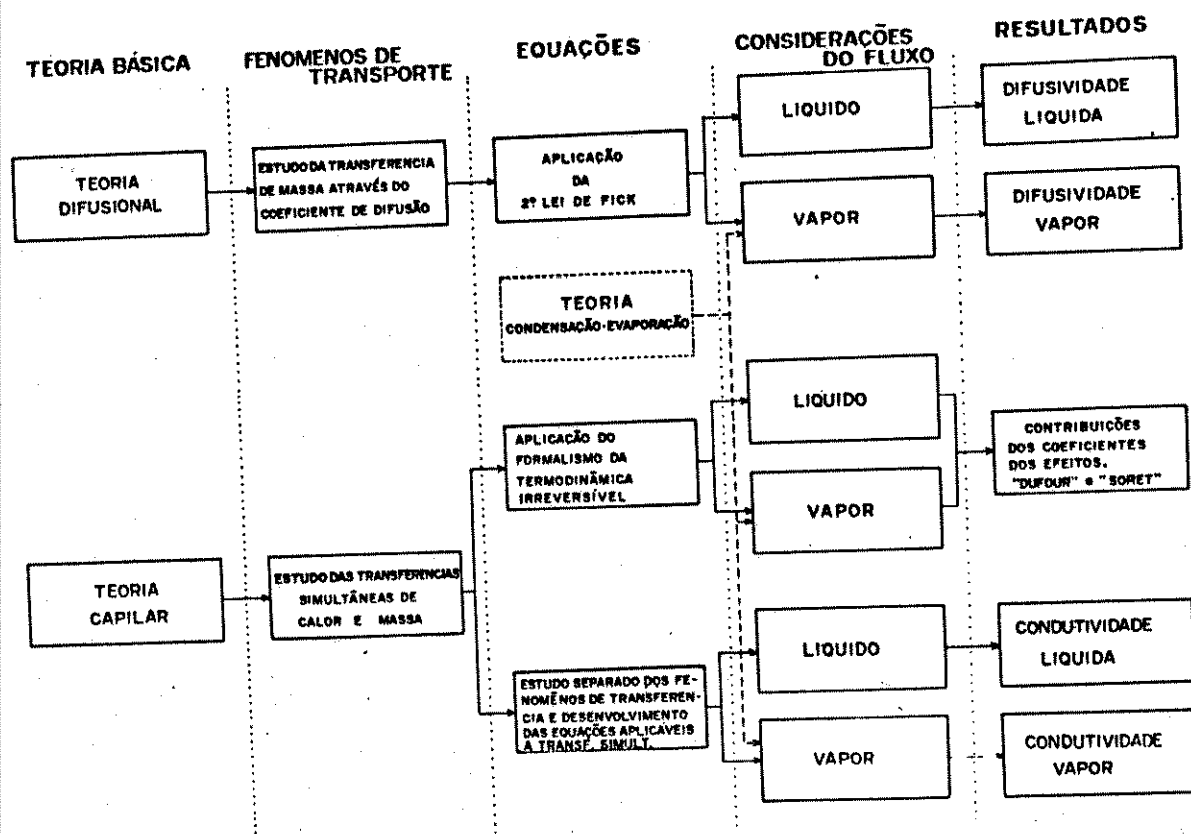


Figura 3. Teorias da secagem

Fonte: CORNEJO (1987)

Devido a discrepância nos resultados apresentados das difusividades calculadas utilizando esta equação e considerando o escoamento de água no interior do sólido na forma líquida, os autores Van Arsdel & King (1968) tecem as

considerações para sugerir a utilização desta equação para escoamento de água na fase vapor.

B. Teoria Capilar

Esta teoria é proposta para descrever o fluxo líquido do sólido, criado por Buckingham (1907), expressando o fluxo capilar como sendo:

$$J = -Kh\phi \quad (7)$$

onde: J = fluxo líquido ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

Kh = condutividade hidráulica em função da fração volumétrica de água (m/s)

ϕ = potencial capilar (g/m^2)

Não sendo o material biológico um material capilar, esta teoria não pode ser aplicada para estes materiais no senso estrito. No entanto, não se pode esquecer que esta teoria fornece ferramentas poderosíssimas para fundamentar as equações fenomenológicas de transferências simultâneas de calor e massa.

Assumir o fluxo de transferência de massa como sendo função somente do gradiente de concentração é simplificar muito, apesar deste gradiente ser o mais importante contribuinte na transferência de massa, Bird, Stewart & Lightfoot (1960). De acordo a termodinâmica de processos irreversíveis, uma força impulsora pode contribuir na outra

força impulsora. Esta contribuição pode ocorrer, mas somente para o par de fluxo-força que sejam tensores de igual ordem ou de difiram em ordem de dois.

Assim, para o fluxo de energia temos o fluxo dependente do gradiente de temperatura (condução de calor) e dependente das forças impulsoras mecânicas (efeito "Dufour"). E para o fluxo de massa temos o fluxo dependente das forças impulsoras mecânicas (ordinariamente pressão e difusão forçada) e dependente do gradiente de temperatura (efeito "Soret").

A teoria resultante da aplicação do formalismo de termodinâmicas irreversíveis é atribuída aos pesquisadores Luikov & Mikhaylov (1965) e Luikov (1966). Dentro das considerações a respeito do escoamento, o autor considera a difusão líquida ocorrendo em termos de gradiente de concentração e a difusão de vapor ocorrendo em termos de gradientes de temperatura.

As teorias resultantes dos tratamentos, primeiro identificam os fenômenos das transferências separadamente e então desenvolvem equações de fluxo de calor e massa conforme os modelos físicos do sistema, teoria de Philip & DeVries (1957) e teoria de Krisher-Berger & Pei (1973). Estas teorias também analisam os movimentos na forma líquida e vapor.

De Vries (1975), atribui aos pesquisadores Krisher & Rohalter (1940), como sendo os primeiros a sugerirem a

influência do movimento de vapor na transferência de vapor no meio poroso.

A teoria de Philip & De Vries (1957) é amplamente utilizada para estudar os fenômenos de transferência no solo, não tendo sido ainda utilizada para a secagem de materiais biológicos.

Baseado nos tratamentos de Krisher (1940), Berger & Pei (1973) derivam uma teoria que leva em consideração as suposições de que o escoamento líquido (devido ao gradiente de concentração), escoamento vapor (gradiente de pressão) e o equilíbrio (isotermas) para estudar a cinética de secagem.

Como última teoria, a "teoria de condensação-evaporação" considera a migração de umidade ocorrendo somente na fase vapor. As equações desta teoria são derivadas dos balanços de massa e energia. Em termos de trabalhos existentes em secagem, a migração de umidade na fase líquida não pode ser desprezada assim esta teoria não encontrou aceitação nesta área.

Conforme a utilização das equações pertinentes a cada teoria nos dados experimentais de secagem, resulta numa avaliação dos coeficientes de transferência de acordo com as nomenclaturas colocadas nos quadros da Figura 3."

4.3.2.3. Determinação de equações de secagem

ONSAGER (1931) levando em conta entre outras: as considerações de fenômenos termoelétricos apresentados por W

Thomson (Lord Kelvin, 1954) para fluxos de calor e de corrente elétrica associados, em função das forças impulsoras derivadas de H. V. Helmholtz (1876), o tratamento teórico ao princípio de reversibilidade microscópica e o princípio de mínima dissipação de energia de Lord Rayleigh (1873) onde a taxa de incremento de entropia joga o papel de um potencial. Expressa a seguinte equação:

$$J_i = \sum_{k=1}^{k=n} L_{ik} \cdot X_k \quad (8)$$

onde: J_i = fluxo

X_k = forças impulsoras ou termodinâmicas como denominadas por Keey (1975)

L_{ik} = coeficientes dinâmicos, também chamados fenomenológicos (L_{11} , L_{22} , L_{33}) sendo simétricos, $L_{ik} = L_{ki}$

Depois de Onsager (1931) assume-se que cada fluxo está linearmente relacionado com estas forças.

Considerando X_k como potenciais de Umidade (massa, M), temperatura (T) e pressão (P) entende-se as seguintes equações obtidas por LUIKOV (1966) que descrevem de maneira geral o fluxo resultante quando os processos de transferência se dão simultaneamente.

As equações apresentadas por Luikov podem ser escritas da seguinte maneira:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla^2 L_{11}M + \nabla^2 L_{12}T + \nabla^2 L_{13}P$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 L_{21}M + \nabla^2 L_{22}T + \nabla^2 L_{23}P \quad (9)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \nabla^2 L_{31}M + \nabla^2 L_{32}T + \nabla^2 L_{33}P$$

De acordo com BROOKER et alii (1982) os valores de L diferentes de L_{11} , L_{22} e L_{33} (que são chamados coeficientes fenomenológicos) representam coeficientes acoplados resultantes dos efeitos combinados de umidade, temperatura e gradientes de pressão totais sobre a umidade, energia e transferência total de massa.

Para a secagem de grãos, continua BROOKER et alii (1982), o fluxo de umidade devido ao gradiente de pressão só é significativo onde a temperatura do produto é consideravelmente alta, em consequência retirando este termo das equações de Luikov, estas ficam assim:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla^2 L_{11}M + \nabla^2 L_{12}T$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 L_{21}M + \nabla^2 L_{22}T \quad (10)$$

O coeficiente L_{12} , ou seja, a contribuição do calor ao fluxo de massa, é conhecido como efeito Soret (difusão térmica) e o coeficiente L_{21} , que é a contribuição da massa ao fluxo de calor é conhecido como efeito Dufour, isto é, difusão mais gradiente de temperatura implicando uma

redistribuição da massa. Se se considera que estes efeitos acoplados de umidade e temperatura são significativos para altos gradientes de umidade e temperatura que não são próprios para a maioria dos processos de secagem. As equações ficam assim:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla^2 L_{11}M$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 L_{22}T$$

(11)

BROOKER et alii (1982) comentam que este sistema descreve muito bem o comportamento térmico dos cereais, porém para análises práticas os gradientes de temperatura não são considerados, reduzindo o sistema à seguinte equação:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla^2 L_{11}M$$

(12)

onde o coeficiente L_{11} é chamado coeficiente de difusão D .

Modelo Semi teórico

Como segunda abordagem e de acordo com ROUVET et alii (1979), FICK (1855) continuando com o trabalho de FOURIER (1822) estudou o processo de difusão da mistura de soluções e formulou duas leis:

$$F = - D_e \text{ grad.} M \quad (1a. \text{ Lei}) \quad (13)$$

onde F é fluxo e D_e é difusividade efetiva.

Considerando a difusividade constante e um volume elementar dV chega-se facilmente à segunda lei de Fick para um meio isotrópico:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D_e \nabla^2 M \quad (2a. \text{ Lei}) \quad (14)$$

Note-se que a expressão (14) é a equação simplificada obtida a partir de LUIKOV (1966).

Modelo empírico

Como terceira abordagem e por analogia com a lei de resfriamento de Newton, sugerida por Lewis (1921) onde a taxa de secagem é proporcional à diferença entre as médias de conteúdo de umidade do material.

$$\frac{dT}{dt} = -K.(T - T_e) \quad (15)$$

Então, analogamente ter-se-ia:

$$\frac{dM}{dt} = -K.(M - M_e) \quad (16)$$

Separando variáveis e integrando com as seguintes condições de contorno:

$$t = 0 \quad M = M(\text{in})$$

$$t = t \quad M = M(t)$$

Chega-se à seguinte expressão, conhecida como relação de umidade (MR):

$$MR = \frac{M(t) - M(e)}{M(\text{in}) - M(e)} \exp(-K.t) \quad (17)$$

onde: $M(e)$ = conteúdo de umidade de equilíbrio

$M(\text{in})$ = " " " " inicial

$M(t)$ = " " " " no tempo t

K = constante de secagem

Considerando a equação (12), CRANK (1975) apresentou a seguinte solução analítica, para placa infinita:

$$MR = \frac{M(t) - M(e)}{M(\text{in}) - M(e)} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \cdot \exp[-(2n+1).Dt(\pi/2d)^2] \quad (18)$$

onde: d = semi espessura

t = tempo de secagem

D = difusividade

Desta equação geral derivam-se numerosas equações semiempíricas. Considerando entre outros que: t é suficientemente longo, que não existe encolhimento e que a difusividade é constante. Solucionando para o primeiro termo da equação, ter-se-ia:

$$MR = \frac{B \cdot \exp[-Dt(\pi/2d)^2]}{\pi^2} \quad (19)$$

$$MR = \frac{B \cdot \exp(-Kt)}{\pi^2} \quad (20)$$

Comparando a equação (12), que representa o modelo teórico de Luikov e o semi-teórico de Fick com a eq. (17), que representa o modelo empírico obtido por analogia, conclui-se que com as devidas restrições chega-se ao mesmo ponto. Dentro das restrições mais relevantes estão:

- O gradiente de pressão total é desprezível para as temperaturas empregadas na secagem de alimentos.
- As contribuições do calor ao fluxo de massa (efeito Soret) e da massa ao fluxo de calor (efeito Dufour) são desprezíveis.
- Os gradientes de temperatura não são considerados (processo isotérmico) e o movimento da água resulta de um gradiente de teor de água dentro do produto.
- O conteúdo de umidade inicial do produto está uniformemente distribuído e a superfície do mesmo se põe imediatamente em equilíbrio com o ar de secagem.

- Não existe encolhimento e os produtos possuem uma forma geométrica definida e são isotrópicos.

- A difusividade é constante para toda a faixa de umidades compreendida entre a umidade inicial e o conteúdo de umidade de equilíbrio.

4.3.2.4. Equações específicas

PHILIP (1955) apresenta uma solução numérica da equação de difusão tomando a concentração de umidade como variável independente e integrando a partir de uma condição inicial determinada experimentalmente.

JASON (1958), assumindo que a lei de Fick é aplicável ao movimento de água no músculo de peixe, apresenta uma equação geral considerando coeficientes de difusão ao longo dos eixos retangulares X, Y e Z. A solução numérica desta equação foi dada por CARSLAW & JAEGER (1947), citados por JASON (1958).

FAN et alii (1961) demonstraram (como Jason para peixe) para quatro diferentes variedades de trigo que os coeficientes de difusão para temperaturas abaixo de 65 °C são praticamente independentes da variedade.

CHU & HUSTRULID (1968) trabalhando com milho e usando a teoria da difusividade baseada na 2a. Lei de Fick, concluem que na equação da secagem, com relação ao conteúdo de umidade medio versus tempo, este último pode ser previsto com boa aproximação para condições de secagem onde se

conheça a temperatura do ar, umidade relativa, conteúdo de umidade inicial e tamanho do grão. Neste trabalho, levando em consideração que a temperatura do grão no início da secagem é consideravelmente mais baixa que a temperatura do ar, os autores derivaram uma equação que permite corrigir o conteúdo de umidade inicial.

CHEN & JOHNSON (1969a), levando em consideração a analogia de resfriamento de Newton, sugerido por Lewis (1921), postulam a seguinte equação:

$$\frac{dM}{dt} = -K.(M - M_e)^n \quad (21)$$

onde K e n são constantes empíricas, as quais podem mudar para diferentes períodos de secagem, conteúdos de umidade de equilíbrio e conteúdo de umidade ao final do período considerado. Para o período de remoção de umidade a taxa constante n é igual a zero. Os dados experimentais obtidos por JASON (1958) serviram para testar esta equação e ilustrar a metodologia com ótimos resultados.

CHEN & JOHNSON (1969b), trabalhando com fumo e utilizando o modelo desenvolvido por eles mesmos (1969a), encontraram que não existe período de secagem a taxa constante e que o ponto crítico entre as duas fases do período decrescente está na faixa de 210 a 265% BS. Sendo que o modelo foi apropriado para descrever o comportamento de materiais foliares.

FORTES & OKOS (1978) apresentam teoria baseada nos conceitos da mecânica e termodinâmica irreversíveis posteriormente os mesmos autores (1981) trabalhando com milho com conteúdo de umidade inicial de 12,1%, umidecido até cerca de 44% BS e logo extrusado, desenvolveram modelo para o processo de secagem incorporando abordagens da mecânica e termodinâmica irreversíveis para a determinação da transferência de calor e massa em meios capilares-porosos. O modelo proposto evidencia que tanto o fluxo de vapor como de líquido podem ser expressos em termos de forças motrizes, nominalmente gradientes de conteúdo de umidade de equilíbrio e temperatura. Para este trabalho foi assumido que o produto era isotrópico, cilíndrico, que não existe encolhimento nem rota preferencial para a migração de umidade. O modelo teve sucesso para predizer a taxa de secagem assim como as temperaturas no centro do produto.

STEFFE & SINGH (1980), trabalhando com arroz e usando a equação de Fick, uma vez determinados os raios correspondentes a endosperma amiláceo, grão não polido e grão com casca, trataram estes componentes na faixa de temperaturas de 35 a 55 °C e calcularam suas difusividades mediante três modelos matemáticos. Os resultados evidenciaram a diminuição das difusividades na mesma ordem, dado que a posição da interface influencia a taxa de secagem, dependendo das densidades relativas das camadas.

KUMAR et alii (1982), concordante com o trabalho de STEFFE & SINGH (1980) propõem um modelo analítico de caráter geral para difusão de umidade em materiais não homogêneos.

Quanto a modelos não isotérmicos, MEYER & WEBER (1967) apresentaram um trabalho com carvão ativado em camadas fixas concluindo que a solução numérica destes problemas, pelos requerimentos de computação, seja muito cara. Os autores neste trabalho assumiram os mecanismos de difusão de KNUDSEN. Nesta mesma linha JURI (1971) aprofunda nos problemas que envolvem "percolação" dentro da teoria de difusão "fickiana".

BROOK & FOSTER (1981) apresentam ampla revisão sobre equações na estimação dos parâmetros de secagem de diferentes grãos, incluindo aqueles que permitem estimar o coeficiente de difusão aparente para faixas determinadas de temperatura.

AGUERRE et alii (1982), trabalhando com arroz na faixa de umidades relativas entre 43 e 59% e temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C concluíram que a migração de umidade pode ser interpretada em termos da lei de Fick e o coeficiente de difusão não dependeu da umidade do grão na faixa de umidades pesquisadas. Posteriormente AGUERRE et alii (1984) para o mesmo produto e as mesmas temperaturas, mas a baixas umidades relativas (7 a 14%) o coeficiente de difusão foi bem menor que o estimado, mostrando um comportamento não "fickiano". Os autores explicam este fato como uma

consequencia dos altos valores de calor de desorção associados à monocamada.

WHITAKER (1985) apresenta revisão dos fundamentos teóricos das equações de transporte de calor e massa em meios granulares porosos, aplicáveis à secagem com ar quente e explicados para uma camada de areia. Analisa também a teoria para transporte convectivo na fase gasosa e na fase líquida, concluindo que é possível obter excelentes ajustes dos perfis de saturação dos materiais com porosidade média, tratando a permeabilidade relativa e a pressão capilar como funções ajustáveis. A taxa de secagem predita ilustra um período de velocidade constante e dois de velocidade decrescente como gerados pela natureza das forças de pressão capilar e permeabilidade relativa.

LAWS & PARRY (1983) apresentaram uma revisão exaustiva dos modelos de simulação existentes. Estes autores comentam que muitas teorias têm sido propostas para explicar o transporte de umidade e calor em materiais biológicos, mas atualmente reconhece-se que a difusão é o mecanismo que controla a taxa de secagem no período de velocidade decrescente. Baseado neste trabalho, PARRY (1985) apresenta modelos para secagem em camada fina e espessa para diferentes tipos de fluxos.

BINBENET et alii (1985) obtiveram e analisaram as curvas de secagem para diferentes produtos biológicos, acompanhando a evolução de temperatura, concluindo que, na atualidade, não existe uma teoria que possa predizer a

cinética de secagem de produtos biológicos. Segundo estes autores ainda é essencial a experimentação neste campo, mas para a maioria dos produtos estudados a natureza do mesmo é o principal fator que influi na cinética da secagem, podendo-se falar da "personalidade" de cada produto com o comportamento na secagem. Para os produtos estudados não encontraram período de taxa constante, mesmo a baixas temperaturas (40 °C) podendo só caracterizar um período de aquecimento ("warming up").

KEEY (1985) comenta que o modelo da superfície úmida é apropriado quando se conhece a curva característica, sendo que a secagem pode ser vista como um limitado equilíbrio de transferência de massa, fazendo com que as quantidades fundamentais para caracterizar o processo de secagem sejam menos extensas.

AGUERRE et alii (1985) na sua revisão sobre a utilização da lei de Fick na avaliação dos coeficientes de difusão em alimentos num processo de difusão interna controlada, encontram que a maioria dos trabalhos assumiram a difusividade como constante e usaram um só termo da série de Fourier quando o número de Fourier foi maior que 0,1, concluindo que realmente o comportamento de $\log.MR$ versus tempo é uma reta, não significando necessariamente que o processo seja governado por difusividade constante.

BIAGI (1986), em sua tentativa de apresentar modelo matemático que descreva o processo de resfriamento de "pellets", faz extensa revisão dos modelos existentes, assim

como dos parâmetros que intervêm na concepção dos mesmos (conteúdo de umidade de equilíbrio, coeficiente de difusão, coeficiente de transferência de calor e massa, calor latente de vaporização, condutividade térmica e calor específico).

ENGELS et alii (1986) trabalhando com arroz tipo longo, polido e integral previamente umedecidos, testaram três diferentes equações matemáticas obtidas por resolução analítica da equação de difusão de Fick, considerando um cilindro infinito e três diferentes condições de contorno, encontrando viável a modelagem por soluções analíticas desta equação.

STANISH et alii (1986) desenvolveram um modelo matemático para secagem de madeira, considerada esta como um meio poroso higroscópico.

SOBRAL (1987), trabalhando em leite fluidizado de sangue bovino incorporado a proteína texturizada de soja (PTS), encontrou que a um maior conteúdo de umidade inicial a difusividade aparente era menor. Este fato deve-se, segundo ao autor, a que uma maior quantidade de sólidos sanguíneos incorporados provavelmente obstruíram os poros abertos das partículas de PTS causando a redução da difusividade aparente. Este resultado se contrapõe ao conceito de que para uma umidade inicial mais alta corresponde uma maior difusividade, encontrado por KITIC & VIOLLAZ (1984) entre outros. Estes autores encontraram para soja, seca em leite fluidizado, que a difusividade cresce

exponencialmente com o conteúdo de umidade inicial na faixa de 0,3 a 1,0 g de água por grama de sólido seco.

TELLIS (1988), usando a teoria da difusividade baseada na 2a. Lei de Fick para a interpretação do período de velocidade decrescente na secagem de PTS em leito fluidizado, caracteriza dois períodos na fase decrescente. As difusividades encontradas quando a secagem foi feita a 50 °C são praticamente iguais para as dos períodos (0,33 e 0,32 E-09, m²/s)

4.4. Secagem - Revisão específica

JASON (1958) trabalhou em secagem de bacalhau (Gadus callarias) com as seguintes características:

Conteúdo de umidade	: 80,3 - 82,6% BU
Conteúdo de proteína	: 15,0 - 19,0% BU
Conteúdo de sal (NaCl)	: 0,103 - 0,126% BU
Conteúdo de gordura	: 0,1 - 0,8% BU

Neste trabalho o autor encontrou dois períodos de secagem, a taxa constante e a taxa decrescente, este último caracterizado por duas etapas. Para o primeiro período comprovou que a taxa de secagem era controlada somente pelas condições externas e sua duração relacionada com a taxa de evaporação por unidade de área mediante uma expressão que envolve uma constante de difusão efetiva, a espessura da amostra e a concentração de água livre como parâmetros. Este coeficiente de difusão varia só ligeiramente com a

temperatura. Para velocidade menores que 2,5 m/s a taxa de transferência de calor por convecção é consideravelmente reduzida. Por outro lado a taxa de evaporação resultou substancialmente constante para filés cujo comprimento foi maior que 6 cm.

JASON (1958) encontrou que a difusividade permanece praticamente constante para todas as espécies de peixes magros (% de gordura menor que 0,1%). Para peixes gordurosos os coeficientes de difusão foram de menor valor.

Para o período de velocidade decrescente, nas duas etapas caracterizadas por JASON (1958), o comportamento esteve de acordo com a solução da equação baseada na lei de Fick e cada fase de secagem caracterizada por um coeficiente de difusão efetivo, independente do encolhimento do músculo, sendo consideravelmente maior na primeira etapa do que na segunda. Para este mesmo período a velocidade do ar não influenciou a taxa de secagem.

JASON (1958) comprovou também que a hipótese assumida de que trata-se de um meio isotrópico é perfeitamente válida para pescado, onde o exame visual revelou estrutura de gel contínua e completamente isenta de capilares e poros livres.

Quanto à secagem de peixe salgado JASON (1958) comenta que: "é bem conhecido que o peixe submetido a salmoura leva consideravelmente mais tempo na secagem que o peixe "in natura" mas as razões para este comportamento não estão totalmente claras. Inicialmente (durante o período de velocidade constante), os dois tipos apresentam praticamente

o mesmo coeficiente de difusão ($3,09$ e $3,23 \text{ E-6 cm}^2/\text{s}$, respectivamente), porém, dois fatores parecem contribuir: 1) o peixe salgado entra primeiramente no período de secagem decrescente. 2) neste período o coeficiente de difusão é bem menor para o peixe salgado*.

JASON (1965) comenta que no caso de músculo de peixe, que inicialmente possui conteúdo de umidade de $4 \text{ g de água/g de matéria seca}$, a pressão de vapor permanece substancialmente à saturação até que o conteúdo de água decresce para $1 \text{ g de água/g de matéria seca}$. Por esta razão o período de taxa de secagem a velocidade constante é uma realidade prática.

VAN KLAVEREN & LEGENDRE (1965) consideram que levando em conta que na salga leve o conteúdo de sal é baixo e o de umidade alto e que o procedimento final é atualmente uma corrida entre a secagem e a deterioração, o produto submetido à salga leve é mais difícil de processar. Além disso, uma taxa de secagem mais alta acarreta maiores requerimentos de ar e calor quando comparados com a salga forte. Para a secagem sugerem velocidades do ar entre $1,3$ e $2,0 \text{ m/s}$ e temperatura de $26,7 \text{ C}$.

Os mesmos autores, considerando que a salga leve dá melhor aparência final ao produto, sugerem a prensagem do material empilhado e a secagem de maneira intermitente, iniciando com umidades relativas de 50% até que o produto atinja 55% de umidade BU, continuando com umidades relativas

de 60 a 65%. Porém não indicam o nível de pressão a ser exercida na prensagem.

DEL VALLE & NICKERSON (1968), na secagem de peixe espada salgado (Xiphias gladius), com porcentagem de gordura entre 2 a 3% BU, e a temperaturas de 40 a 55 °C, encontraram duas etapas no período de velocidade decrescente onde a taxa de secagem cresceu com a diminuição do conteúdo de sal.

PETERS (1968) relata que para bacalhau com salga leve (4 a 6,4 kg de sal por 45,5 kg de produto, % sal BS = 26%), baixa taxa de secagem na fase inicial da secagem aumenta a possibilidade de aparecimento de mucose, resultando produto de qualidade inferior. Recomendando uma velocidade de ar mínima de (1,5 m/s) e umidade relativa de 50% como seguros para o bacalhau durante as 8 primeiras horas da secagem, velocidade de ar entre 3,54 e 4,58 m/s possibilitam secagem mais rápida quando a UR estiver em 50%.

Por outro lado PETERS encontrou que para bacalhau com salga forte (% de sal de 46% BS), as taxas de secagem foram bem menores do que com salga leve. Sua recomendação final é usar secador de velocidade variável, sendo maior nas primeiras horas da secagem (3m/s) podendo diminuir até 1 m/s no final da secagem.

ZAITZEV et alii (1969b) comentam que a secagem após a salga é um dos meios mais antigos para a preservação do pescado pois é simples, não requer equipamentos sofisticados e dá ao produto longa vida de armazenagem. Os produtos secos

incluem os peixes desidratados e precisam ser submersos em água e cozidos antes do uso".

BERRAQUET (1975), trabalhando com cação submetido a salga rápida obteve produto de boa qualidade pela secagem à temperatura de 40 °C.

TORRANO E OKADA (1977) realizaram secagem de cação azul (Prionace glauca) prensado (10 kgf/cm²) em um secador de bandeja à temperatura de 40 °C e umidade relativa de 65 - 70% até obter-se um teor de umidade de 35 - 39% BU. Nestas condições os autores encontraram que os filés com pele apresentam maior velocidade de secagem do que os sem pele.

WATERMAN (1968), citado por MALVINO (1981) comenta que "vale a pena enfatizar que quanto maior é a presença do sal no pescado, mais lenta será a secagem, na medida em que o sal reduz a pressão de água no pescado". WATERMAN (1978) comenta que algumas práticas têm demonstrado que temperaturas de secagem até 43 °C são viáveis de ser utilizadas sem causar danos visíveis ao produto.

STROMMEN (1980), estudando a cinética de secagem de bacalhau desenvolveu modelo semi-empírico, visando simular a secagem industrial, baseado na teoria de secagem para corpos porosos-capilares. Dos ensaios realizados conclui que a água é transportada na fase líquida e que sua evaporação ocorre na camada exterior seca. Para o propósito de análise, a secagem foi dividida em duas fases: a primeira corresponde à secagem da superfície úmida e na segunda assume uma frente

de secagem dentro do peixe onde a umidade é transportada por difusão através das camadas secas.

Os ensaios foram conduzidos nas seguintes condições: temperatura entre 11 e 26 °C, velocidade do ar entre 1 e 4 m/s sendo de 2 m/s na maioria dos ensaios e umidade relativa entre 30 e 70%.

SUZUKI (1981) relata que a desnaturação da proteína é consideravelmente maior quando a desidratação é feita por secagem com ar ambiente do que quando é feita com sílica-gel a 0 °C ou por congelamento a -80 °C, resultando este último método o que melhor comporta uma vez reidratado o material, sendo que a diminuição de solubilidade na proteína miofibrilar pode ser evitada mediante o uso de crioprotetores, tais como a sacarose.

MALVIND (1981), em sua revisão sobre perdas nutricionais nos processos de salga e defumação, encontrou que estes não afetarão o valor biológico das proteínas. Por outro lado, secando cação com coletor solar a temperaturas até 42 °C o produto salgado e seco obtido foi comparável em qualidade com o bacalhau importado, e a eficiência de secagem foi consideravelmente maior para material submetido a períodos de repouso, o tempo efetivo da secagem foi reduzido à metade para períodos de repouso de 15 horas por dia.

ZAIN & YUSOF (1982) apontaram que a secagem deve realizar-se nas melhores condições sanitárias possíveis, a umidade e o conteúdo do sal devem ser controlados visando

garantir a estabilidade e qualidade final do produto. Estes fatores podem se converter em termos de atividade de água (Aa) usando o método de DOE et alii (1982). Por outro lado encontraram que a grande maioria dos produtos salgados secos comercializados na Malásia possui Aa de 0,75, de acordo com o método referenciado. Os conteúdos de sal para peixes com mais de 600 g estão entre 20 e 24% BU e conteúdos de umidade entre 33 e 40% BU, para peixes entre 50 e 600 g os conteúdos de sal estão entre 14 e 23% BU e umidade entre 24 e 42% BU; para peixes com menos de 50 g os conteúdos de sal estão entre 9 a 25% BU e umidade entre 13 e 35% BU.

RUSTAD & NESSE (1983), trabalhando na avaliação do efeito térmico sobre músculo picado de capelin (peixe do ártico), encontraram que a solubilidade das proteínas e capacidade de retenção de água diminuía com o aumento da temperatura e umidade, sendo conseqüentemente mais estáveis ao tratamento térmico a baixas umidades. As diferenças entre os efeitos do tratamento térmico e da secagem foram mínimas, sendo melhor o comportamento na secagem. A diminuição da capacidade de retenção de água começou aos 30 - 35 °C e da solubilidade da proteína aos 40 - 50 °C, independente do conteúdo de umidade na faixa de 30 a 70% de água.

MAGNUSSEN et alii (1985), estudando o dimensionamento de bomba de calor para secagem de peixe (salgado e não salgado) consideraram dois períodos de secagem: a velocidade constante e decrescente, encontrando que para o tempo total de secagem o incremento na velocidade do ar de 0,5 a 1,0 m/s

provocava aumento de 16% na produção e de 0,5 a 2,0 m/s aumento de 22% na produção. Quanto às temperaturas de secagem o incremento de 10 a 20 °C provocou o aumento de 70% e de 10 a 30 °C de 100% na produção. Por outro lado, mesmo que estes autores considerem que a prensagem produz um aumento da superfície de secagem, paralela ao fluxo de ar, não fornecem nenhum dado concreto a respeito.

HEINIS et alii (1985) encontraram que para ova de tainha não prensada, se secada de maneira contínua, requer temperaturas do ar abaixo de 31,1 °C para produzir um produto aceitável. No caso de ovas prensadas depois a cada 12 horas de secagem com temperatura de 36,7 °C obtém-se produto aceitável, além de que a pressão aumenta a taxa de secagem, pois independente da umidade relativa para três temperaturas de bulbo seco (31,1; 36,7 e 45 °C) a taxa de secagem foi maior.

Por outro lado a taxa de fluxo de ar não apresentou efeito sobre a secagem pois os resultados obtidos foram os mesmos para velocidade de 2,0 e 0,28 m/s, indicando que a taxa de secagem foi controlada pela taxa de difusão do centro à periferia e não pela taxa de remoção de umidade da superfície, assim mesmo a relação de conteúdos de umidade exterior e interior foi maior para o produto prensado, indicando uma melhor distribuição de umidade no produto seco.

Outro fato relevante encontrado por HEINIS et alii (1986) foi que as altas umidades relativas parecem produzir

ova de cor mais clara, provavelmente como consequência de sua taxa de secagem mais baixa.

ZAPATA et alii (1986) em salga rápida e secagem de tilápia do Nilo trabalhando com temperaturas entre 37 e 40 °C mediante circulação forçada em estufa encontraram que a fração proteica manteve-se quase inalterada com perdas inferiores a 4% e rancidez oxidativa na fase gordurosa do músculo, determinada pelo método de TBA (ácido tiobarbitúrico) que foi bastante baixa durante a moagem e a salga, com números de TBA (mg de malonaldeído por 1000 g de amostra) entre 0,34 e 0,66 teve um aumento substancial para valores de 3 a 6 logo após a secagem tanto no sol como à estufa, continuou a aumentar durante a estocagem para valores de 11 a 12, observando-se decréscimo após 45 dias para valores de 4 a 5 aos 60 dias, e de 2 a 3 aos 90 dias. Este decréscimo foi relatado por QUEIROZ et alii (1977) para corvina (Micropogon furnieri) salgada e seca.

ZAPATA et alii concluem que "este fato sugere um estudo mais completo da relação existente entre o grau de rancidez oxidativa (medida pela técnica de TBA) e as características de aceitação destes produtos de peixe".

KURANDE & BARANOWSKI (1987) apresentam diversos modelos para estimar a rancidez oxidativa pelo números de TBARS (a níveis de substâncias reativas) incorporando porcentagem de lipídeos e seu tempo para ganho de 1% em peso e, os conteúdos totais de ferro, mioglobina e hemoglobina.

Por outro lado, AGUERRE et alii (1986), trabalhando com arroz a temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C e velocidades de ar entre 0,26 e 2,12, m/s, encontraram que a velocidade do ar não afeta a taxa de secagem.

VAN DENDER et alii (1986), na revisão sobre o efeito da desidratação sobre as qualidades proteicas dos alimentos, encontraram que para altas temperaturas as perdas em aminoácidos são apreciáveis. Em peixes, a secagem a 85 °C acarreta uma perda de 10 a 20% em lisina e a 121 °C de 70% em cistina num período de 12 horas, assim mesmo, a oxidação de lipídeos evidenciada pelo escurecimento do musculo provoca a diminuição de ácidos livres e lisina disponíveis.

CORNEJO (1987), na construção e avaliação de secador para pescado salgado, depois de testar ampla faixa de temperaturas, umidades relativas e velocidades de ar com filés de cação salgado à saturação, recomenda os seguintes parâmetros para a secagem: temperaturas entre 35 e 40 °C, umidades relativas entre 40 e 50% e velocidades do ar entre 0,5 e 1,0 m/s.

5. Armazenagem

5.1. Aspectos microbiológicos

ZAITSEV et alii (1969a) relatam que o músculo de peixes, que contém mais substâncias nitrogenadas não proteicas responsáveis pelo odor e aroma característicos do pescado, são também mais vulneráveis à ação das bactérias do que as proteínas, ficando assim mais susceptíveis à deterioração. Estas substâncias são mais abundantes nos peixes marinhos do que em peixes de água doce.

Segundo ICMSF (1980) o pescado sadio é geralmente estéril, mas pode-se encontrar bactérias na pele, guelras e intestinos. Peixes recém-capturados podem apresentar as seguintes contagens: de 10^2 a 10^7 bactérias por cm^2 na pele, de 10^3 a 10^9 bactérias por g nas guelras e intestinos.

LEITÃO (1977) comenta que "dentre os produtos de origem animal, os peixes são os mais susceptíveis a processos de deterioração ou alterações, seja por autólise, oxidação e hidrólise de lipídeos, ou por oxidação de microorganismos. Assim é fundamental que no processamento sejam adotadas medidas para reduzir ao mínimo a ação desses fatores, visando a obtenção de um produto final em condições adequadas".

Após ampla revisão sobre a microflora natural do pescado, LEITÃO (1977) apresenta como comuns a tais microorganismos as seguintes características:

1) Na grande maioria são psicrotróficos, capazes de se desenvolver em temperaturas abaixo de 20 °C e sob refrigeração.

2) Possuem pequena ou nenhuma atividade fermentativa sobre os carboidratos.

3) Apresentam comumente atividades proteolíticas e lipolíticas.

4) Não são patogênicos.

5) Usualmente são aeróbicos, com metabolismo oxidativo.

Imediatamente após a captura, o pescado entra em contato com outros ambientes que podem provocar alterações na microflora, como o manuseio em maior ou menor intensidade, o gelo, o contato com superfícies ou equipamentos.

Nessas condições, bactérias patogênicas (*S. aureus*, *Salmonella*) ou indicadores de contaminação fecal (*E. coli*, outros coliformes, estreptococos fecais) e outros microorganismos deterioradores não patogênicos podem ser acrescentados à microflora.

Por outro lado, levando em conta que o "rigor mortis" está intimamente relacionado com o tempo de conservação do pescado, pois a deterioração bacteriana não se inicia até o término deste. O "rigor mortis" consiste, segundo ZAITSEV et alii (1969b), no endurecimento do corpo como resultado de

complexas mudanças bioquímicas nos músculos produzindo contrações e enrijecimento.

Este processo pode ser colocado de acordo com o seguinte modelo:

Quando o peixe morre, os componentes orgânicos de seus músculos quebram, devido às enzimas dos tecidos, as quais permanecem ativas. No estágio inicial a substância que se hidrolisa mais rapidamente é o glicogênio, levando a uma acumulação de ácido láctico nos músculos e reduzindo seu pH. Este volta a estimular as enzimas que hidrolizam os fosfatos orgânicos. O primeiro fosfato a se quebrar é a creatina-fosfato, formando creatina e ácido fosfórico), seguida um pouco mais tarde por adenosina trifosfato ou ATP (formando ADP e ácido fosfórico)

A quebra de ATP devido ao qual as principais proteínas dos músculos (miosina e actina) são retidas em formas dissociadas, leva ao início da resolução lenta do complexo actomiosina; a formação de actomiosina é acompanhada por uma mudança do estado coloidal das proteínas provocando a contração miofibrilar e o correspondente endurecimento, produzindo o "rigor mortis".

Dentre os padrões microbiológicos para peixes LEITÃO (1977) destaca os seguintes: a) contagem total em placas, b) contagem de bactérias indicadoras de contaminação fecal, sendo os coliformes e particularmente o Escherichia coli, os melhores indicadores de contaminação fecal do alimento, c) Salmonella, sendo sua presença em um alimento razão

suficiente para a sua rejeição, d) Staphylococcus aureus, responsável por processo de intoxicação caracterizado por vômitos e diarreia intensos, no entanto, para que ocorra é necessária sua presença em número elevado (10^6 a 10^7 /g), e) Vibrio parahaemolyticus, constatado com frequência em pescado recém capturado, sendo parcialmente inibida ou destruída na ausência de sal, sua dose de infecção também é elevada, ao redor de 10^6 a 10^9 células.

Posteriormente, LEITÃO (1979), aprofundando os estudos sobre a resistência de bactérias patogênicas ao sal, conceitua que soluções salinas a 10% (Aa = 0,94) já inibem o desenvolvimento da grande maioria das bactérias, inclusive as patogênicas, sendo que em concentrações de 22% (Aa = 0,86) também S. aureus a bactéria patogênica de maior tolerância, cessa seu desenvolvimento. Em consequência disso a preservação do produto salgado é atribuída ao efeito inibidor que, de maneira conjugada, exercem a diminuição de Aa e o aumento da concentração salina.

LEITÃO et alii (1983) encontraram que para o tecido muscular de sardinhas, o Aa limitante para a proliferação de C. butolinum e S. aureus (0,93 - 0,94) corresponde a teor de umidade entre 60 e 61%.

FERREIRA & BERRAQUET (1980) recomendam, para a indústria de pescado, além dos exames microbiológicos do produto, fazer o controle de qualidade da água de processamento, principalmente nos níveis de cloração e o grau de dureza da água.

ORTIZ et alii (1980) em sua revisão sobre os diferentes materiais e tipos de embalagens empregados para pescado salgado, comenta que o polietileno de baixa densidade (processo de alta pressão) mais utilizado para a produção de sacos envoltórios, tem como características marcantes a baixa permeabilidade ao vapor de água, alta elasticidade, resistência quanto a soluções salinas a baixas temperaturas e ótima termosoldabilidade. Entretanto, não constitui barreira eficiente a gases e à passagem de gordura. Mesmo assim tem sido empregado no acondicionamento de sardinha salgada e prensada, mas não oferece a proteção exigida pelo produto. Por outro lado, embalagens de polietileno de alta densidade podem ser utilizadas para o bacalhau salgado e produtos congêneres, embora o custo e disponibilidade restrinjam o seu uso.

TORRANO & OKADA (1977) armazenaram cação salgado e seco com umidade final entre 35 e 39% BU, conteúdo de sal maior que 20% BU à temperatura ambiente e em sacos plásticos, concluindo que quanto à vida de prateleira o produto demonstrou ser bastante estável, tanto no aspecto bioquímico como microbiológico, durante a estocagem de 90 dias.

LEITÃO et alii (1983) relatam que o cloreto de sódio exerce outros efeitos deletérios sobre os microorganismos, dentre eles a ionização em solução, liberando o íon Cl^- , que é tóxico, a redução da solubilidade de oxigênio nas soluções, a maior sensibilidade das células de CO_2 e a interferência na atividade de enzimas proteolíticas. Ainda

segundo LEITÃO et alii (1983), a toxina botulínica pré-formada no alimento permanece estável mesmo em concentrações salinas bastante elevadas, até 26,6%. Daí a importância de realizar a salga o mais rapidamente possível após a captura pois a inibição posterior do crescimento não inativaria as toxinas pré formadas, bastante estáveis em meios fortemente salinos.

BERRAQUET & LINDO (1985), na sua revisão, relatam que um período de "rigor mortis" mais longo, o que pode ser conseguido empregando-se métodos apropriados de captura, manuseio e estocagem, bloquearia por completo a permeabilidade das células para a troca de substâncias conferindo ao pescado melhores propriedades de conservação e organolépticas. Uma vez terminado o "rigor mortis", as alterações químicas e microbiológicas que se processam no músculo se desencadeiam mais rapidamente.

BITTO et alii (1983), citado por IWAMOTO et alii (1987), apresentaram um método para medir o índice de rigor em peixes. O método em referência relaciona a deformação do peixe (como consequência do rigor mortis) quando colocado numa mesa horizontal com o seu semi comprimento.

IWAMOTO et alii (1985), citado por IWAMOTO et alii (1987) reportam que a degradação da taxa de ATP com Sea bream (peixe da famílias das carpas) foi mais retardada a 10 °C do que a 0 °C; no caso de Pagrus maior, a temperatura de 5 °C foi mais efetiva para o rigor mortis, porém 10 °C retardou mais eficientemente a degradação de ATP, partindo

do fato de que o "rigor mortis" é bem conhecido quando a ATP decresce até determinada concentração.

Recentemente IWAMOTO et alii (1987), trabalhando com músculo de Paralichthys olivaceus e examinando as mudanças na tensão de rigor e na degradação de ATP encontraram que a taxa de degradação de ATP foi mais baixa a 5 e 15 °C do que a 0 °C, sendo que a acumulação de ácido láctico correlaciona muito bem com o decréscimo de ATP. O índice de rigor foi medido de acordo com BITO et alii (1983) e IWAMOTO & YAMANAKA (1986), citados por eles mesmos.

ZAPATA et alii (1986) durante a armazenagem de tilápia do Nilo encontraram que: "a temperatura de refrigeração, embora ineficiente no controle da rancidez oxidativa e do crescimento de bolores e leveduras no produto mostrou-se eficaz para retardar a proliferação de bactérias halofílicas durante os 90 dias de estocagem".

VILLEMURE et alii (1986) conseguiram aumentar a vida útil do peixe "in natura" armazenando-o em atmosfera controlada de dióxido de carbono a temperaturas em torno de 0,1 °C.

5.2. Aspectos sensoriais

BERRAQUET et alii (1975), nos testes de aceitação de cação salgado seco, previamente moído e prensado, concluíram que a melhor maneira de se retirar o sal seria a imersão em água fria pois o teste de degustação indicou que a retirada

do sal por fervuras sucessivas provocava completa insipidez do produto, sendo que o tempo de imersão de 4 horas facilita a reidratação do produto.

Posteriormente MORI & BERRAQUET (1983) conceituam que: "a avaliação organoléptica desempenha papel fundamental em qualquer programa de controle de qualidade de alimentos, pois o fator que determina a aceitação de um produto como alimento é a resposta humana".

EHRENBERG & SHEWAN (1960), citados por MORI & BERRAQUET (1983), verificaram que ao se provar seis ou setenta e duas amostras de peixe magro no mesmo dia, a acuidade e a sensibilidade dos provadores não foram afetadas.

Continuando com MORI & BERRAQUET (1983): "quando o peixe é objeto de teste, o primeiro critério de seleção é assegurar-se de que todos os membros da equipe gostem e tenham interesse e o consumam regularmente".

SAWYER et alii (1988) avaliaram 18 espécies do Atlântico, comuns para os consumidores, em um bloco de 13 atributos sensoriais, encontrando que os dados reportados pelos especialistas apresentam boa correlação com os do pessoal treinado e o consumidor comum, especialmente nos atributos mais destacados. No caso do peixe cozido a aceitação não tem mudado muito nos últimos 30 anos, onde o sabor é o fator mais importante e a textura possui relativa importância para aqueles que não gostam de peixe. Por outro lado, encontrou-se que o consumidor usa um segmento muito

pequena da faixa percentual empregada por provadores treinados.

4. 3. 1.

Salga

A salga úmida se apresenta como a melhor alternativa de salga, especialmente para este tipo de pesquisa, onde se precisa garantir material homogêneo. Esta deve iniciar-se no menor tempo possível, usando sal de diferentes granulometrias e da melhor qualidade microbiológica.

A temperatura não parece influir na duração do processo de salga, porém as baixas temperaturas possibilitam melhor distribuição do sal nos tecidos e para algumas espécies temperaturas entre 5 e 15 °C retardam a resolução do "rigor mortis". Este último aspecto é de vital importância em qualquer processo de conservação de pescado, ainda que a maioria da microflora natural dos peixes desenvolva-se a temperaturas inferiores a 20 °C.

Não encontrou-se nenhuma evidência do uso do refratômetro para acompanhar o processo de salga.

As vantagens comparativas das salgadas leve e forte são bastante discutidas nos diferentes processos, não encontrando-se explicações conclusivas para processos que envolvam prensagens.

Prensagem

Tem sido reportada como benéfica a determinados níveis de pressão, entre 1 e 15 kgf/cm² e tempos variáveis; para melhorar as propriedades organolépticas do pescado, assim como para acelerar o processo de remoção de umidade.

Secagem

Quanto à determinação de isotermas de sorção têm-se realizado grandes avanços na avaliação de parâmetros e validação de isotermas para diferentes produtos, porém para o caso de pescado as informações são bastante escassas, sendo ainda referência obrigatória o trabalho desenvolvido por JASON (1958). A importância das determinações de atividade de água a_w , é cada vez mais evidente tanto no plano teórico como coadjuvante para desvendar o problema da remoção de umidade como no plano tecnológico na problemática própria do processamento.

Quanto à determinação da cinética de secagem a habilidade do pesquisador e os levantamentos experimentais ainda são fundamentais neste campo, sendo que a teoria difusional baseada na Lei de Fick apresenta a maior receptividade no acompanhamento da secagem.

Assumindo que a secagem de peixe salgado-prensado vai-se dar no período de velocidade decrescente os parâmetros da secagem serão os seguintes: velocidade de cerca de 0,5 m/s,

temperatura inferior a 40 °C e umidade relativa de aproximadamente 50%, dentro das limitações experimentais.

Para a armazenagem prolongada a umidade final do peixe deve estar abaixo de 35% BU e o uso de embalagens em bolsas plásticas parece ser razoável, os produtos salgados diminuem sua atividade de água com o aumento da temperatura.

Para os testes sensoriais é conveniente efetuar a desalga do produto em água a temperatura ambiente e assegurar-se que todos os provadores possuam conhecimento e afinidade com o produto.

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. Material

1.1. Matéria-prima

- Peixes: Foram adquiridos 139,2 kg de reprodutores de Tilapia Nilótica por doação da Companhia Energética de São Paulo (CESP). Esse material, correspondente a 132 peixes com peso médio de 1,05 kg, é proveniente da estação de aquicultura da CESP localizada em Promissão, S.P.

- Mistura de sal grosso ou industrial e sal iodado (comercial de cozinha), na proporção de 1:2, sem tratamento adicional.

1.2. Equipamentos e material em geral

- Recipientes plásticos de 40 litros de capacidade.

- Tanques de aço inoxidável de capacidade aproximada de 300 litros.

- Refratômetro manual marca "ATAGO" modelo ATC-1 de fabricação japonesa provido de compensação automática de temperatura e escala de leitura de 0-32% em Brix.

- Balança analítica marca "Ainsworth" U.S. Pat. 3019.846, Denver-Colorado, com quatro casas decimais em gramas.

- Balança semi-analítica marca "Mettler", modelo P1210N com duas casas decimais em gramas.
- Prensa hidráulica marca "Shulz" No. de fabricação 1510867835 com escala de 1 a 15 ton. Fabricação nacional, Joinville, S.C.
- Blocos de madeira, dois (2), da espécie Peroba Rosa (Aspidosperma polyneron) cujo módulo de ruptura seca-Mors varia desde 506 até 580 kgf/cm² e limite de proporcionalidade LP desde 229 até 317 kgf/cm² dependendo de sua procedência (IPT, 1956).
- Secador "apropriado" para secagem de pescado (vide figura 2), construído por CORNEJO, F. (1987).
- Regulador de temperatura marca "Engro" para ajuste fino de temperatura ao ar, escala de ajuste de 0-200 °C.
- Termômetro de bulbo seco e úmido escala 0:50 °C.
- Velômetro marca "Alnor", modelo 6000-p com acessórios para medição da velocidade do ar na escala 0-1,5 m/s e 0-6,0 m/s.
- Estufa marca "Fanem", modelo 315 SE de fabricação nacional, S.P., Brasil.
- Reagentes químicos grau analítico, meios de cultura microbiana e material comum de laboratório.
- Laboratório de testes sensoriais da FEA-Unicamp.
- Digestor modelo 40-25, marca "Sarge Aparelhos Científicos Ltda." Piracicaba, S.P.
- Destilador de proteínas.
- Mufla (para cinzas).

- Moinho de laboratório marca "Brown Aromatic", modelo KSH2.
- Homogenizador marca "Phoenix", modelo HS22.
- Vidraria (placas de petri, dessecadores, tubos de ensaio, pipetas, buretas, etc.).

2. Métodos

2.1. Preparo da Matéria Prima

Esta operação se realizou nas instalações da CESP em Promissão, SP. Após a captura, os peixes vivos foram trasladados para uma sala de trabalho onde procedeu-se à remoção das cabeças e nadadeiras assim com à abertura longitudinal e limpeza interior. A medida que se realizavam estas operações o produto ia sendo lavado, pesado e colocado em embalagens plásticas contendo duas salmouras com concentrações de 42,8 e 28% BU respectivamente previamente preparadas, constituindo seis (6) lotes (três para cada tipo de salmoura) cada um de vinte (20) peixes. Completada esta operação as embalagens foram fechadas hermeticamente.

Os peixes não submetidos à salmoura foram transportados em embalagens isoladas termicamente, misturados com abundante quantidade de gelo, de tal maneira que depois de cinco horas de viagem ainda tinham água em estado sólido. Estes peixes foram utilizados em análises sensoriais e testes microbiológicos de produto "in natura".

2.2. Processo de Salga

No laboratório de pescado da FEA-Unicamp, os filés com salmoura foram transferidos para dois tanques de aço inoxidável onde permaneceram durante 10 (dez) dias submersos na salmoura. Para este propósito colocou-se uma lâmina de isopor com pesos adicionais sobre sua superfície. Os tanques que continham a salmoura foram agitados em média seis (6) vezes por dia.

O material que não foi tratado permaneceu até 20 dias nos tanques para observação periódica das mudanças físicas.

2.2.1. Amostras e Medições

Nas Salmouras: Realizaram-se registros de temperatura e leituras de refratômetro a cada vinte quatro (24) horas. Por outro lado, tomaram-se cêrca de 70 ml. de salmoura previamente agitada, para posteriores análises químicas; visando estimar as variáveis na composição da salmoura e conseqüentemente a confiabilidade dos dados obtidos com o refratômetro, mediante teste estatístico de comparação de dois tratamentos em grupos independentes sugerida por BHATTACHARYYA & JOHNSON (1977).

No Produto: Concomitante com a tomada de amostras das salmouras foram tiradas aleatoriamente de cada uma delas, dois filés destinados às análises químicas. Para este propósito, uma vez retirada a pele, os filés foram picados

em cubos de volume inferior a 1 cm^3 que misturados constituíram 4 (quatro) amostras de aproximadamente 50 gramas. Estas amostras foram levadas à estufa com a finalidade de obter os testes de umidade, reservando-se os resíduos para outras determinações químicas.

2.3. Prensagem

Realizada na prensa hidráulica provida de dois blocos de madeira devidamente aparelhados e de guias para evitar que o bloco superior girasse no momento da compressão do filé, que foi colocado sobre o bloco inferior.

Os filés retirados da salmoura foram secos superficialmente com papel, pesados em balança semi-analítica e determinada sua área, com a ajuda de matrizes feitas em papel milimetrado, para estimar a pressão em kgf/cm^2 a que deviam ser submetidos. Esta operação foi realizada individualmente para cada filé.

As características das peças de madeira (L.P.) 229 kgf/cm^2) garantiram ausência de deformação durante a compressão dos filés para as pressões de trabalho, exercendo pressão uniforme sobre os mesmos.

2.3.1. Determinação das Pressões de Trabalho

O limite superior de pressão exercida sobre os filés foi decidida, além da revisão bibliográfica,

fundamentalmente pelo comportamento estrutural do produto, pois para os filés provenientes de salga fraca, pressões superiores a 10 kgf/cm², na maioria dos casos, destroçavam completamente o filé. O limite inferior de aproximadamente 3,0 kgf/cm² mostrou-se de acordo com o apresentado em revisão bibliográfica. A terceira pressão do teste, foi definida pelo ponto médio entre as duas pressões exercidas anteriormente para cada tipo de salga, ou seja, cêrca de 6 kgf/cm².

2.3.2. Determinação do Tempo de Prensagem

Realizaram-se testes preliminares encontrando-se que a variação de peso do filé depois de trinta (30) segundos de prensagem era praticamente desprezível; este tempo corresponde ao tempo transcorrido desde o momento em que se atingiu a pressão previamente estabelecida, até o momento em que foi liberada a força; a operação total da prensagem levou um tempo médio de 2 minutos para cada filé.

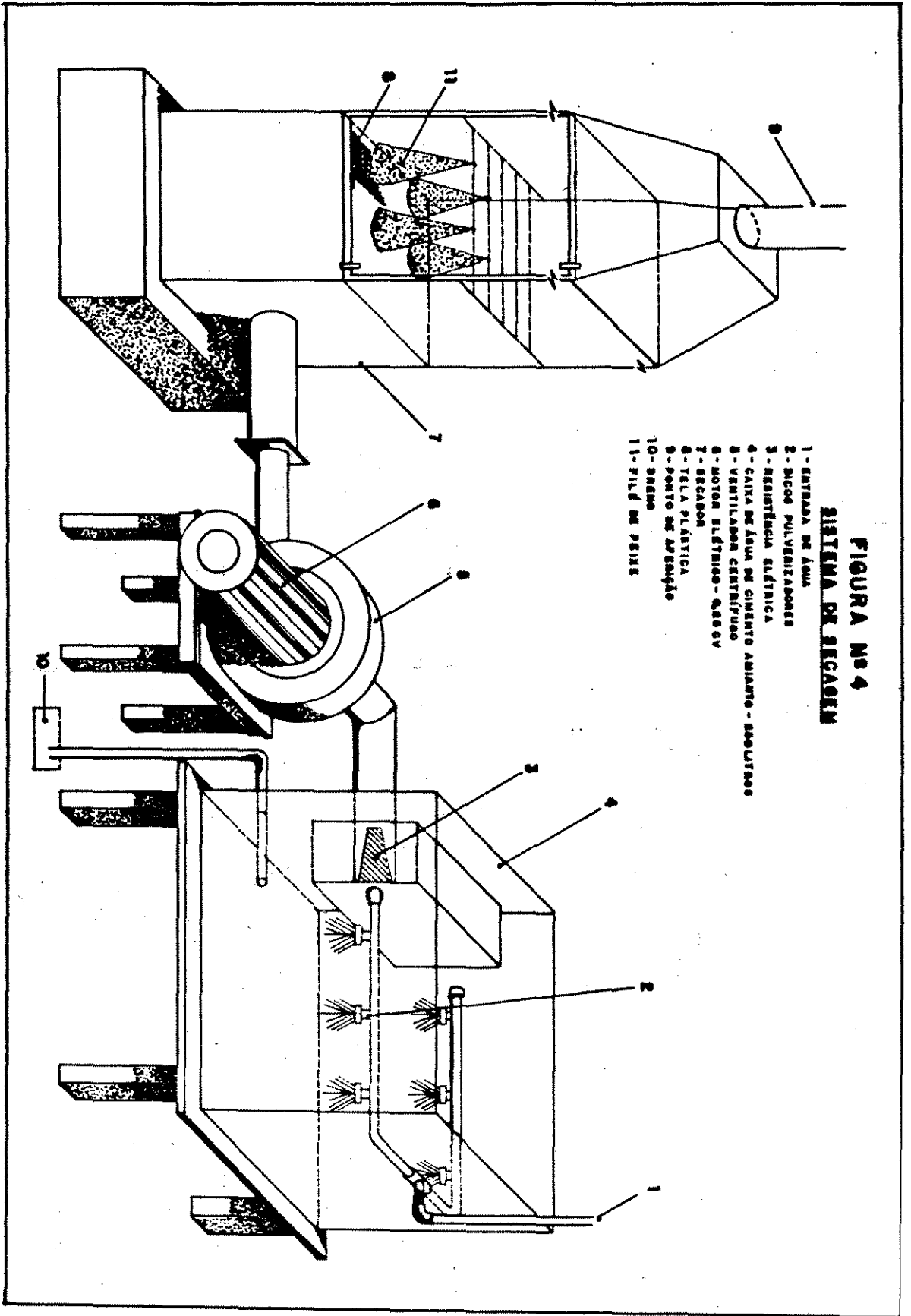
2.4. Secagem

2.4.1. Descrição do Sistema de Secagem

O sistema de secagem utilizado nas experiências foi basicamente construído por CORNEJO(1987) e consta fundamentalmente de três compartimentos (vide figura 4). No

FIGURA Nº 4
SISTEMA DE SECAGEM

- 1 - ENTRADA DE ÁGUA
- 2 - BICO PULVERIZADORES
- 3 - ASSISTÊNCIA ELÉTRICA
- 4 - CAIXA DE ÁGUA DE CIMENTO AMIANTO - SOLUTIVO
- 5 - VENTILADOR CENTRÍFUGO
- 6 - MOTOR ELÉTRICO - 2200V
- 7 - ESCABON
- 8 - TELA PLÁSTICA
- 9 - PÊDRO DE ABRASÃO
- 10 - ANEJO
- 11 - FILÉ DE PEIXE



primeiro compartimento, com a utilização do processo de desumidificação por aspersão de água através de bicos pulverizadores consegue-se resfriar e desumidificar o ar ambiente. No segundo compartimento o ar é aquecido por um conjunto de resistências elétricas e injetado num terceiro compartimento (câmara de secagem), construído em lâmina de triplex, revestido internamente com papel alumínio. Este revestimento tem por finalidade evitar a absorção de odores (por parte dos filés) provenientes da madeira nova. Esta contaminação poderia afetar os resultados dos futuros testes sensoriais.

2.4.2. Controle na Operação de Secagem

No decorrer da operação de secagem foram realizadas as seguintes medições:

Temperatura

As temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco do ar de secagem foram levantadas na entrada e na saída da câmara em dutos onde garantir-se-ia velocidade superior a 3m/s, condição indispensável para medir a temperatura de bulbo úmido. A temperatura foi controlada mediante o regulador de temperatura descrito anteriormente, ligado à unidade aquecedora. O compartimento encarregado de resfriar e desumidificar o ar operou de maneira ininterrupta. A temperatura máxima estabelecida foi de 39 °C com margem de

mais ou menos 1 °C; a umidade relativa resultante foi de 43% com uma margem de mais ou menos 3%.

Velocidade do Ar

A velocidade do ar foi medida através do velômetro descrito anteriormente, colocado no duto de saída da câmara de secagem; conhecidas as áreas do duto, da câmara e das áreas (perpendiculares ao fluxo do ar) dos filés, encontrou-se a velocidade do ar na secagem, que foi em média de 0,39 m/s.

Variação de peso

Em todos os experimentos a variação de peso foi determinada em balança semianalítica. No final de cada corrida experimental amostras que representavam a totalidade do filé foram pesadas em balança analítica e levadas à estufa a 105 °C durante 24 horas, pesando-se novamente e obtendo-se o conteúdo final de umidade. De posse dessas medidas, obteve-se a variação de umidade durante a secagem.

Para cada corrida foram necessárias medidas experimentais regulares e ininterruptas durante 10 dias, até atingir a umidade de equilíbrio permitindo visualizar em sua totalidade a cinética de secagem. O material destinado às análises químicas, microbiológicas e testes sensoriais foi secado nas mesmas condições anteriores mas só até atingir um teor de umidade de aproximadamente 32%.

Espessura final

A espessura final do produto seco foi determinada mediante paquímetro, tomando medidas a cada centímetro para se obter a espessura média de cada filé.

2.4.3. Posicionamento dos filés na câmara de secagem

Para este propósito colocaram-se hastes metálicas de 1/4 de polegada atravessando horizontalmente a câmara, distanciadas 6 cm entre si. Nestas estruturas que simulavam estantes foram suspensos os filés de cada corrida por ganchos em forma de 'S' colocados na zona da cauda de tal maneira que o ar passasse paralelamente às superfícies dos mesmos. Cada filé foi identificado com um número colocado numa fita aderida ao respectivo gancho.

2.4.4. Tratamento dos dados

Os dados foram tratados obtendo inicialmente a relação de umidade $MR = (M - M_e)/(M_0 - M_e)$ descrita na Revisão Bibliográfica. Posteriormente e de acordo com os resultados obtidos por PARK (1987) utilizou-se a equação de LEWIS (1921) e SHERWOOD (1929a,b) de série de Fourier, utilizando os 3 (três) primeiros termos da série para obter valores de difusividade efetiva. O tratamento estatístico na estimação de parâmetros foi feito através do programa SAS (Statistical Analysis System).

2.5. Armazenagem

A armazenagem foi feita sob condições ambientais da Unicamp, Campinas, durante os meses de outubro de 1987 a março de 1988, com predominância de altas temperaturas características do verão nesta região do país. Os dados de temperatura e umidade realtiva foram registrados no posto meteorológicos da Faculdade de Engenharia Agrícola.

O material foi colocado individualmente em bolsas de polietileno de baixa densidade, fechadas com fita adesiva armazenadas em caixa plástica, evitando-se a ação direta dos raios solares.

2.5.1. Análise química

A análise química constou das determinações de umidade, proteína e cinzas, segundo as técnicas da AOAC (1984), o sal foi determinado pelo método do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976) modificado pela FEA/UNICAMP e os lipídeos pelo método de BLIGH & DYER (1959).

As determinações foram feitas em duplicata (e repetidas quando as médias não foram comparáveis) para o peixe em estado "in natura" e depois de cada uma das operações de salga, prensagem e secagem, assim como também para amostras tomadas a cada 24 horas durante o período da salga tanto para os filés como para as salmouras, como explicado no item 2.2.1.

2.5.2. Exames Microbiológicos

Estes exames foram realizados no laboratório de microbiologia da FEA/UNICAMP, para o peixe em estado "in natura" e posteriormente (aos 15, 67, 103 e 153 dias após a captura) para filés tratados (salgado, prensado e seco) armazenados em condições ambientais com conteúdo de umidade de cerca de 33%.

As determinações microbiológicas consistiram de : Salmonella, coliformes totais e fecais, Staphylococcus aureus, Vibrio parahaemolyticus, microorganismos psicrotróficos e mesófilos e os métodos de análise de acordo com SPECK (1976).

2.5.3. Testes Sensoriais

Estes testes foram feitos para peixe "in natura" e para produtos tratados (no início e no final da armazenagem correspondendo aos 15 e 167 dias após a captura) no laboratório de testes sensoriais da FEA/UNICAMP de acordo com a metodologia padronizada do laboratório.

Peixe "in natura"

O teste foi feito usando-se o método de Escala não estruturada de 9 pontos para os testes de odor, sabor, textura e aparência (Tabela 2).As amostras foram degustados por 10 pessoas.

O preparo das amostras consistiu em descamar o pescado, formando 10 amostras de cerca de 40 g que foram levadas ao

forno durante 25 minutos à temperatura de 210 °C, sem adição de sal e servidos ainda quentes aos provadores.

Peixe salgado, prensado e seco

O início deste teste corresponde ao segundo dia após a secagem do produto.

Foram degustadas seis amostras, que correspondiam a filés procedentes de dois tipos de salga e três níveis de pressão. Os testes foram realizados durante cinco dias, de

Tabela 2. Formulário de testes sensoriais

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. Amostra	Pobre	Excelente
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

ODOR

No. Amostra	Muito desagradável	Muito agradável
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

SABOR

No. Amostra	Não característico	Característico
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

TEXTURA

No. Amostra	Dura	Ideal	Macia
-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----

COMENTÁRIOS:

manhã e à tarde, empregando 8 provadores. O preparo das amostras consistiu, inicialmente em deixar os files submersos em água durante quatro horas, tomando-se cuidado em não agitar os recipientes. A quantidade de água utilizada para os filés provenientes da salga fraca foi de seis vezes seu peso e para os provenientes da salga forte foi de sete vezes seu peso. Após este tempo os recipientes foram colocados ao fogo e retirados depois de 10 minutos de fervura. Em seguida os filés foram cortados em porções de aproximadamente 6 gramas, envolvidos em papel de alumínio e

servidos aos provadores de acordo com a codificação previamente estabelecida.

Tratamento estatístico

Pretendeu-se, além de avaliar a qualidade dos filés, determinar a diferença entre os tratamentos a um nível de 5% de significância. As amostras selecionadas tinham características similares quanto à umidade e peso.

Tanto a escala como os testes foram os mesmos que os utilizados para peixe "in natura", o delineamento estatístico escolhido foi o de blocos incompletos tipo 3 (BHATTACHARYYA & JOHNSON, 1977), onde $t=6$, $K=3$, $r=5$, $b=10$, $l=2$ e $E=0,80$, sendo:

t: número de tratamentos

K: número de unidades por bloco

r: número de repetições

b: número de blocos

l: número de vezes que um tratamento aparece com outro

E: grau de eficiência do tratamento.

O sorteio realizado foi o seguinte:

1. (1) (2) (5) 6. (6) (1) (3)

2. (2) (1) (6) 7. (4) (5) (1)

3. (4) (3) (1) 8. (6) (2) (4)

4. (3) (4) (2) 9. (3) (5) (6)

5. (5) (2) (3) 10. (5) (6) (4)

Em que as amostras correspondem a filés provenientes de:

- (1) Salga fraca com alta pressão
- (2) Salga fraca com baixa pressão
- (3) Salga forte com baixa pressão
- (4) Salga forte com alta pressão
- (5) Salga fraca com média pressão
- (6) Salga forte com média pressão

Segundo teste de produtos tratados

O início deste teste correspondeu aos 154 dias após a secagem do produto e já conhecidos os resultados dos primeiros testes do produto tratado. Foram seleccionadas duas amostras que foram degustadas por sete provadores durante dois dias.

A escala com os parâmetros foi a mesma dos testes anteriores, o delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso, onde $t=2$, $K=2$, $r=6$, $b=6$, $l=6$ e $E=0,80$.

O preparo das amostras foi semelhante ao do teste anterior e o sorteio realizado foi o seguinte:

1. (1) (2)
2. (2) (1)
3. (2) (1)
4. (1) (2)
5. (1) (2)
6. (2) (1)

Onde as amostras corresponderam a filés provenientes de:

(1) Salga fraca com pressão média

(2) Salga forte com pressão média

Deve-se acrescentar que todos os provadores tinham vinculação com o consumo e processamento de pescado.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Caracterização da matéria-prima

1.1 Rendimentos

No lugar de captura, para 120 exemplares, com relação ao peso total dos peixes "in natura" (127 kg), encontrou-se a seguinte representação média:

Filés limpos (com pele, colunas e caudas)	... 54,2%
Cabeças sem limpar	... 41,7%
Resíduos, vísceras e nadadeiras	... 3,1%

No laboratório, para 3 (três) peixes sem vísceras trazidos sob gelo, com um peso total de 3017 g encontrou-se a seguinte distribuição:

Cabeças com nadadeiras	... 31,16%
Colunas e caudas	... 13,31%
Filés sem peles	... 45,89%
Peles sem escamas	... 4,64%
escamas e resíduos	... 5,00%

Os rendimentos obtidos no laboratório são comparáveis com os relatados por TORRAND & SILVA (1977) para cação azul e superiores aos relatados por VIEIRA & SILVA (1986) para cangulo.

1.2. Análises químicas

A composição encontrada para o produto "in natura" foi a seguinte:

	Base úmida (%)	Base seca (%)
Umidade	75,919	315,265
Proteínas	19,749	82,0109
Lipídeos	2,692	11,1780
Cinzas	1,487	6,1739
Cloretos	0,278	1,1547

Os valores encontrados para umidade estão de acordo com os relatados por NETO (1984) E ZAPATA et alii (1986). Para proteínas o valor encontrado é superior aos relatados pelos mesmos autores, sendo comparável com o valor relatado por NOMURA (1984), de 20%. Quanto a lipídeos e cinzas, os valores são superiores aos reportados por NETO (1984) e inferiores aos reportados por ZAPATA et alii (1986). Estes últimos reportam uma porcentagem bem maior (4,11%) contra 1,04 a 1,10% reportados por NETO (1984).

1.3. Análises microbiológicas

Tabela 3. Análises microbiológicas
Tilápia "in natura" (no. de bactérias/g)

Teste	Cabeça	Parte média	Cauda
Mesófilas	$5,0 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^3$
Psicrotróficas	$1,2 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$
Coliformes totais (MPM) 4	9	4	4
<u>Vibrio parahaemoliticus</u> (-)	(-)	(+)	(-)
<u>Staphilococcus aureus</u>	ausente	ausente	ausente
<u>Salmonella</u>	ausente em 25 g	ausente em 25 g	ausente em 25 g

Os valores encontrados estão de acordo com o reportado por ICMF (1980) e as considerações feitas por LEITÃO (1977), encontrando-se o produto na faixa inferior da contaminação bacteriana normal.

1.4. Análise sensorial

De acordo com a metodologia descrita as médias encontradas foram as seguintes:

Aparência: 8,06 ; Odor: 7,98 ; Sabor: 8,96 ; Textura: 6,85.

Quanto à caracterização da matéria prima pode-se dizer:

- Possui um rendimento moderado a nível de campo, que pode ser melhorado sensivelmente mediante o aprimoramento da operação de corte de cabeça.

- Produto de alto teor proteico, com mediano a alto teor de gordura, baixa contaminação bacteriana e elevada aceitação sensorial.

2. Comportamento na salga

Para este propósito todos os cálculos foram feitos tendo como referência os valores das análises químicas obtidas na base seca relacionados no apêndice. Porém com o intuito de facilitar a visualização do processo dinâmico de salga foram elaboradas tabelas e figuras na base úmida.

2.1. Salga leve (fraca)

2.1.1. Análise química do produto

Tabela 4. Composição química centesimal do produto Salga leve

Dias de salga	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos
in natura	75,919	19,749	2,692	0,278
1	68,943	20,434	2,291	7,469
2	63,943	21,505	5,454	8,460
3	67,367	16,771	5,704	9,112
4	63,493	19,030	8,455	8,430
5	68,824	17,560	3,493	9,696
6	66,534	19,973	3,928	8,974
7	69,578	16,762	3,953	9,539
8	69,002	17,930	2,877	8,970
10	67,295	17,238	5,263	9,648

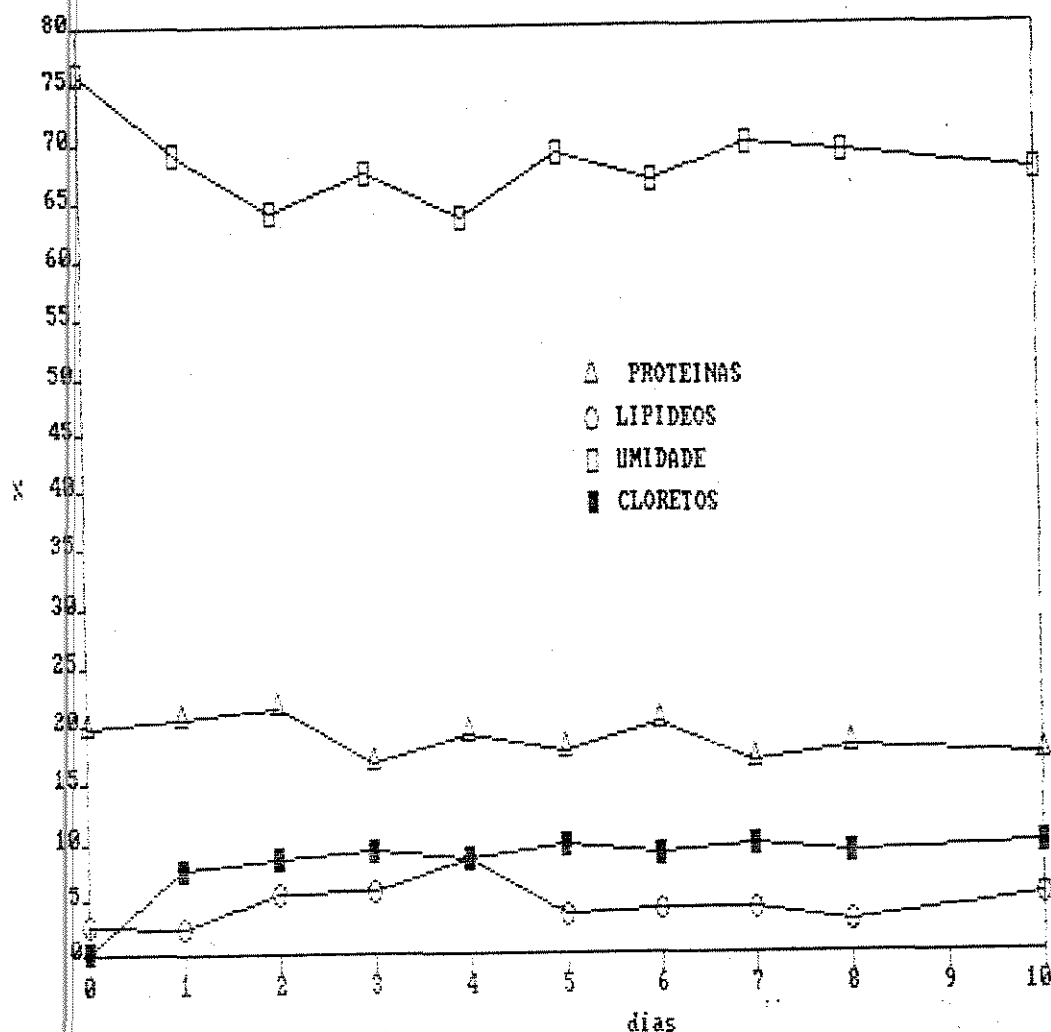


Figura 5. Composição química do produto - Salga leve.

2.1.2. Análise química da salmoura

Tabela 5. Composição química - Salmoura leve

Salga dias	Sólidos g/100 ml	Proteína g/100 ml	Cloretos g/100 ml	Lipídeos g/100 ml
1	22,546	0,689	22,0545	0,0194
2	15,502	0,964	14,3910	0,0289
3	15,376	1,105	13,3965	0,0119
4	15,287	1,375	13,5135	0,0063
5	15,183	1,409	13,2210	0,0113
6	15,285	1,638	13,1625	0,0150
7	15,297	1,745	13,2795	0,0281
8	14,457	1,866	12,9870	0,0206
10	15,647	2,125	13,2795	0,0131

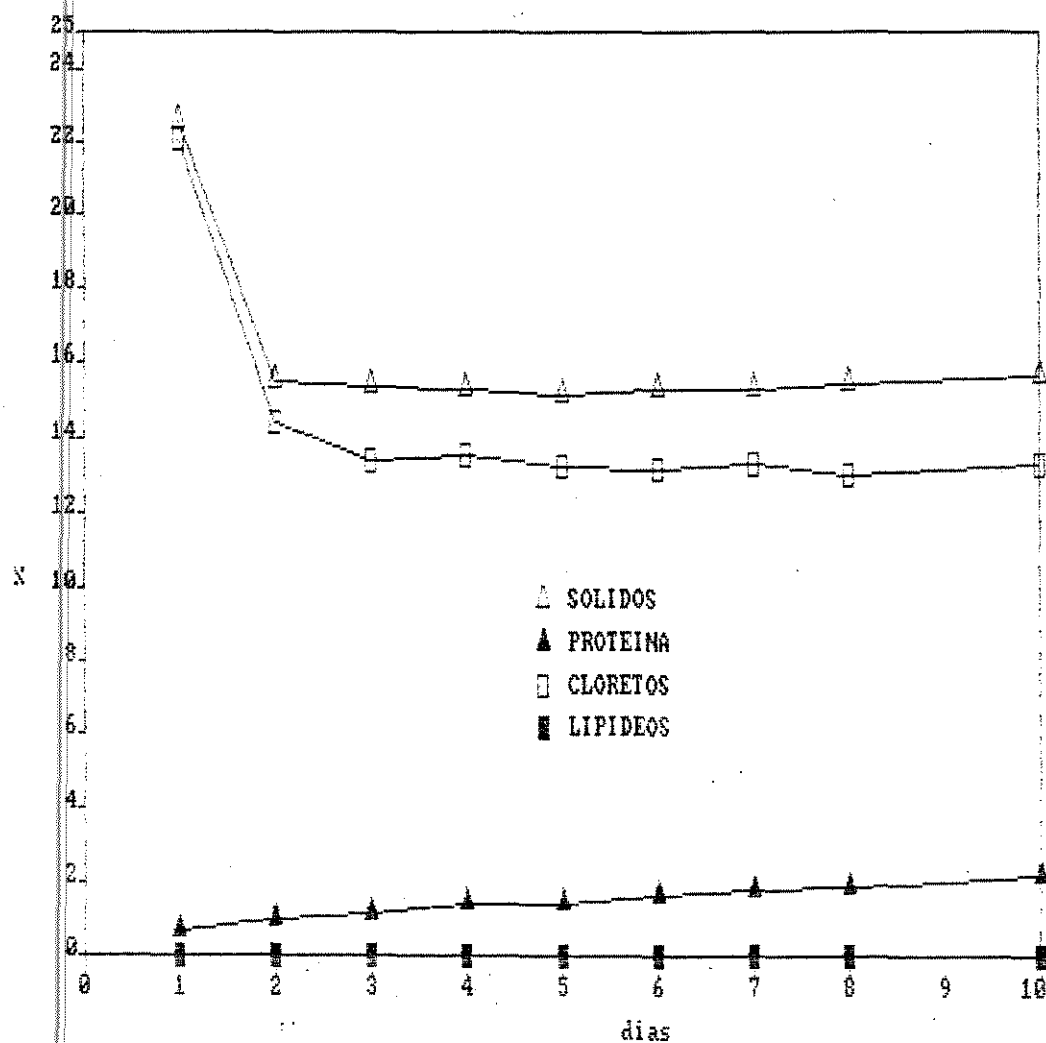


Figura 6. Composição química - Salmoura leve.

2.1.3. Comportamento das proteínas.

Visando caracterizar o comportamento da proteína durante o processo de salga, partiu-se do conteúdo de proteína inicial, na base seca, do produto "in natura" e calculou-se a concentração que deveria ter para cada nível de umidade durante o processo. Este valor foi denominado de proteína calculada.

A proteína encontrada na salmoura (em base seca) foi usada para calcular sua representação em cada nível de

unidade do produto. O valor encontrado, que foi denominado de proteína equivalente na salmoura, faz parte das perdas de proteína no processo.

A diferença entre perdas e a proteína equivalente corresponde ao nitrogênio não proteico (NNP).

A tabela 6, com as devidas restrições derivadas dos erros experimentais, quantifica o comportamento da proteína que é logo ilustrado na Figura 7.

Tabela 6. Variação de proteína - Salga leve (% BU)

Salga dias	Proteína			NNP
	Calculada	Obtida	Perdas Equiv. na salm.	
0	19,747	19,749	-	-
1	25,470	20,434	5,036	0,949
2	29,571	21,505	8,066	2,242
3	26,763	16,771	9,992	2,345
4	29,940	19,030	10,910	3,284
5	25,568	17,560	8,008	2,893
6	25,568	17,560	2,893	3,586
7	24,949	16,762	8,187	3,471
8	25,422	17,930	7,492	3,742
10	26,822	17,238	9,584	4,508

2.1.4. Curvas de penetração de sal.

Para este propósito levou-se à base úmida os valores de cloretos obtidos nas análises químicas (Tabela 28. Apêndice).

Por outro lado, levando em consideração o equilíbrio dinâmico do processo de salga, calculou-se o conteúdo de cloretos na fase aquosa do músculo através da seguinte expressão:

$$\% \text{ cloretos na fase aquosa} = \frac{\% \text{ NaCl}}{\% \text{ NaCl} + \% \text{ água}}$$

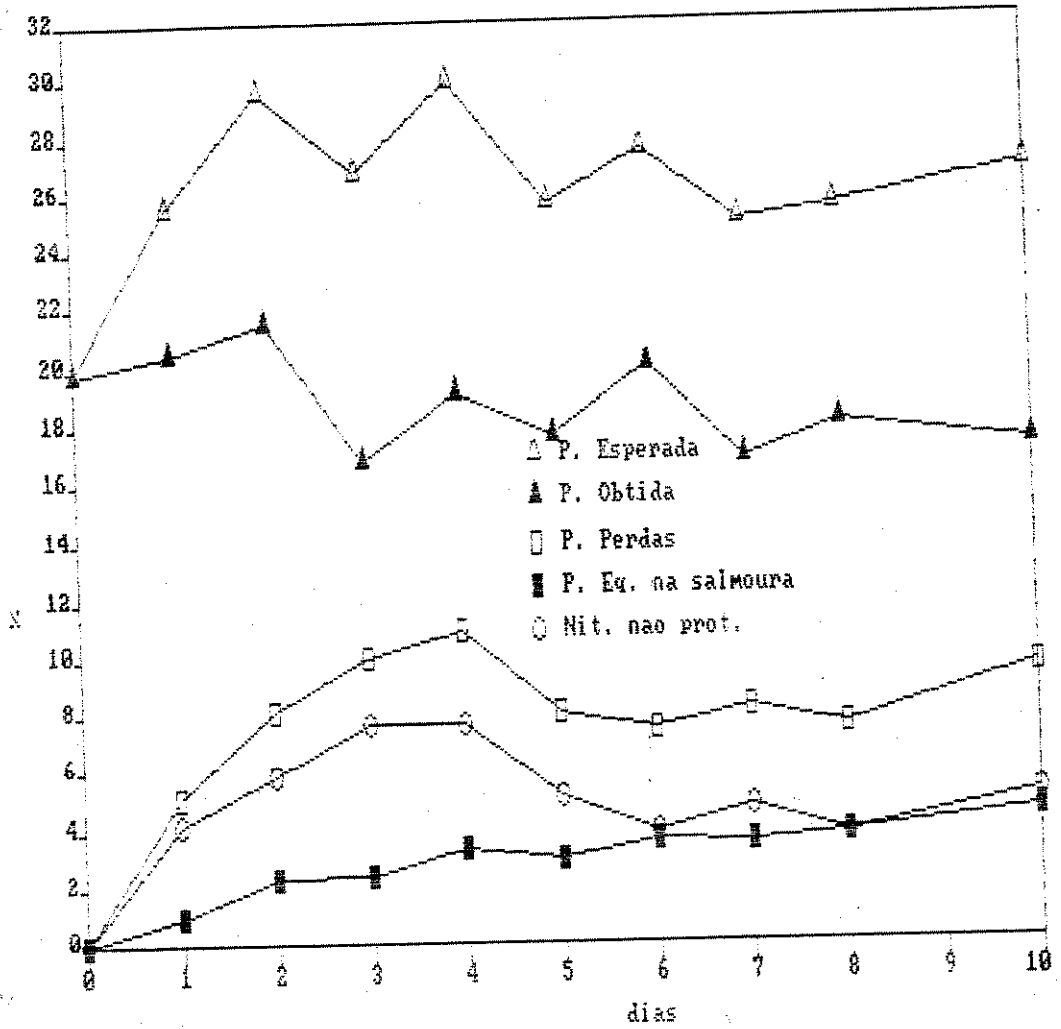


Figura 7. Comportamento da proteína - Salga leve.

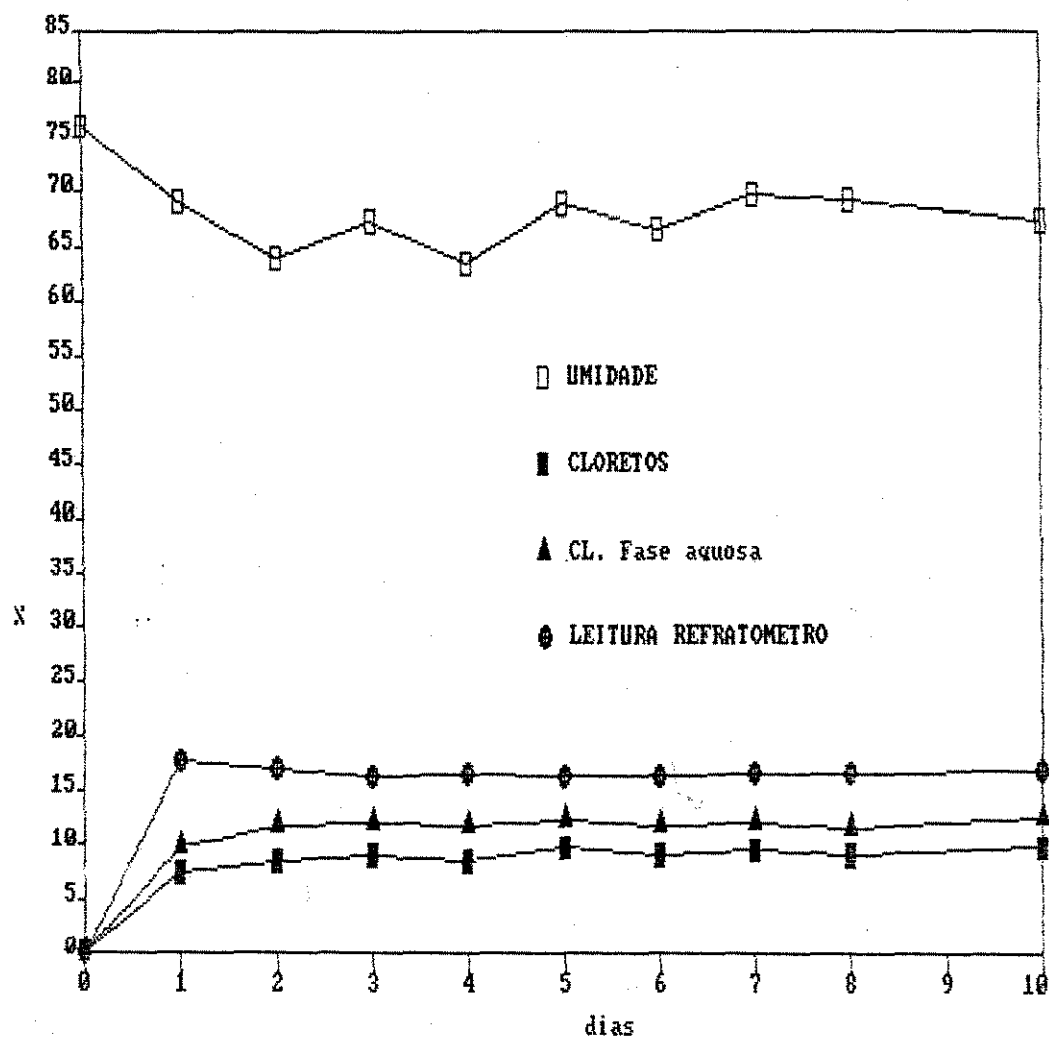


Figura 8. Curvas de penetração do sal - Salga leve.

2.1.5. Correlação com leituras do refratômetro

Como especificado na metodologia a análise foi feita comparando dois tratamentos por grupos independentes, como se segue:

Y_1 = leitura do refratrômetro (%).

Y_2 = cloretos na fase aquosa do músculo (%).

Com os seguintes valores:

Y_1	Y_2
17,8	9,774
17,0	11,685
16,2	11,914
16,5	11,720
16,3	12,348
16,2	11,884
16,4	12,057
16,6	11,054
16,8	12,539

A Figura 9 esquematiza as leituras.

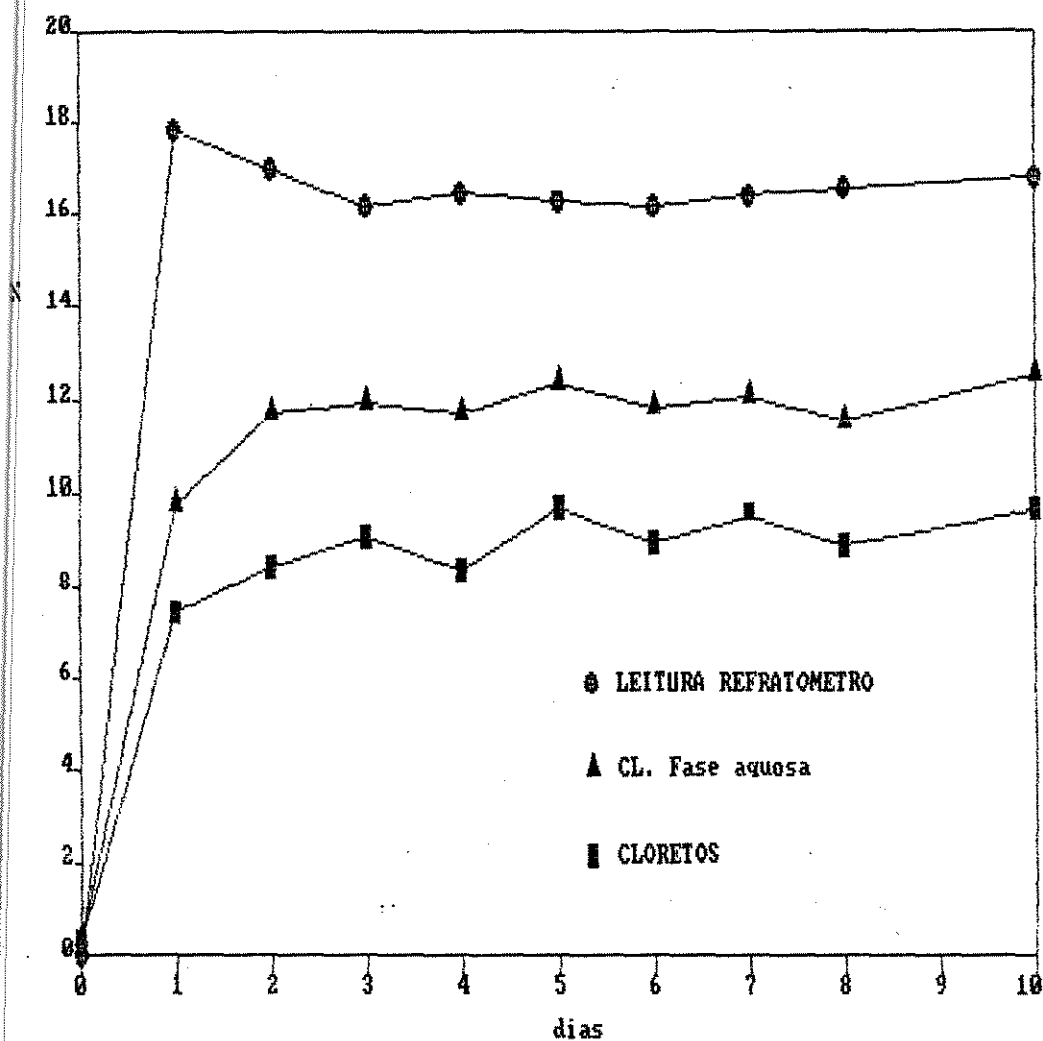


Figura 9. Correlação cloretos - refratrômetro
(salga leve)

A significância estatística da diferença $Y_1 - Y_2$ foi testada por

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{S_d} = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{S^2 \cdot (1/n_1 + 1/n_2)}}$$

onde:

S_d : Desvio padrão da diferença de duas médias.

S^2 : Variância ponderada das variâncias dos dois grupos.

Resultado

$$|t| = 0,685 < t_{0,05(14)} = 2,120$$

Como consequência não existem diferenças significativas a 5% entre os dois tratamentos, sendo apropriado o uso do refratômetro como instrumento para o acompanhamento do processo de salga leve.

2.1.6. Discussão de resultados - Salga leve.

- Mudanças na composição química do produto.

Da Tabela 5. e Figura 5. observa-se:

A umidade decresce rapidamente nas primeiras 48 horas, com o aumento na concentração de cloretos, coincidindo com o reportado por VIEIRA & SILVA (1986) para cangulo, em salga rápida. Porém no período restante apresenta variações cíclicas que são acompanhadas mais de perto e em relação inversa pelas mudanças de proteína do que cloretos.

Os lipídeos apresentam um aumento constante a partir das primeiras 24 horas obtendo um "pico" considerável no

4o.dia (8,5%), diminuindo com pequenas variações para crescer a partir do 8o. dia. Este processo ganha importância na medida em que a migração de lipídeos para a salmoura é praticamente insignificante e que por tratar-se de salga úmida o oxigênio disponível é limitado.

- Mudanças na composição química da salmoura

Da Tabela 5.e Figura 6. observa-se:

O conteúdo de sólidos decresce rapidamente das 24 às 48 horas de salga, em relação direta com a diminuição de cloretos na salmoura, para permanecer praticamente estável no período restante de salga, porém os cloretos só apresentam comportamento quase estável após 72 horas.

Quanto às proteínas estas crescem linearmente com o tempo a partir das primeiras 24 horas até o final do período de salga (dia 10).

A análise foi feita como se segue:

$$r = \frac{SP_{xy}}{\sqrt{SQ_x \cdot SQ_y}}$$

onde:

r: coeficiente de correlação

SP_{xy}: Soma dos produtos

SQ_x: soma dos quadrados de x

SQ_y: soma dos quadrados de y

x: tempo em dias

y: valor da proteína (%)

obtendo: $r = 0,989$

O teste de significância do coeficiente de correlação dado pelo t-teste.

$$t = \frac{r}{S_r}$$

onde:

$$S_r = \sqrt{(1 - r^2)/(n-2)}$$

obtendo

$$|t| = 18,466 > t_{0,01(7)} = 3,499$$

Como resultado a significância do coeficiente de correlação é "muito significativa".

A equação da reta obtida por regressão de mínimos quadrados é

$$Y = 0,6424 + 0,1551.X$$

Para valores de X variando de 0 a 10.

Os dados encontram-se na Tabela 5 (pág. 102).

Comportamento da proteína

Da tabela 6 e figura 7 observa-se :

As perdas reportadas como proteína são significativas durante o processo, crescendo rapidamente durante os primeiros 4 dias, sendo que nesse momento o nitrogênio não proteico (NNP) representa à 70% do valor de proteína perdida e 25% da proteína total esperada.

A curva de (NNP) é bem semelhante com a obtida por NETO (1984) para híbrido de tilápia estocado em gelo que experimentou seu máximo valor no 4º dia, para começar a diminuir com algumas flutuações durante o processo.

A perda total de proteína cresce novamente a partir do 8º dia, fato que pode ser atribuído à maior evolução de bases nitrogenadas voláteis.

O equivalente na base úmida da proteína encontrada na salmoura cresce linearmente com o tempo, chegando a representar no 8º dia a 50% de proteína perdida durante o processo.

Penetração de sal

Da figura 8 observa-se que a partir das primeiras 48 horas de salga, termina praticamente o processo de penetração de sal, apresentando-se o equilíbrio dinâmico evidenciado também pela curva de cloretos na fase aquosa do músculo.

2.2. Salga forte

2.2.1 Análise química do produto

Tabela 7 - Composição química centesimal do produto - salga forte - (%)

t salga (dias)	Umidade	Proteínas	Lipídeos	Cloretos
0	75,919	19,749	2,692	0,278
1	56,319	23,119	6,688	12,997
2	60,098	23,024	4,410	12,217
3	61,378	22,065	3,570	11,200
4	55,484	23,637	7,193	13,340
5	60,966	21,106	5,125	12,186
6	60,962	21,276	4,540	12,711
8	62,134	20,473	5,207	12,710
10	62,990	17,310	5,269	13,152

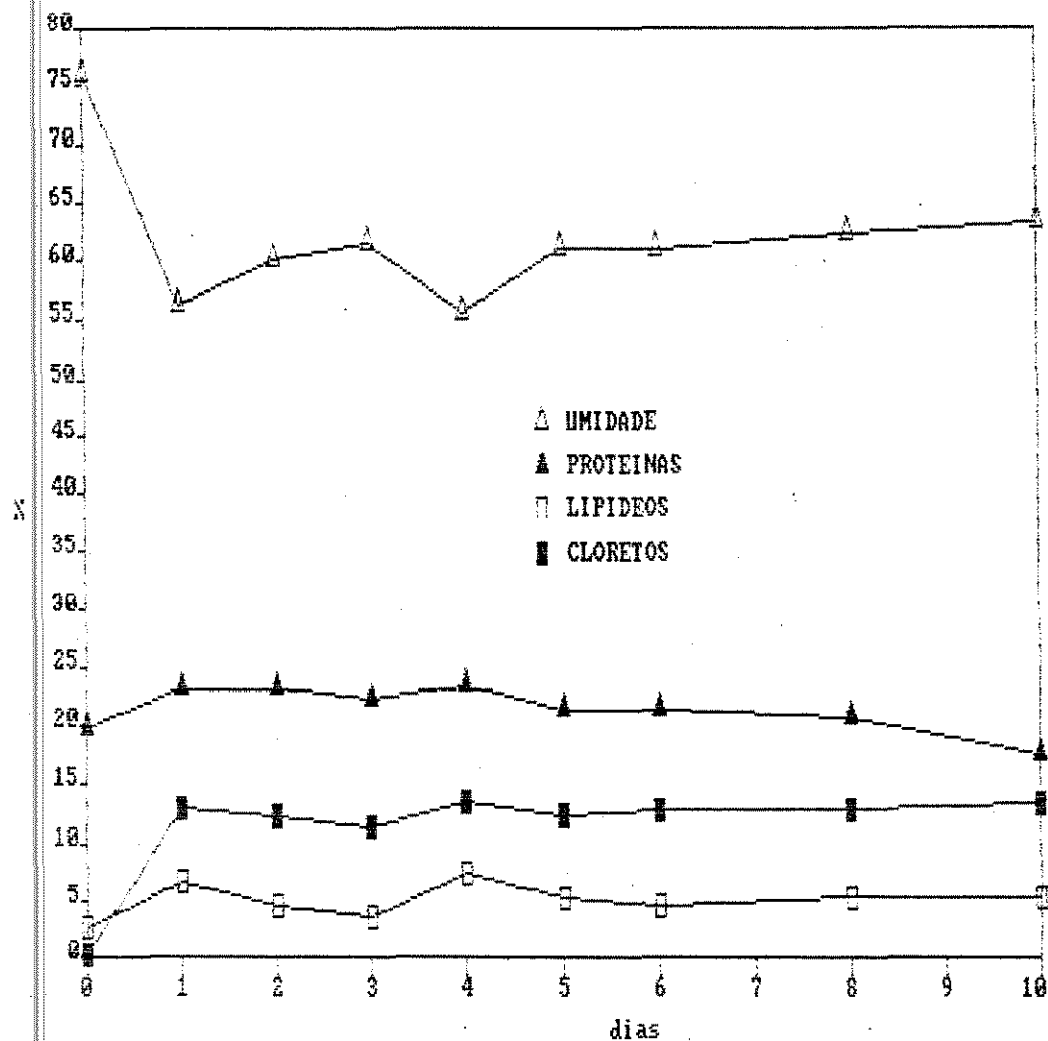


Figura 10 - Composição química do produto - Salga forte

2.2.2. Análise química da salmoura

Tabela 8 - Composição química - Salmoura forte

t salga (dias)	Sólidos g/100 ml	Proteínas g/100 ml	Cloretos g/100 ml	Lipídeos g/100 ml
1	16,242	0,785	15,386	0,0331
2	21,505	0,887	19,071	0,0250
3	21,180	0,975	20,241	0,0193
4	21,443	1,070	19,656	0,0319
5	21,525	1,322	19,422	0,0169
6	21,301	1,451	19,071	0,0100
7	21,458	1,573	19,071	0,0218
8	21,417	1,703	19,071	0,0243
10	21,312	1,809	19,247	0,0319

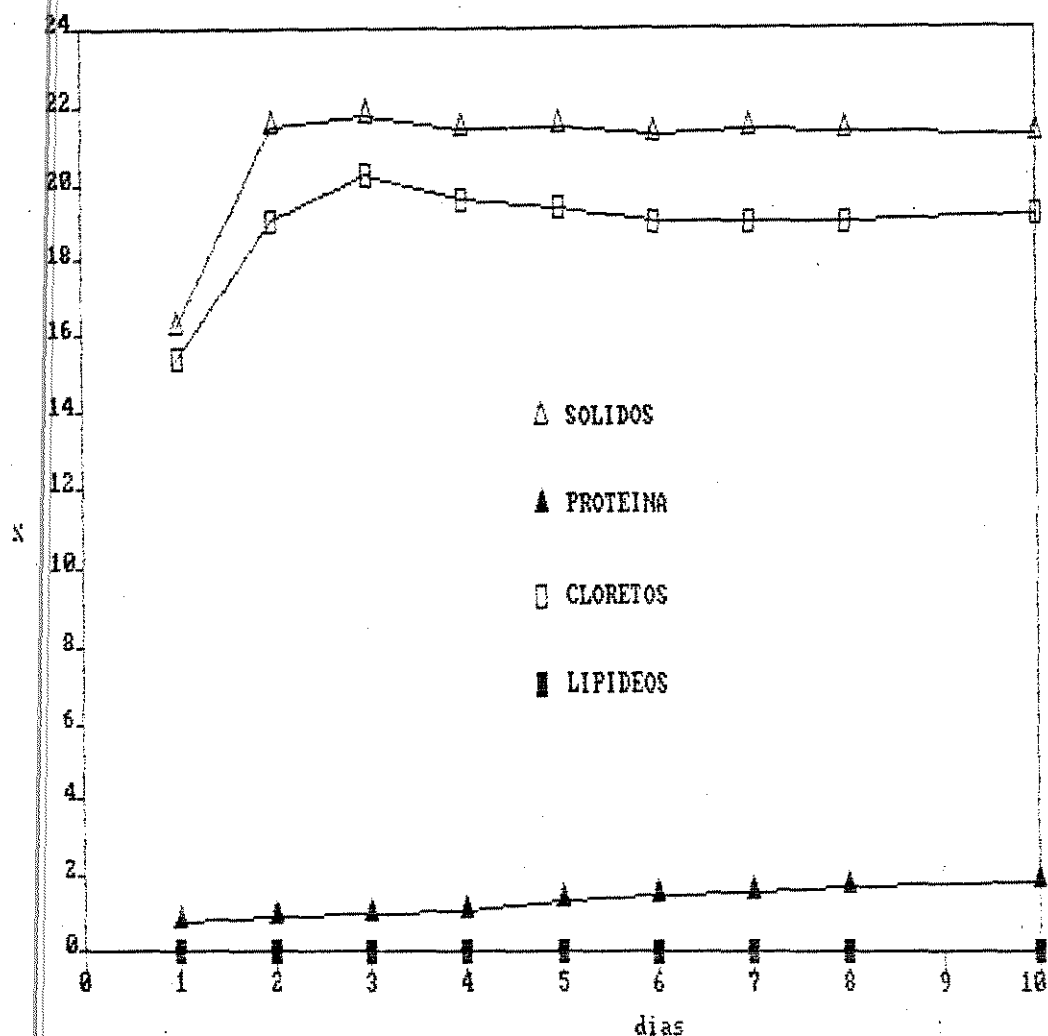


Figura 11 - Composição química - Salmoura forte

2.2.3. Comportamento da proteína

Tabela 9 - variação da proteína - Salga forte - (%)

t salga (dias)	Proteína			Eq. na salm.	NNP
	Calculada	Obtida	Perdas		
0	-	19,749	-	-	-
1	35,823	23,119	12,704	2,111	10,593
2	32,724	23,024	9,700	1,646	8,054
3	31,674	22,065	9,609	1,778	7,831
4	36,508	23,637	12,871	2,221	10,650
5	32,012	21,106	10,906	2,397	8,509
6	32,015	21,276	10,739	2,659	8,080
8	31,054	20,473	10,581	2,875	7,706
10	30,352	17,310	13,042	3,141	9,901

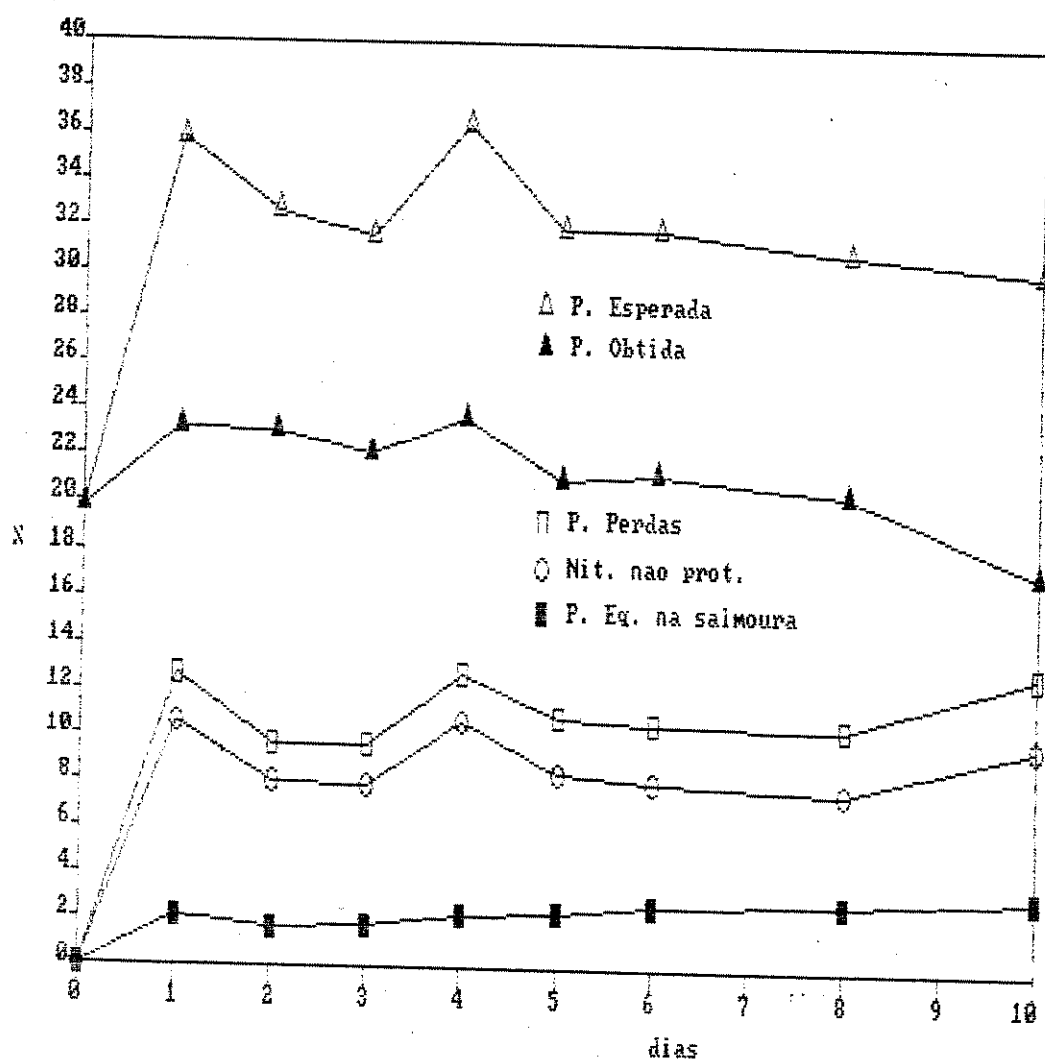


Figura 12 - Variação de proteína - Salga forte -

2.2.4. Curvas de penetração do sal

Procedeu-se de igual maneira ao ilustrado para salga leve, item 2.14, encontrando-se as curvas da Figura 13.

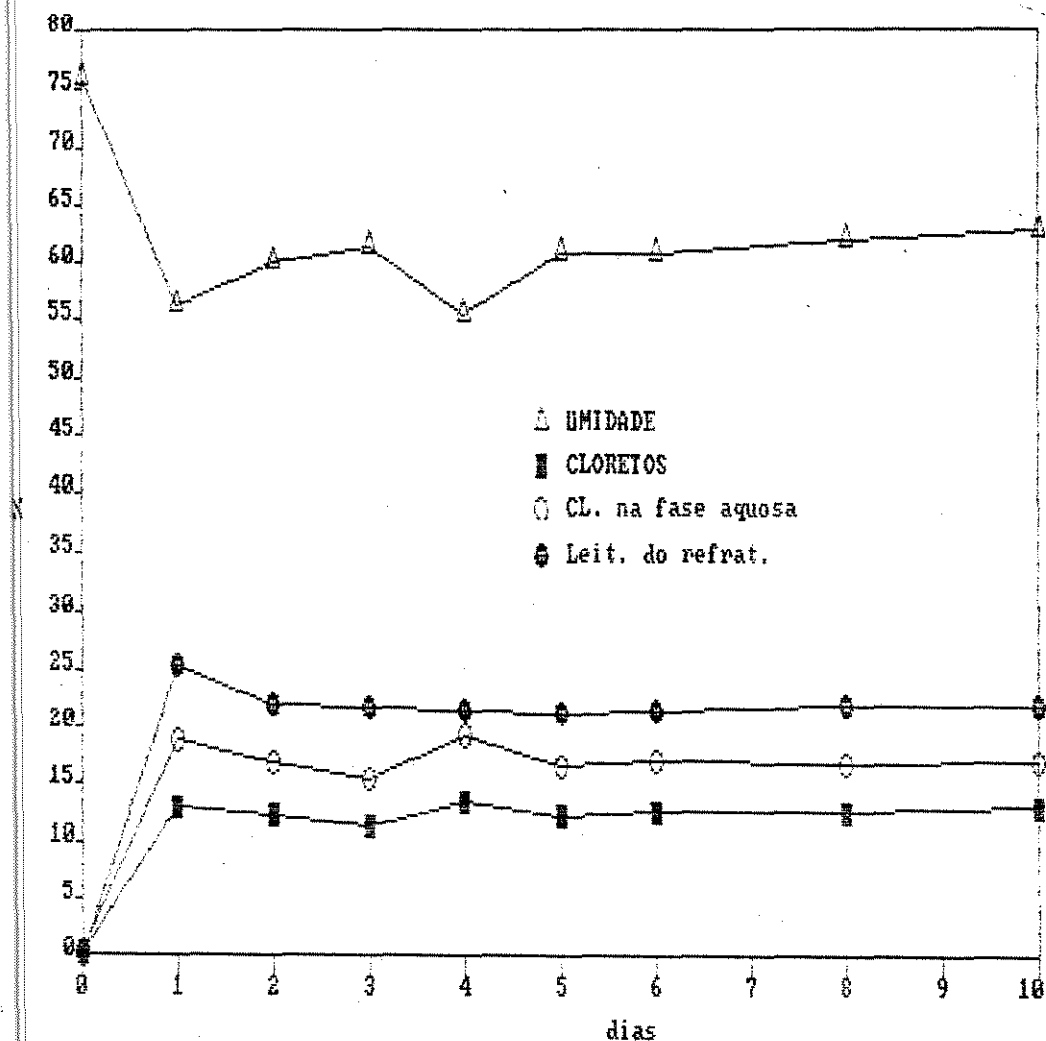


Figura 13 - Curvas de penetração de sal - Salga forte

2.2.5. Correlação com leituras do refratômetro

Procedeu-se de igual maneira ao ilustrado no item 2.1.5., com os seguintes dados.

Y_1	25,15	21,8	21,7	21,3	21,25	21,3	22,0	21,8
Y_2	18,750	16,894	15,432	19,383	16,659	17,253	16,982	17,273

A figura 14 esquematiza as leituras.

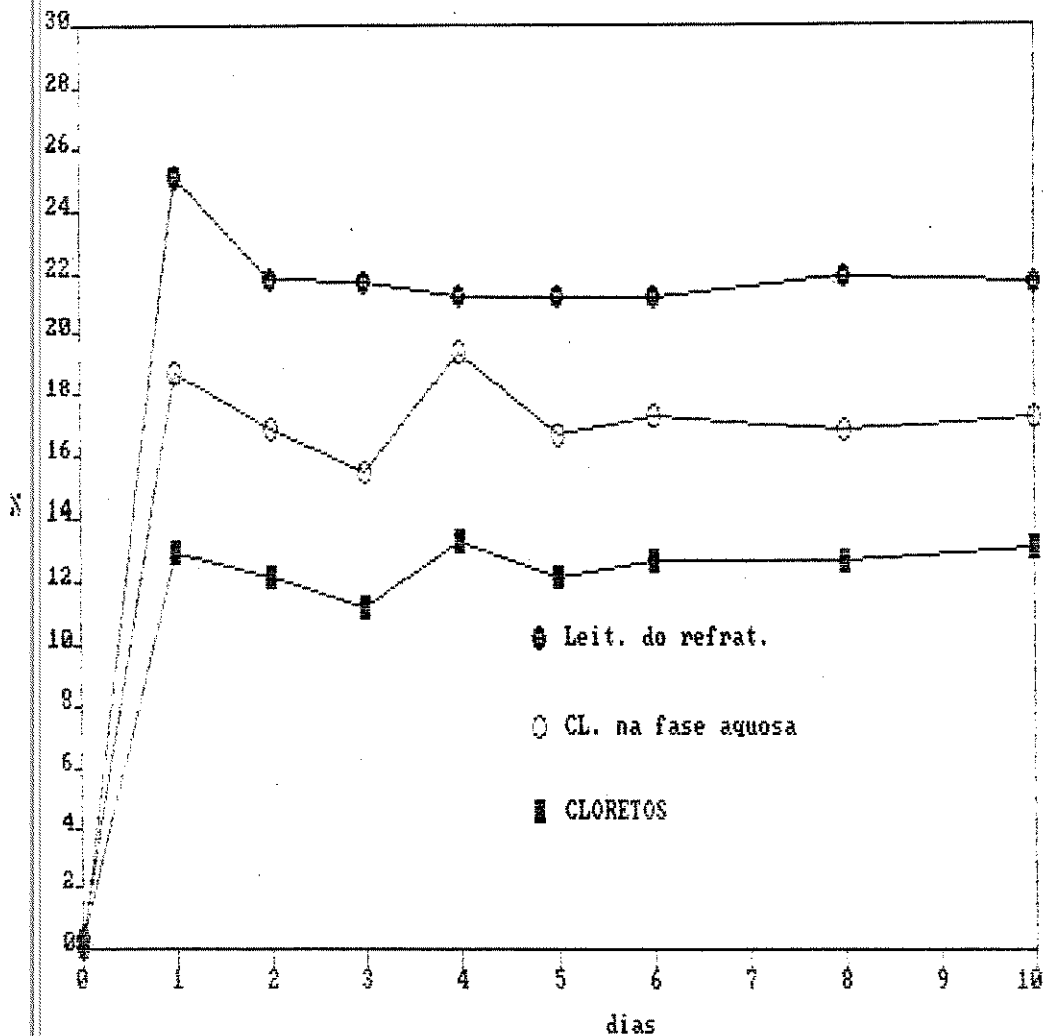


Figura 14 - Correlação Cloretos-refratômetro (Salga forte)

Resultado :

$$|t| = 0,627 < t_{0,05}(14) = 2,145$$

Em consequência não existem diferenças significativas ao 5% entre os dois tratamentos, sendo apropriado o uso do refratômetro, como instrumento para o acompanhamento do processo de salga.

2.2.6. Discussão de resultados - Salga forte

Mudanças na composição química do produto.

Da tabela 7 e figura 10 observa-se :

A umidade decresce rapidamente durante as primeiras 24 horas, com o aumento na concentração de cloretos para crescer novamente no período restante, exceção feita no 4º dia, que apresenta uma queda pronunciada. Estas mudanças de umidade depois do primeiro dia foram acompanhadas levemente e em relação inversa pela concentração de cloretos e mais estreitamente pela variação de lipídeos.

A proteína, de modo geral, decresce durante o processo.

Mudanças na composição química da salmoura.

Da tabela 8 e figura 6 observa-se :

Das 24 às 48 horas de salga apresenta-se migração importante de sólidos do produto para a salmoura, representados fundamentalmente por cloreto (70%) e proteínas (30%). Os cloretos continuam migrando até o terceiro dia para diminuir paulatinamente no período restante.

A migração de lipídeos do produto para a salmoura é praticamente insignificante.

Quanto às proteínas estas crescem linearmente com o tempo a partir das primeiras 24 horas até o final do período de salga.

Quanto às proteínas estas crescem linearmente com o tempo a partir das primeiras 24 horas até o final do período de salga.

Como foi ilustrado para salga leve, (item 2.1.6.2.) calculou-se o coeficiente de correlação (r), a significância do mesmo (t) e a equação da reta (Y) com os seguintes resultados :

$$r = 0,988$$

$$|t| = 16,66 > t_{0,01} (7) = 3,499$$

$$Y = 0,6447 + 0,1255 X$$

Para valores de X variando entre 0 e 10.

Comportamento da proteína.

Da tabela 9 e figura 12 observa-se :

As maiores perdas de proteína acontecem nas primeiras 24 horas, evidenciadas também na proteína encontrada na salmoura, como fato contrastante com a salga leve durante o 2º e 3º dia as perdas diminuem (curvatura inversa) para crescer no 4º dia e seguir comportamento semelhante ao ilustrado é discutido para a salga leve, porém, neste caso o nitrogênio não proteico representa em média, o 79% das perdas totais.

de umidade no músculo do pescado e aumento de concentração de cloretos na fase aquosa.

2.2.7. Resumo - Discussão salga

Como aspectos relevantes e contrastantes do processo de salga pode-se mencionar os seguintes :

A salga leve requer de 48 horas para a reduzir e estabilizar a umidade do produto, quanto que a salga forte requer 24 horas. Consequentes com os tempos de penetração de sal.

O conteúdo de cloreto na fase aquosa do músculo é mais estável depois das primeiras 24 horas para a salga leve (entre 11,5 e 12,5%) do que para salga forte (entre 15,4 e 19,4%). Sendo que a concentração de cloreto no músculo é proporcional à concentração de sal na salmoura para a salga leve, concordando com os resultados obtidos por DEL VALLE & NICKERSON (1967a). O comportamento na salga forte não tem comparação na literatura citada.

Nos dois tipos de salga além de que as mudanças, de umidade de produto são inversamente proporcionais ao conteúdo de cloretos, para a salga leve estas são acompanhadas de perto pelas variações em proteína e para a salga forte pelas variações em lipídeos.

Enquanto na salga leve o conteúdo de sólidos da salmoura, consequentemente o conteúdo de cloretos, diminui rapidamente entre as 24 e 48 horas de iniciado o processo,

na salga forte acontece exatamente o contrário, existe migração do produto para a salmoura.

Nos dois tipos de salga a migração de lipídeos do produto para a salmoura é praticamente desprezível. Porém a oxidação é crescente, sendo mais pronunciada para a salga forte.

De maneira geral o refratômetro se apresenta com um instrumento apropriado para acompanhar o processo de salga.

A proteína acumulada nas salmouras cresce linearmente com o tempo durante o processo de salga, sendo que, curiosamente, o tratamento estatístico apresenta o mesmo ponto de partida para as duas salgas, a perda de nitrogênio é 23,6% mais rápida na salga leve do que na forte.

Para se analisar estas migrações, e dentro delas a perda de proteína do pescado, deve-se pensar em termos de potencial derivado da concentração de solutos dos dois componentes (salmoura-peixe) onde uma maior ou menor diferença de concentração pode fazer "chamativa" ou não, a migração de solutos.

De outro lado não pode-se esquecer que o peixe por ter entrado na salmoura imediatamente após a captura as mudanças bioquímicas na resolução do vigor mortis são ainda mais complexas produzindo resultados inesperados tais como a perda sensível de umidade em 24 horas para a salga forte e em 48 horas para a salga leve. Posteriormente o produto ganha umidade levemente.

complexas produzindo resultados inesperados tais como a perda sensível de umidade em 24 horas para a salga forte e em 48 horas para a salga leve. Posteriormente o produto ganha umidade levemente.

3. Comportamento na prensagem

Com o intuito de visualizar a dinâmica de migração de líquido durante a prensagem os dados foram apresentados na base úmida. Porém os resultados das análises químicas, na base seca, podem ser consultados no apêndice (tabela 29).

Outras informações consideradas nas análises de dados foram as seguintes :

Todos os filés submetidos a prensagem não possuíam coluna (espinha dorsal) e o filé complemento foi submetido também a prensagem em condições semelhantes e levado para a secagem, análises químicas destes últimos aparecem no apêndice, tabela 29. Esta informação é importante no suposto de que pelo menos a composição química dos dois filés é semelhante por tratar-se de um mesmo peixe.

Para identificação dos filés usou-se a seguinte convenção :

As letras L, F, S indicam que o filé é proveniente da salga leve, forte ou saturada e o número que acompanha a letra indica o nível de pressão a que foi submetido, este número deve dividir-se por dez (10) para ler a pressão em

Kgf/cm², assim filé L033 é filé proveniente de salga leve submetida a 3,3 Kgf/cm².

Os filés de salga saturada correspondem a filés provenientes da salga leve que forma levados posteriormente a saturação para tentar medir seu comportamento na prensagem e posterior secagem.

3.1. Prensagem - produto de salga leve

A composição química para a metade do filé prensado e a outra metade sem prensar, assim como dos filés complementos apresenta-se na seguinte tabela :

Tabela 10 - Composição química - prensagem salga leve (%)

Filé	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.*
L _{s.p.}	70,643	14,403	3,679	8,792	11,068
L033	66,663	17,611	3,833	11,089	14,262
L _{s.p.}	67,189	16,301	5,991	8,841	11,629
L073	63,665	19,901	4,863	10,610	14,285
L _{s.p.}	70,387	15,594	4,447	8,478	10,750
L122	65,551	20,864	3,046	11,018	14,390
L035	65,360	18,836	4,537	9,146	12,276
L067	63,254	20,513	5,872	10,255	13,951
L106	63,092	22,021	4,159	9,882	13,542

* Cloretos na fase aquosa do músculo, não fazem parte da composição centesimal, mas são importantes na análise de resultados.

s.p. : Sem prensar

Com a finalidade de analisar as mudanças na composição química centesimal dos filés durante a prensagem, calculou-se, partindo da composição química antes da prensagem e supondo que a remoção de líquido tivesse sido realizada por secagem, a composição centesimal teórica do filé prensado. Os resultados apresentam-se na tabela 11.

é conveniente esclarecer que estes dados assim tratados, apresentam limitações derivadas dos erros experimentais das análises químicas que situa-se em $\pm 2\%$ na base seca e das medições físicas na prensagem que situa-se em $\pm 3\%$. Porém sua comparação permite obter uma idéia bastante clara do que acontece na prensagem.

Tabela 11 - Composição química estimada - Prensagem salga leve

Filé	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.
L033	66,663	16,597	4,177	10,756	13,893
L079	63,665	18,052	6,634	9,791	13,229
L122	65,551	18,141	5,173	9,863	13,078

Fazendo análises comparativas entre a esperança teórica e os dados obtidos nas análises químicas, apresenta-se os seguintes fatos como relevantes.

Independente do nível de pressão exercida sobre o filé chega-se praticamente ao mesmo conteúdo de cloreto na fase aquosa do músculo. Fato de vital importância teórica prática

que coloca em evidência forças de grande magnitude e de singular significado na concepção teórica da secagem na colocação dos gradientes e forças termodinâmicas.

Os cloretos na fase aquosa dos filés submetidos a secagem não apresentam o mesmo comportamento. Conforme é mostrado na tabela 10. Os filés L035, L067 e L106 foram prensados e secos até o equilíbrio.

A remoção mais importante, desde o ponto de vista tecnológico e teórico, acontecido durante a prensagem é a de lipídeos. Representados assim quando comparados com os previstos teoricamente.

Para 3,3 Kgf/cm² remoção de 9,4%.

Para 7,3 Kgf/cm² remoção de 26,7%.

Para 12,2 Kgf/cm² remoção de 41,1%.

Esta asseveração cobra mais força ao observar as porcentagens de lipídeos dos filés complemento que foram submetidos a posterior secagem, até atingir a umidade de equilíbrio, onde se presume uma maior oxidação de lipídeos.

3.2. Prensagem - produto salga forte

Tabela 12 - Composição química - prensagem salga forte

Filé	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.
L _{a.p.}	65,3132	17,428	5,040	11,148	14,579
L042	61,473	22,996	2,170	14,585	19,176
F _{a.p.}	62,863	19,196	7,129	10,615	14,447
F089	58,058	23,527	4,139	13,773	19,174
F _{a.p.}	62,667	17,411	7,313	10,955	14,880
F100	58,431	24,203	4,795	13,819	19,126
F032	59,330	22,620	4,639	11,583	16,334
F067	57,150	23,421	5,970	12,555	18,011
F109	56,913	23,700	5,676	11,735	17,095

Tabela 13 - Composição química estimada - prensagem salga forte

Filé	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.
L042	61,473	19,358	5,599	12,397	16,782
F089	58,058	21,680	8,052	11,988	17,114
F100	58,431	19,387	8,143	12,198	17,270

Fazendo análises comparativas das tabelas 12 e 13 as conclusões são semelhantes às encontradas para salga leve. A remoção de lipídeos apresentou a seguinte representação :

Para 4,2 Kgf/cm² : 61,2%

Para 8,9 Kgf/cm² : 48,6%

Para 10,0 Kgf/cm² : 41,1%

3.3. Prensagem - produto de salga saturada

Tabela 14 - Composição química - prensagem salga saturada (%)

File	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.
Ss.p.	61,850	16,657	5,356	171,57	21,716
S030	57,444	18,785	4,713	19,603	25,433
Ss.p.	60,732	16,358	4,364	17,952	22,815
S091	58,207	18,315	3,688	20,381	25,934
S.s.s.	62,731	15,622	4,858	15,306	19,614
S178	55,024	19,942	5,692	19,232	25,900
S029	54,177	21,800	4,880	18,644	25,603
S051	54,107	20,908	5,903	16,837	23,733
S200	52,472	22,890	6,200	16,331	23,736

Tabela 15 - Composição química estimada - prensagem salga saturada

File	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cloretos	Cl.F.Aq.
S030	57,444	18,580	5,974	19,139	24,991
S091	58,207	17,410	4,645	19,106	24,713
S178	55,024	18,852	5,862	18,471	25,133

Fazendo análises comparativas das tabelas 14 e 15 os resultados são semelhantes aos encontrados para produtos de salga leve e forte quanto à uniformidade de conteúdo de cloretos na fase aquosa do músculo para o produto prensado.

De outro lado a remoção de lipídeos encontrada foi a seguinte :

Para 3,0 Kgf/cm² : 21,1%

Para 9,1 Kgf/cm² : 20,6%

Para 17,8 Kgf/cm² : 2,9%

Comparando as remoções de lipídeos para os três tipos de produto salgado observa-se que enquanto nos filés provenientes da salga leve a porcentagem de remoção cresce com o aumento na pressão para os filés provenientes de salga forte e saturada parece acontecer o contrário.

Incluindo como elementos de análises os filés complemento, não esquecendo que estes sofreram secagem prolongada, poder-se-ia estimar que para remoção significativa de lipídeos de salga leve o nível de pressão a aplicar deve ser mais que 7,3 Kgf/cm², para salga forte mais que 4,2 Kgf/cm² e para saturada entre 3,0 e 9,1 Kgf/cm².

A importância de otimizar a remoção de lipídeos está ligada ao fato de reduzir o "risco" de rancificação do produto, além de que de acordo com JASON (1958), ao maior conteúdo de gordura corresponde menor velocidade de secagem.

Outro fato relevante durante a prensagem é que, pelo menos na faixa estudada, não ocorreu perda de proteína. Isto é explicado por DEL VALLE & NICKERSON (1968) devido à insolubilização das proteínas coaguladas pela alta concentração de sal.

Quanto aos conteúdos de cloretos, mais do que remoção dos mesmos, apresentou-se uma redistribuição evidenciada em valores estáveis de cloretos na fase aquosa do músculo após a prensagem.

Outro efeito da prensagem, de singular importância para a indústria de curtumes, é que esta facilita enormemente a

remoção da pele, praticamente isenta de músculo reduzindo custos operacionais.

Outra observação que pode chegar a ser importante na análise global de remoção de líquido é que para um mesmo nível de pressão apresentou-se maior remoção no filé com espinha dorsal, fato que pode ser explicado pela estrutura de segmentos cônicos própria do peixe.

4. Secagem

4.1. Identificação das corridas

As convenções utilizadas para este item são as mesmas descritas e explicadas para a prensagem, sendo que os resultados das análises químicas podem ser consultados no apêndice-tabela nº 30.

As corridas A, B, C, D, E, F correspondem a filés com pele, dos quais só os filés A e F possuem espinha dorsal.

As corridas G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, correspondem a filés sem pele, e exceção feita dos filés J e P todos possuem espinha dorsal. É conveniente notar que para os filés K e L provenientes de salga leve não conseguiu-se retirar a pele totalmente e que o filé P cuja convenção é L000 corresponde a filé sem pele, proveniente de salga leve e não submetido a prensagem.

As corridas Q, R, S, T, U, V, correspondem a filés provenientes de salga saturada, todos com pele, com a característica particular de serem filés obtidos de um mesmo

peixe assim : Q com R, S com T e U com V dos quais R, T e V possuíam a espinha dorsal.

Para a interpretação das figuras e das listagens pertinentes apresenta-se o seguinte esclarecimento :

OBS : Indica o número da observação, para propósitos computacionais.

Tempo : Ocorrência da leitura em horas.

R : Umidade do filé, na base seca, para um tempo t.

Código : Convenção por tipo de salga e nível de pressão.

Corrida: Experimento.

X0 : Umidade inicial, base seca, para $t = 0$.

Xequil : Relação de umidade, base seca.

X : Relação de umidade (MR).

LX : Logarítmo da relação de umidade.

Como elementos de análises a seguinte informação foi disponível para todas as corridas :

- Listagem geral (tabela 31, no apêndice).
- Gráfico de Umidade versus tempo (Figura 15).
- Gráfico de log Umidade versus tempo (Figura 16).
- Gráfico valor estimado de umidade versus tempo (Figura 17).
- Gráfico valores residuais versus tempo (Figura 18).
- Dados do processo iterativo. Método de Gauss-Newton (Tabela 16).
- Resumo estatístico (Tabela 17).

Como ilustração, apresenta-se neste item toda a informação referenciada, para a corrida D.

4.2. Apresentação de resultados

Em posse do resumo estatístico e conhecendo a semiespessura do filé (L), calcula-se o valor da difusividade e seu erro padrão para o intervalo de confiança dado.

Os dados de difusividade assim colocados se apresentam na tabela 18.

É conveniente anotar que os coeficientes de difusividade encontrados (Tabela 18) apesar de apresentar valores compatíveis com os reportados na leitura por JASON (1958) para bacalhau e PARK (1987) para cação, não garantem bom acompanhamento da secagem para umidades superiores a 40% na base seca. Este fato é mais evidente ao observar os gráficos dos valores residuais do tratamento estatístico.

Os gráficos dos valores residuais apresentam comportamento particular para os seguintes grupos de filés : com e sem pele, com e sem espinha dorsal e proveniente de salga leve, de salga forte e de salga saturada. Isto sugere um estudo mais cuidadoso para desvendar a problemática da secagem.

Com estas observações e entendendo que na prática nem sempre é preciso atingir a umidade de equilíbrio para a qual as difusividades encontradas podem ser usadas com segurança, elaborou-se a tabela 19 com base nos dados obtidos experimentalmente para melhor comparação da secagem no intervalo de tempo considerado nesta tabela.



CORRIDA=0

PLOT OF X*TEMPO SYMBOL IS VALUE OF CORRIDA

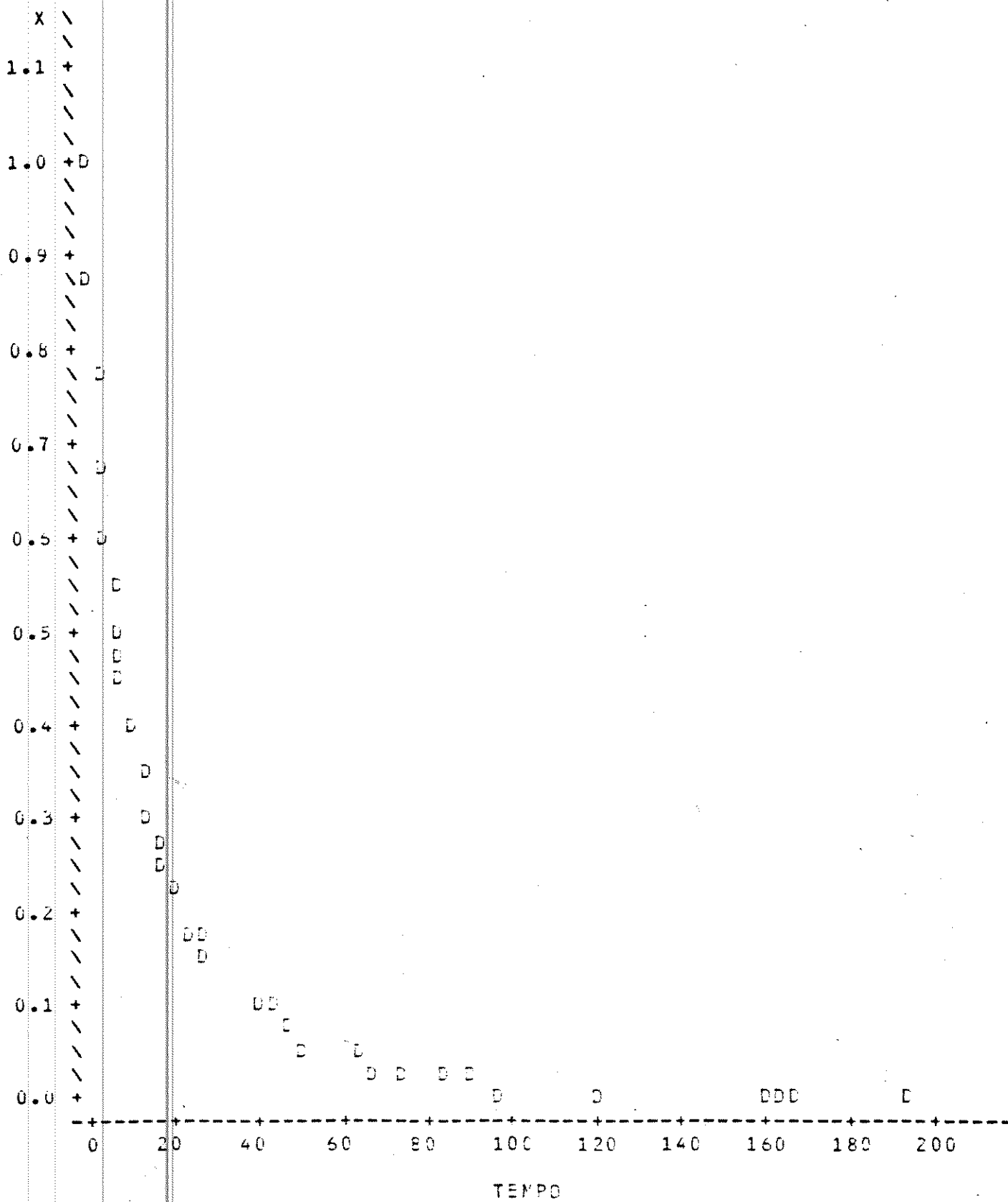


Figura 15 - Conteúdo de umidade versus tempo



CASE SECA

1.349

13:30 THURSDAY, AUGUST 11, 1989

CORRIDA=D

PLOT OF LX*TEMPO SYMBOL IS VALUE OF CORRIDA

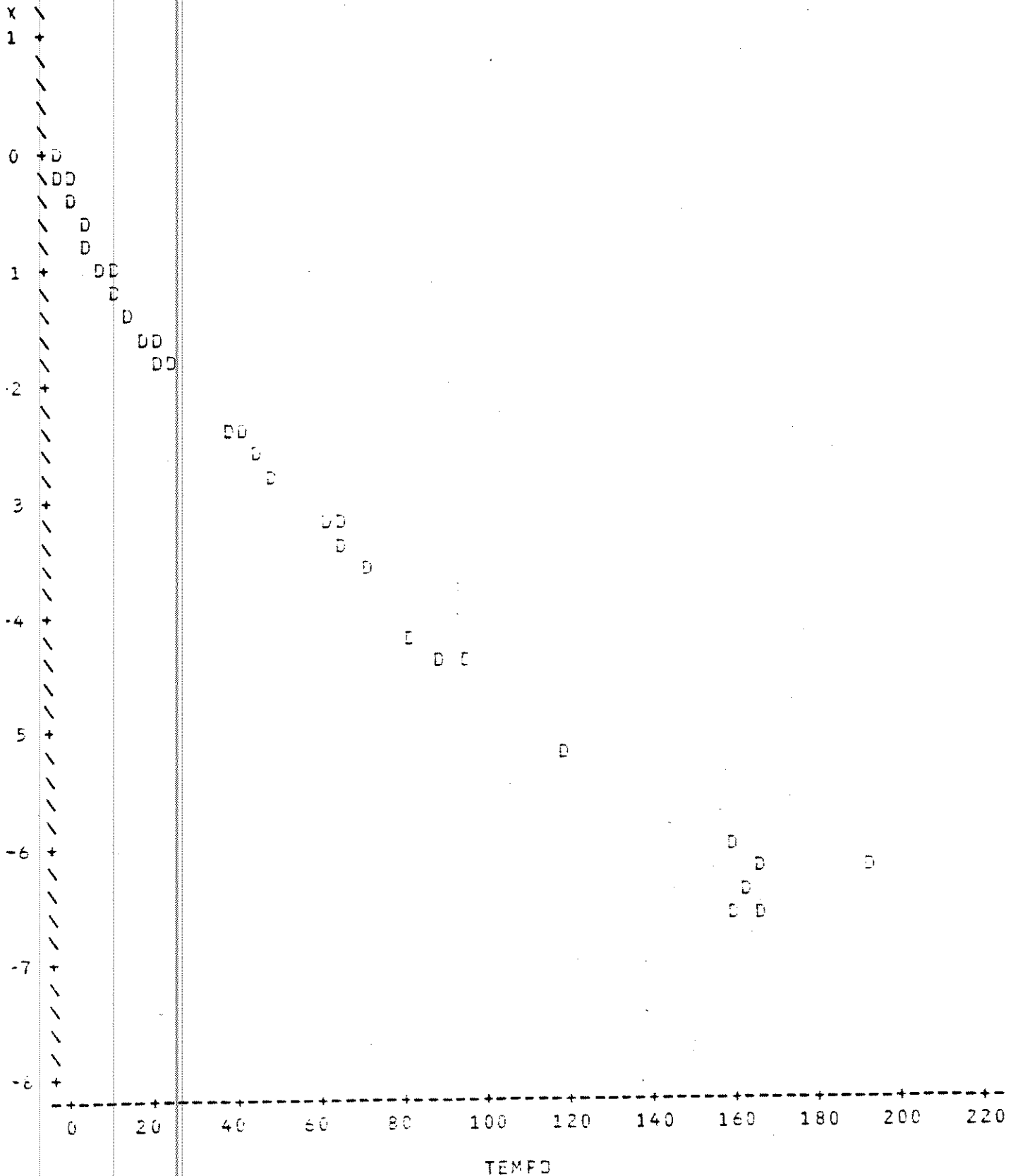


Figura 16 - Log. de conteúdo de umidade versus tempo

CORRIDA=D

PLOT OF X*TEMPO
PLOT OF PX*TEMPO

SYMBOL IS VALUE OF CORRIDA
SYMBOL USED IS +

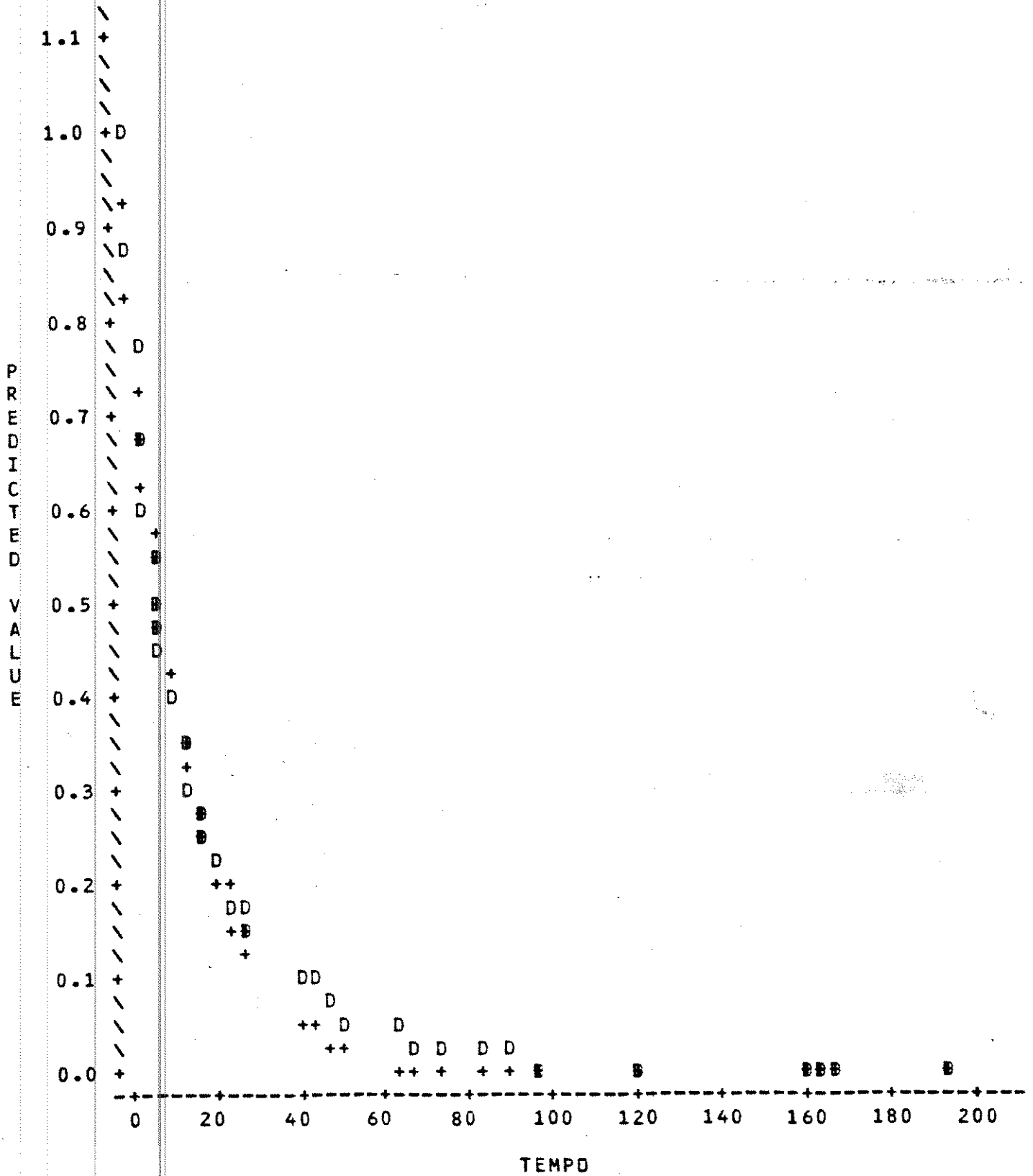


Figura 17 - Conteúdo de umidade estimado versus tempo

CORRIDA=0

PLOT OF RX*TEMPO

LEGEND: A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.

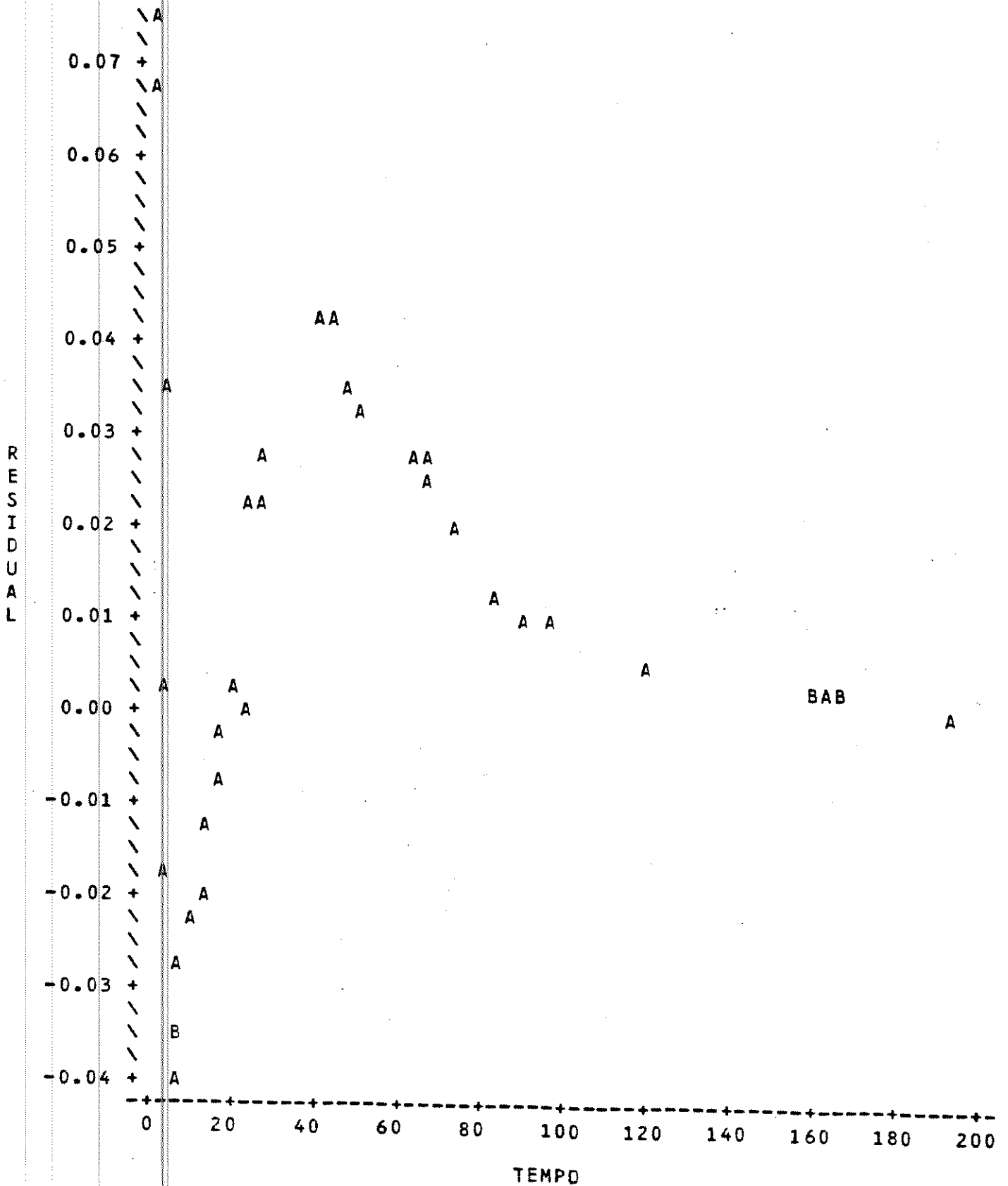


Figura 18 - Valores residuais versus tempo

Tabela 16 - Dados do processo iterativo

DADOS Y*T ONDE A=D/L**2

8:53 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 19

CORRIDA=D

NON-LINEAR LEAST SQUARES ITERATIVE PHASE

DEPENDENT VARIABLE: X

METHOD: GAUSS-NEWTON

ITERATION	A	RESIDUAL SS
0	0.001	4.441208094279
1	0.0024636888	1.238210150656
2	0.004544711	0.209812530904
3	0.0061907488	0.037326469331
4	0.0067287316	0.027897885735
5	0.0067957722	0.02777621699
6	0.0068007923	0.027775549787
7	0.0068011392	0.027775546605
8	0.0068011631	0.02777554659

NOTE: CONVERGENCE CRITERION MET.

Tabela 17 - Resumo estatístico

DADOS Y*T ONDE A=D/L**2

8:53 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 198

CORRIDA=D

NON-LINEAR LEAST SQUARES SUMMARY STATISTICS

DEPENDENT VARIABLE X

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	1	4.8625087663	4.8625087663
RESIDUAL	36	0.0277755466	0.0007715430
UNCORRECTED TOTAL	37	4.8902843128	
(CORRECTED TOTAL)	36	2.7559566622	

PARAMETER	ESTIMATE	ASYMPTOTIC STD. ERROR	ASYMPTOTIC 95 % CONFIDENCE INTERVAL LOWER	UPPER
A	0.0068011631	0.00017663114	0.00644294054	0.00715938560

ASYMPTOTIC CORRELATION MATRIX OF THE PARAMETERS

CORR	A
A	1.0000

Tabela 18 - Dados sobre difusividade

Corrida exp.	Código	$\bar{e}/2$ (cm)	D_a (10^{-7} cm ² /s)	D_b (10^{-7} cm ² /s)
A	L029	0,555	5,562 ± 0,357	5,566 ± 0,336
B	L098	0,520	6,811 ± 0,448	6,815 ± 0,420
C	L056	0,5175	3,914 ± 0,328	3,920 ± 0,275
D	F075	0,389	2,859 ± 0,168	2,859 ± 0,150
E	F036	0,5625	3,173 ± 0,221	3,178 ± 0,212
F	F097	0,353	1,657 ± 0,113	1,659 ± 0,107
G	S200	0,490	2,062 ± 0,117	2,063 ± 0,095
H	S051	0,5465	2,138 ± 0,140	2,139 ± 0,119
I	S029	0,565	1,599 ± 0,122	1,600 ± 0,107
J	L035	0,4175	2,106 ± 0,135	2,105 ± 0,116
K	L067	0,450	2,049 ± 0,111	2,049 ± 0,090
L	L106	0,310	1,426 ± 0,102	1,425 ± 0,091
M	F067	0,4365	1,613 ± 0,095	1,613 ± 0,079
N	F032	0,530	2,296 ± 0,154	2,295 ± 0,132
O	F109	0,4415	2,145 ± 0,115	2,145 ± 0,093
P	L000	0,500	1,659 ± 0,111	1,658 ± 0,096
Q	S114	0,535	2,009 ± 0,123	2,009 ± 0,102
R	S110	0,6057	2,229 ± 0,105	2,231 ± 0,080
S	S050	0,470	1,367 ± 0,090	1,367 ± 0,076
T	A050	0,515	1,546 ± 0,082	1,547 ± 0,066
U	S035	0,400	0,842 ± 0,054	0,842 ± 0,045
V	S037	0,575	1,629 ± 0,091	1,631 ± 0,075

$\bar{e}/2$: Semiespessura final média

D_a : Difusividade obtida usando 2 termos da série Fourier

D_b : Difusividade obtida usando 3 termos da série Fourier

Tomou-se como referência um tempo de secagem de 20 horas, que é o tempo necessário, na maioria dos casos, para que o filé atinja porcentagens de umidade ao redor de 30% b.u. Também porque os filés submetidos a armazenagem prolongadas possuíam em média 32% de umidade na base úmida.

Inclui-se, ainda, na tabela 19 as porcentagens de conteúdo de umidade de equilíbrio obtidos mediante a secagem por considerá-los importantes para a análise.

Tabela 19 - Umidade para tempo t

Corrida	Convenção	t (horas)	U(t)	U(t ₀)	U(eq.)
A	L029	20,0	34,61	66,35	6,769
B	L098	20,0	25,43	61,89	6,673
C	L056	20,0	34,08	61,47	6,716
D	F075	20,0	24,96	56,89	5,944
E	F036	20,0	34,27	55,64	7,356
F	F097	20,0	30,34	55,46	6,629
G	S200	20,3	34,33	52,47	5,204
H	S051	20,3	37,88	54,11	4,462
I	S029	20,3	41,53	54,18	4,525
J	L035	20,3	39,14	65,36	5,446
K	L067	20,3	40,78	63,25	6,411
L	L106	20,3	33,18	63,09	6,279
M	F067	20,3	37,73	57,15	5,651
N	F032	20,3	40,02	59,33	5,758
O	F109	20,3	33,89	56,91	6,024
P	L000	20,3	53,59	69,67	5,419
Q	S114	20,7	36,88	54,18	4,297
R	S110	20,7	37,06	52,11	6,332
S	S050	20,7	39,65	55,14	4,961
T	A050	20,7	38,50	53,07	5,348
U	S035	20,7	43,43	57,06	5,962
V	S037	20,7	41,11	54,25	6,925

U(t) : % Umidade para o tempo t (b.u.)

U(t₀) : % Umidade inicial (b.u.)

U (eq) : % Umidade final de equilíbrio (b.u.)

4.3. Discussão de resultados

De maneira geral os filés provenientes das salgas leve e forte apresentam maior taxa de secagem do que os provenientes da salga saturada, especialmente os submetidos a mais altos níveis de pressão. ^{por outro lado} Agora considerando que estes filés evidenciam um período inicial de secagem a taxa

constante, o aumento da velocidade do ar nas primeiras horas de secagem tornariam mais sensível a diferença.

Os filés com pele apresentam maior velocidade de secagem, do que os filés sem pele. TORRAND & OKADA (1977) que reportaram o mesmo resultado partindo de gráficos de variação de umidade em função do tempo tentam explicar este fato em termos de endurecimento superficial e migração de solutos especialmente cristais de sal, que dificultam a saída de água. Sendo que a pele atuaria como atenuador destes efeitos.

Assim mesmo e de maneira geral, os peixes com pele apresentam maior conteúdo de umidade de equilíbrio (Aa). Este fato está em contraposição com o encontrado por TORRAND & OKADA (1977) para cação salgado. Porém os resultados deste estudo concordam, por analogia, com os resultados obtidos por CHHINNAN & BEUCHAT (1985) para ervilha, onde o produto com a casca apresenta maior Aa do que o produto descascado.

Concordante com a teoria, os filés com maior conteúdo de sal (a exceção do filé E) apresentam os mais baixos teores de Aa.

De maneira semelhante com o acontecido na prensagem para o mesmo peixe, o filé com espinha dorsal apresentou maior taxa de remoção de umidade. Sua Aa também foi maior.

É preciso aprofundar nos estudos que descrevam com maior fidelidade a cinética de secagem de peixe salgado e prensado, pelo menos, até os teores de umidade apropriados para armazenagem.

5. Armazenagem

5.1. Condições ambientais

A continuação apresenta-se as condições ambientais prevalecentes no período compreendido entre outubro de 1987 e março de 1988 que correspondem ao tempo de armazenagem testado.

Tabela 20 - Condições ambientais

Mês	\bar{T}	\bar{T}_{max}	\bar{T}_{min}	Umidade relativa média		
				9horas	15horas	21horas
	°C	°C	°C			
Outubro	21,3	28,2	15,8	80,0	43,5	71,1
Novembro	23,0	27,9	10,1	89,4	48,0	73,4
Dezembro	25,8	29,8	18,6	90,2	54,1	70,4
Janeiro	25,5	30,3	20,7	89,9	51,5	74,8
Fevereiro	23,2	27,7	18,7	83,1	54,3	88,7
Março	23,9	29,3	18,4	83,5	50,0	77,8

Fonte : Posto meteorológico da FEAGRI

\bar{T} : Média das temperaturas no mês (°C)

\bar{T}_{max} : Média das temperaturas máximas no mês (°C)

\bar{T}_{min} : Média das temperaturas mínimas no mês (°C)

Evidencia-se de fato, alta variabilidade nas condições ambientais prevalecentes durante a armazenagem.

5.2. Análises Microbiológicas

Da tabela 21 conclui-se de depois de 153 dias os filés apresentaram boa qualidade microbiológica dentro do especificado por ICMSF (1980) e das colocações de LEITÃO (1977, 1979)

Tabela 21 - Resultados das análises microbiológicas

Teste	15 dias		67 dias	
	S.leve	S.forte	S.leve	S.forte
Mesófilas	1,87 E-5	1,37 E-6	1,9 E-2	2,5 E-2
Psicrotróficas	4,7 E-6	5,0 E-5	5,6 E-6	2,7 E-2
Coliformes totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>V. parahaemolyticus</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>S. Aureus</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

em 25 gramas

Teste	106 dias		153 dias	
	S.leve	S.forte	S.leve	S.forte
Mesófilas	7,6 E-3	3,2 E-3	5,5 E-2	9,0 E-2
Psicrotróficas	2,2 E-3	1,2 E-3	5,8 E-3	1,7 E-3
Coliformes totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>V. parahaemoliticus</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>S. Aureus</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

em 25 gramas

5.3. Testes sensoriais

5.3.1. Primeiro teste de produto tratado.

Conforme explicado na metodologia nas tabelas 22, 23, 24 e 25 verificam-se os resultados comparativos da avaliação das amostras quanto a aparência, odor, sabor e textura, respectivamente.

Para 6 tratamentos e 5 repetições, o valor de F tabelado é 2,90 para 5% 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 26, mostrou que não há diferença significativa para aparência, sabor, textura e odor. Para os seis tratamentos, tendo as amostras 3 e 4 que

correspondem a salga forte, baixa e alta pressão respectivamente, alcançado as melhores médias.

5.3.2. Segundo teste de produto tratado

Como explicado na metodologia, foi de caráter mais simples e os resultados se amostram na tabela 26.

Tabela 22 - Resultados da avaliação de aparência

1.	8,21	7,83	7,36	6.	6,49	7,69	6,48
2.	7,70	7,91	7,51	7.	6,27	6,17	5,97
3.	8,26	7,70	6,08	8.	6,59	6,64	6,94
4.	8,21	7,47	5,97	9.	6,94	6,10	6,39
5.	7,19	7,40	7,39	10.	6,53	5,89	6,74

Tabela 23 - Resultados da avaliação de odor

1.	8,30	8,0	7,71	6.	6,20	7,18	6,93
2.	7,45	7,71	7,01	7.	6,63	5,89	6,74
3.	7,67	7,64	6,27	8.	7,01	6,59	6,86
4.	8,30	7,76	5,63	9.	7,44	7,00	6,53
5.	7,61	7,40	6,39	10.	6,71	6,50	6,33

Tabela 24 - Resultados da avaliação de sabor

1.	8,48	6,89	7,16	6.	6,54	6,26	6,94
2.	7,66	7,63	6,59	7.	6,67	6,50	6,54
3.	7,34	7,39	6,11	8.	6,29	6,49	6,64
4.	7,13	7,36	5,93	9.	6,67	6,83	6,99
5.	7,05	6,99	6,60	10.	5,01	5,09	5,17

Tabela 25 - Resultados de avaliação de textura

1.	4,11	5,40	2,96	6.	4,10	5,89	5,88
2.	4,86	4,10	4,63	7.	4,71	4,73	4,74
3.	4,53	4,13	5,09	8.	4,00	4,81	5,06
4.	5,46	4,59	4,57	9.	4,64	5,90	4,66
5.	4,85	4,45	5,98	10.	5,39	5,27	5,30

Tabela 26 - Análise de variância de avaliação de odor, sabor, textura e aparência

Aparência					
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	
Tratamentos	5	2,3722	0,4744	1,39	n.s. (<2,90 ^{5%})
Blocos	9	8,6940	0,9660	2,84	
Resíduos	15	5,1096	0,3406		
Total	29	16,1758			

(n.s. : não significativo)

Odor					
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	
Tratamentos	5	1,8195	0,3639	0,87	n.s.
Blocos	9	5,7120	0,6346	1,52	n.s.
Resíduos	15	6,2442	0,4163		
Total	29	13,7757			

Sabor					
C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	
Tratamentos	5	0,9655	0,1931	0,73	n.s.
Blocos	9	11,4132	1,2681	4,82	d.s.
Resíduos	15	3,9498	0,2633		
Total	29				

(d.s. : diferença significativa)

Textura

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	5	1,8683	0,3736	0,75 n.s.
Blocos	9	3,7092	0,4121	0,83 n.s.
Resíduos	15	7,4448	0,4963	
Total	29			

Tabela 27 - Análise de variância - Avaliação odor, sabor, textura e aparência. 2º teste de produto tratado

Aparência

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. ($f_{1,10}^{5\%} = 4,96$)
Tratamentos	1	0,2465	0,2465	0,53 n.s.
Resíduos	10	4,5951	0,4595	
Total	11	4,8416		

Odor

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,0176	0,0176	0,24 n.s.
Resíduos	10	0,7418	0,0742	
Total	11	0,7594		

Sabor

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	1,3940	1,3940	2,21 n.s.
Resíduos	10	6,3066	0,6307	
Total	11	7,7006		

Textura

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	1	0,0408	0,0408	0,13 n.s.
Resíduos	10	3,1188	0,3119	
Total	11			

6. Conceitos gerais do processo integral

Em posse dos resultados finais, onde interagiam as diferentes operações unitárias a que foram submetidos os filés de tilápia pode-se conceituar o seguinte :

A matéria prima em geral mostrou estabilidade microbiológica e sensorial através dos diferentes processos, sendo que depois de 153 dias de armazenagem apresentou-se como um típico "bacalhau".

Quanto ao tipo de salga às vantagens comparativas mostradas pela salga forte, onde o tempo de penetração de sal e as perdas de proteína foram menores, adiciona-se a maior remoção de lipídeos durante a prensagem. Os resultados dos demais parâmetros medidos foram semelhantes tanto para a salga leve como para a forte. Nos filés provenientes da salga saturada a remoção de lipídeos durante a prensagem foi menor e o tempo de secagem superior quando comparado com filés de salga leve e forte.

Do material que ficou nos tanques de salmoura, para observação, os filés de salga leve apresentaram deterioro visível aos 20 dias de permanência e os de salga forte depois de um mês.

Devido às limitações experimentais é difícil precisar o nível de pressão que deve ser exercido nos filés. Porém as seguintes faixas são consistentes com os resultados obtidos, considerando também o comportamento na secagem.

Salga leve : De 7,3 à 9,8 Kgf/cm²

Salga forte : De 3,6 à 11,0 Kgf/cm²

Salga saturada : De aprox. 11 Kgf/cm²

Para o filé proveniente da salga leve a tendência é que pressões maiores que 9,8 provocam extrusão desmedida do filé, afetando consideravelmente sua aparência final.

Das curvas de secagem para filés provenientes de salga leve e forte, deduz-se um período de taxa constante de remoção de umidade durante, aproximadamente, as primeiras 6 a 14 horas de secagem. No suposto de aumentar a velocidade do ar durante este período (que para a experiência foi 0,4 m/s) o tempo de secagem sofreria redução sensível.

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES

1. O tempo requerido para a penetração de sal em filé de tilapia do nilo, sob condições de salga úmida e porcentagem de cloretos na fase aquosa do músculo de 12% (salga leve) e 17% (salga forte) foi de aproximadamente 48 e 24 horas respectivamente.

2. A proteína depositada nas salmouras leve e forte cresce linearmente com o tempo, sendo que a velocidade de acúmulo é 23,6% mais rápida para a salga leve do que para a forte.

3. A migração de lipídeos de produto para a salmoura é praticamente desprezível.

4. O refratômetro manual apresenta-se como instrumento apropriado para acompanhar o processo de salga úmida.

5. Na prensagem de filé salgado, independente do nível de pressão exercida, a porcentagem de cloretos na fase aquosa do músculo atingiu um valor praticamente constante para cada tipo de salga.

6. Durante a prensagem apresenta-se importante remoção de lipídeos, chegando a representar 41% para filés provenientes de salga leve, 61% para filés provenientes de salga forte e 21% para provenientes de salga saturada. Os níveis de pressão recomendados para este propósito são : mais do que 7,3 Kgf/cm² para salga leve e de 4,2 Kgf/cm² para salga forte, para salga saturada na faixa de 3,0 e 9,1 Kgf/cm².

7. A prensagem facilita enormemente a remoção da pele, sem deterioração do filé.

8. Durante a prensagem, pelo menos na faixa de pressões estudadas, não se apresentou perda de proteína.

9. A cinética total de secagem foi previsível através da equação (série de Fourier) proposta por Lewis-Sherwood utilizando os dois primeiros termos da série. Porém a análise de resíduos estatísticos sugere com aprimoramento deste tratamento, para conteúdos de umidade superiores a 40% na base seca.

10. Os filés com pele apresentam maior taxa de secagem do que os sem pele, sendo que o conteúdo de umidade de equilíbrio é maior para os primeiros.

11. Para filés de um mesmo peixe, tanto na prensagem como na secagem, a taxa de remoção de umidade é maior para aquele que possui espinha dorsal.

12. O estudo da avaliação sensorial demonstrou não haver diferença significativa no odor, sabor, aparência e textura para peixes provenientes de salga leve e forte submetidos a três diferentes níveis de pressão.

13. O produto depois de 153 dias de armazenagem em embalagem plástica e condições ambientais, apresentou boa qualidade microbiológica e sensorial.

14. Feita a análise global de todos os processos recomenda-se :

- Processo de salga forte, isto é, conteúdo de cloretos na fase aquosa do músculo de 17%. Para o cálculo da salmoura

tome-se como umidade inicial do peixe 75% e umidade final 63%. O tempo de salga não deve ser superior a 72 horas.

- Prensagem do filé com nível de pressão entre 3,6 e 11,0 Kgf/cm², durante 40 segundos.

- Para secagem a temperaturas inferiores a 39 °C e umidade relativa de cerca de 50%, a velocidade de ar deve ser aproximadamente 2,5 m/s durante as primeiras 5 horas, reduzindo para 0,4 m/s até atingir umidade inferior a 32% BU.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUERRE, R.J. et alii. Drying kinetics of rough rice grain. *Journal of Food Tech.*, 17:679-86, 1982.
- AGUERRE, R.J. et alii. Analysis of the interface conditions during drying of rice. *Journal of Food Tech.*, 12:315-23, 1984a.
- AGUERRE, R.J. et alii. Calculation of the variation of the heat of desorption with the moisture content on the basis of the BET theory. *Journal of Food Tech.*, 12:325-31, 1984b.
- AGUERRE, R.J. et alii. Utilization of Fick's second law for the evaluation of diffusion coefficients in food processes controlled by internal diffusion. *Journal of Food Tech.*, 20:623-29, 1985.
- AGUERRE, R.J. et alii. Effect of drying on the quality of milled rice. *Journal of Food Tech.*, 21:75-80, 1986.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Arlington, Official methods of analysis, 14a. ed., Virginia, 1984, 1141 p.

- BERRAQUET, N, et alii. Um processo rápido de salga e secagem de peixe. 1. Aspectos de Processamento e Aceitabilidade. Coletânea do IIAL, Campinas, 06:37-49, 1975.
- BERRAQUET, N. et alii. Determinação do tempo de salga de sardinhas destinadas ao enlatamento. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 8:345-75, 1977.
- BERRAQUET, N. & ESCUDERO, J. Salga da cavalinha (Scomber japonicus). 1. Influência da temperatura de salga e modo de preparo do pescado na penetração do sal. Col. IIAL, Campinas, 13:131-47, 1983.
- BERRAQUET, N.J. & LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas "post-mortem" em "pescado", Boletim IIAL, Campinas, 22(2):169-92, abr./jun., 1985.
- BHATTACHARYYA, G. & JOHNSON, R. Statistical concepts and methods, 1 ed., New York, John Wiley & sons, 1977, 639 p.
- BIAGI, J.D. Modelling of feed-pellet cooling process. Agricultural Engineering Department. East Lansing. 1986. 207 p. Tese de doutorado, Michigan State University, MI, USA.

- BINBENET, J.J. et alii. Air drying kinetics of biological particles. In: TOEY, R & MUJUNDAR, A., ed. *Drying '85'*, Washington, Hemisphere pub. 1985. p. 178-85.
- BLIGH, E.G. & DUCLOS-RENDEL, R. Chemical and physical characteristics of lightly salted minced cod. (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 51, n.1 pp 76-8. 1986.
- BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadá, J. Biochem. Physiol.* 37(8): 911. 1959.
- BOERI, R.L. et alii. Estudio Comparativo de los procesos de salado húmedo e seco de Merluza (*Merluccius nubbsi*), *Rev. Agroquím. Technol. Aliment.*, 22(1): 139-45. 1982
- BOQUET, R. et alii. Equations for fitting water sorption isotherms of foods. II. Evaluation of various two-parameter models. *J. of Food. Tech.*, 12:319-27, 1978.
- BRENNAN, J. et alii. *Food Engineering Operations*, Elsevier, Amsterdam, 1969. 443 p., Solid-liquid extraction and expression, p. 200-207.
- BROOK, R.C. & FOSTER, G.H. Drying, cleaning and conditioning. In: *CRC Handbook of transportation and*

- marketing in agriculture, Vol II; Finney, E.E. Editor CRC Press, Boca Raton, Florida, 1981.
- BROOKER, D.B. et alii. Theory and simulation of cereal grain drying. In: Drying Cereal Grains, 5 ed, Westport, Connecticut, The AVI Pub., 1982, p. 185-221.
- CAURIE, M. A general method for predicting the water activity of simple and multi-component mixtures of solutes and non-solutes. J. of Food Technology., 21:221-9, 1986.
- CHEN, C.S. & JOHNSON, W.H. Kinetics of moisture movement in hygroscopic materials II (An application to foliar materials). Transactions of the ASAE. 12(4):478-81, 1969.
- CHEN, C.S. & JOHNSON, W.H. Kinetics of moisture movement in hygroscopic materials (I. Theoretical considerations of drying phenomena). Transactions of the ASAE, 12(1):109-13, 1969a.
- CHINNAN, M.S. & BEUCHAT, L.R. Sorption Isotherms of whole cowpeas acid flours. J. Lebensmittel-Wiss U. Technol. 18:83-88, 1985.
- CHIRIFE, J. & IGLESIAS, H. Equations for fitting water sorption isotherms of foods: Part 1 - a review. J. of Food Tech. (U.K.), 13:159-174, 1978.

- CHIRIFE, J. et alii. Technical note: The calculation of the heat of water sorption in foods on the basis of B.E.T. theory. *J. of Food Tech.*, 21:103-7, 1986.
- CHU, S.T. & HUSTRULID, A. Numerical solution of diffusion equations,. *Transactions of the ASAE*, 11(5):705-8, 1968.
- CHUNG, D.S. & PFOST, H.B. Adsorption and desorption of water vapor by cereal grains and their products. *Transactions of the ASAE*, 10(4):552-75, 1967.
- CHUPAKHIN, V. & DORMENKO, V. *Fish Processing Equipment*. 3 ed., Moscow, Mir, (s.d.), 01:387-92, translated from the russian by Anne de Merindal.
- CONNEL, J.J. Salted fish. In: *Control of fish quality*. Surrey, England, Fishing News (Books), 1975 ,p. 86-92.
- CONTRERAS, E.G. Salga de pescado. Apontamentos de aula do curso TP 177. Campinas, FEA/UNICAMP, 1987, 11 p.
- CORNEJO, F.E.P. Estudo dos parâmetros de secagem e construção de um secador de baixo custo para filés salgados de pescado. Campinas, 1987, 88 p., Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, SP, Brasil.

COURO DE PEIXE faz sucesso na Europa. *Agrofolha*, São Paulo, n. 14, 30 de setembro, 1986, p. 5.

CRANK, J. *The mathematics of diffusion*, Oxford, Clarendon Press, 1975.

DAUDIN, J.D. Calcul des cinétiques de séchage par l'air chaud des produits biologiques solides. *Sciences des aliments*, 2 : 1-36, 1983.

DEL VALLE, F.R & NICKERSON, J.T.R. Studies on salting and drying fish. I Equilibrium considerations in salting. *Jr. of Food Science*, 32:173-79, 1967a.

DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. Studies on salting and drying fish II Dynamic Aspects of the saltin of fish. *Jr. of Food Science*, 32(2):218-25, 1967b.

DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. Salting and drying fish. III Diffusion of water, *Jr. of Food Science*, 33:499-503, 1968.

DOE, P.E. et alii. Isoholic sorption isotherms. 1. Determination for dried salted cod (*Gadus morrhua*). *Jr. of Food Tech.*, 12:125-34, 1982.

- ENGELS, C et alii. Modelling water diffusion during long-grain rice soaking, Journal of Food Engineering, 5:55-73, 1986.
- FAN, L.T. et alii. Diffusion coefficients of water in wheat kernels. Cereal Chemistry, 38:541-549, Nov., 1961.
- FERREIRA, V. & BERRAQUET, N. Controle de qualidade na indústria de pescado em conserva. Boletim IIAL, Campinas, 18(1):67-8, Jan/mar, 1981.
- FORTES, M. & OKOS, M.R. Heat and mass transfer in hygroscopic capillary extruded products. AIChE Journal, 27(2):255-62, 1981.
- FORTES, M. & OKOS, M.R. Drying Theories: their bases and limitations as applied to food and grains. In: MUJUNDAR, A.S., ed. Advances in drying, Vol 1, Washington, Hemisphere Pu. Co. 1980, p. 119-50.
- FORTES, M. & OKOS, M.R. Heat and mass transfer in hygroscopic capillary extruded products. Presented at the 71st Annual Meeting of the AIChE, Miami, 1978.
- GRADVOHL, M.P.G. Normas técnicas para criação de tilápias, CEPLAC, Ilhéus, 1986, 42 p.

- HEINIS, J.J. et alii. Mechanical drying of mullet roe (Karassumi). American Society of Agricultural Engineers, 28(3):975-9, May-June, 1985.
- ICMSF. (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) Microbiological Ecology of Foods. Academic Press, New York, V. II, 1980, pp 567-604.
- IGLESIAS, H.A. et alii. Temperature dependence of water sorption isotherms of some food, Jr. of Food Sci. 51(3):551-3, 1986.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, V 1, 371 p, 1976.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Tabela para madeiras nacionais, São Paulo, 1956.
- IWAMOTO, M. et alii . Effect of storage temperature on rigor mortis and ATP degradation in Plaice (*Paralichthys olivaceus*) muscle. Jr. of Food Sci., 52(6):1514-24, 1987.
- JASON, A.C. A study of evaporation and diffusion processes in the drying of fish muscle. Torry Research Station, Aberdeen. In: Fundamental aspects of the dehydration of foodstuffs, Londres, The Soc. of Chem. Ind., 1958, 103-35.

- JASON, A.C. Drying and dehydration In: BORGSTRON, G., Fish as Food, V 3, part 1, pp 1-52, 1965.
- JURY, S.H. Numerical solution of systems of mixed partial differential equations associated with transport phenomena with exchange. Journal of the Franklin Institute, 292(3):203-23, 1971.
- KEYEY, R.B. Drying - Principles and practice. Pergamon Press, Oxford, 1975.
- KEYEY, R.B. Limits to the rate of drying of materials. In: Toei, R & Mujunidar, A., ed. Drying' 85, Washington, Hemisphere Pu. Co., 1985, pp 532-541.
- KITIC, D. & VIOLLAZ, P.E. Comparison of drying kinetics of soybeans in thin layer and fluidized beds. J. of Food Tech., 19:399-408, 1984.
- KUMAR, A. et alii. Generalized analytical model for moisture diffusion in a composite cylindrical body. Trans. of the ASAE, 1982, 25(3):752-758.
- KURADE, S.A. & BARANOWSKI, J.D. Prediction of shelf-life minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. J. of Food Science, 52(2):300-3, 1987.

LABUZA, T.P. et alii. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated food. Journal of Food Science, 50(2):385-91, 1985.

LABUZA, T.P. Sorption phenomena in foods. Jr. of Food Tech. 22(3),263-73, 1968.

LAWS, N. & PARRY, J.L. Mathematical modelling of heat and mass transfer in agricultural grain drying. Proceedings Royal Society of London, Great Britain, 385:169-87, 1983.

LEITÃO, M.F. Microbiologia do pescado e controle sanitário no processamento. Rev. do IIAL, V.50, mar/abr, 1977.

LEITÃO, M.F. Microbiologia do pescado salgado. Rev. IIAL, Campinas, 16(2):123-47, abr/jun, 1979.

LEITÃO, M.F. et alii. Variação da atividade de água, umidade e concentração salina na salga de sardinhas inteiras e víceradas-descabeçadas e avaliação do desenvolvimento de Clostridium botulinum tipo A e Staphylococcus aureus no processo. Rev. IIAL, Campinas, 20(2):131-59, abr/jun, 1983.

- LEWIS, W.K. The rate of drying of solid materials. In: The symposium of drying. The Journal of Ind. Eng. Chem., 13(5):427-32, 1921.
- LOMAURO, C.J. et alii. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations Part 1: Fruit, vegetable and meat products. International Journal for Food Chemistry, Biochemistry, Microbiology, Technology and Engineering, V 18, pp 111-24, 1985.
- LUIKOV, A.V. Heat and Mass Transfer in Capillary-porous Bodies. Pergamon Press, London, 1966.
- MAGNUSSEN, O.M. et alii. Dimensioning heat pump driers for fish products. In: Toei, R & Mujumdar, A., ed., Drying '85, Hemisphere Pu, Washington, 1985, pp 461-7.
- MALVINO, R.M. O uso do coletor solar com complementação de resistência elétrica uma prática de secagem de cacão. Campinas, 1981, 86 p. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. UNICAMP, SP, Brasil.
- MAMAR, R.M. & CYRINO, J.E.P. Piscicultura. Campinas, Impresso Especial CATI, 1986. 103 p.

- MARONI, J.S. Este é o mês certo para começar a criar peixes. In: Agrofolha, São Paulo, no. 20, 11 de nov. 1986, p 8.
- MEYER, D.A. & WEBER, T.W. Nonisothermal adsorption in fixed beds. AIChE Journal, 13(3):457-63, 1967.
- MILLER, S.A. et alii. Liquid-solid system. In: Perry's Chemical Engineers' Handbook. 6 ed, New York, McGraw-Hill, 1984, IV, Sept. 19:103-7.
- MORI, E. & BERRAQUET, N. Avaliação organoléptica do pescado. Bolet. IIAL, Campinas, 20(2): 79-100, abr/jun, 1983.
- MOSCHIAR, S. & FARDIN, J.P. Sorption properties of row hake muscle. Journal of Food Tech., 21:95-102, 1986.
- NETO, F.M. Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado em gelo. Campinas, 1984, 79 p. Tese (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP.
- NOMURA, A.T. Criação de Tilápia. In: Ictiologia e piscicultura, Nobel, São Paulo, 1976, pp 29-31.

- NONHEBEL, G & MASS, A.A.H. Simplified theory of the drying of solids. In: _____, Drying of solids in the chemical industry. Butterworth & Co., 1971, p. 7-43.
- ONSAGER, L. Reciprocal relations in irreversible processes, I. The physical review, series 2 , 37:405-27, 1931.
- ORTIZ, S.A. et alii. Embalagem para pescado salgado. Boletim de Engenharia de Alimentos, Campinas, 12(4):349-69, out/dez 1980.
- PARK, K.J. (1986) Fundamentos de secagem, apontamentos de aula. FEA/UNICAMP, Campinas, pp 1-50.
- PARK, K.J. Estudo comparativo de coeficiente de difusão sem e com encolhimento durante a secagem. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas. 1987. 54 p. Tese de Livre-Docente. UNICAMP. SP. Brasil.
- PARRY, J.L. Mathematical modelling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying: a review. Jr. Agricultural Eng. Res., 32:1-29, 1985.
- PETERS, G.R. Experiments in mechanical drying of salted cod. Memorial University of New Faunland, Industrial Development Service, Department of fisheries of Canada, Ottawa, 1968, pp 1-86.

PHILIP, J.R. Numerical Solution of equations of the diffusion type with diffusivity concentration-dependent, Aberdeen, University Press, G.B. Commonwealth of Austrália, reprinted from the Trans. of the Faraday Society, n. 391, Vol 51, part 7, July 1955.

PORTER, H.F. et alii. Solids drying and gas-solid systems. In: Perry's Chemical Engineers' Handbook. 6 ed. New York, McGraw-Hill, 1984, 1 V, sect. 20, pp 4-14.

PRONI (Programa Nacional de Irrigação). Tempo de irrigar: Manual do Irrigante, São Paulo, 1987, cap. 12.

QUEIROZ, M.I. Influência da secagem com coletores solares na qualidade do pescado salgado. Campinas, 1977, vii, 63 p. Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Tese de Mestrado, UNICAMP, SP, Brasil.

QUEIROZ, M.I. et alii. Perspectivas da utilização de coletores de energia solar na secagem de pescado. In: Industria Alimentar, São Paulo, 1977, 03:6-10.

RIZVI, S.S.H. & BENADO, A.L. Thermodynamics properties of dehydrated food. Jr. of Food Tech., 1984, 38(3):83-92.

ROA, G. & ROSSI, S. Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural. São

Paulo, Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia/ Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1980, 295 p (publicação ACIESP, 22).

ROUVET, J.C. et alii. An analytical-numerical method for simulating water transfer in a ventiled deep bed of cereals. *Trans. of the ASAE*, 22(6):144-50, 1979.

RUSTAD, T. & NESSE, N. Heat treatment and drying of capelin mince. *Jr. of Food Science*, 48(4):1320-2, 1983.

SALWIN, H. & SLAWSON, V. Moisture transfer in combinations of dehydrated foods. *Food Technology*, 13:715-718, 1959.

SANTOS, D.S. Avaliação do processo de salga e da embalagem da sardinha salgada e prensada produzida no Estado do Rio de Janeiro. Niterói, Faculdade de Veterinária, 1978, 113 p ilustr., Tese de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, UFF, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SAS Statistical Analysis Systems.

SAWYER, F.M. et alii. Consumer evaluation of the sensory properties of fish. *Jr. of Food Science*, 53:12-8, 1988.

- SCHAR, W & RUEGG. The evaluation of G.A.B. constants from water vapour sorption data. Jr. Lebensm-Wiss U. Technol., 18:225-9, 1985.
- SCHWARTZBERG, H.G. et alii. Requisitos de fuerza para la expresion de agua y jugo de alimentos celulares. Rev. Latino -americana de Ing. Química Aplicada, 15:141-76, 1985.
- SCOTT, W.J. Water relations of food spoilage microorganisms. Advances in Food Research, 7:83-127, 1957.
- SHERWOOD, T.K. The drying of solids I. In: Industrial and Engineering Chemistry, 21(10):976-80, 1929.
- SHERWOOD, T.K. The drying in Solids II, Industrial and Engineering Chemistry. 21(10):976-80, 1929b.
- SOBRAL, P.J.A. Secagem de sangue bovino incorporado a proteína texturizada de soja em leite fluidizado e em leite fixo. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1987, 171 p , Tese de Mestrado, UNICAMP, SP, Brasil.
- SPECK, M.L. (ed.) American Public Health Association, Inc., Washington, D.C., APHA: Compendium of methods for the

microbiological examination of foods. 1976, 702 p.
ilustr.

SRIPATHY, N.V. Some recent research on traditional fish products in the IPFC region. In: Jonies, D (ed), 1983, The production and storage of dried fish. pp 1-18, FAO Fisheries Report, (279), suppl. 265 p.

STANISH, M.A. et alii. A mathematical model of drying for higroscopic porous media. AIChE Journal, 32:1301-1311, 1986.

STEFFE, J.F. & SINGH, R.P. Liquid diffusivity of rough rice components. Trans. of the ASAE, 23(3):767-82, 1982.

STROMMEN, I. Drying of heavily salted cod fish. In: Drying '80, 02:289-300, Hemisphere Publ. Cor. Washington, 1980.

SUZUKI, T. Fish and krill protein: Processing Technology, Applied Science Publishers. London, pp 1-147, 1981.

TELLIS, R.J. Secagem de proteína texturizada de soja em leite estático e deslizante. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1988. 144 p. Tese de Mestrado, UNICAMP, SP, Brasil.

TORRANO, A. & OKADA, M. Processamento do cação salgado e seco, Bol. do IIAL, Campinas, 54:153-166, nov/dez 1977.

UBOLDIEIROA, M.N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microorganismos e métodos de determinação em alimentos. Bol. IIAL, Campinas, 18(3):353-83, jul/set. 1981.

VAN DENDER, F. et alii. Efeito da desidatatação sobre as qualidades proteicas dos alimentos. Bol. IIAL, Campinas, 23(2):147-68, abr/jun, 1986.

VAN DER BERG, C. Description of water activity of foods for engineering purpose by means of the G.A.B. model of sorption. In: The Food Industry. Ed. by B.M. McKenna, London, Elsevier Applied Science Pu., V 1, 1984.

VAN KLAVEREN, F.N. & LEGENDRE, R. Salted cod. In: Borgstrom, G. (ed.), Fish as Food, 1965, V III, part 1, pp 133-60.

VIEIRA, G.H.F. & SILVA, M.C.N. Salga e secagem do cangulo, Balistes Vetula linnaeus (pisces: balistidae), no Estado do Ceará, Brasil. Boletim de Ciências do Mar, Fortaleza, no. 43. pp 1-8, 1986.

- VILLEMURE, G. et alii. Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbon dioxide atmosphere. *Jr. of Food Science*, 51(2):317-20, 1986.
- VOSKRESENSKI, N.A. Salting and herring. In: Borgstrom, G. (ed.) *Fish as Food*, V 3, pp 107-31, 1965.
- WATERMAN, J.J. La producción de pescado seco. Roma, FAO, 1978. 52 p. (Documentos Técnicos, 160).
- WHITAKER, S. Moisture transport mechanisms during the drying of granular porous media. In: TOEI, R. & MUJUNDAR, A. ed., *Drying '85*. Hemisphere Pu., Washington, 1985, p. 21-32.
- ZAIN, A.M. & YUSOF, S. Salt and moisture contents dried fish. University Pertanian Malaysia, *FAO Fisheries Report*, n. 279, Roma, p 216-21, 1982.
- ZAITSEV, V. et alii. Characteristic of fish as raw material for industry. In: *Fish curing and processing*, Moscow, Mir Pub., 1969a, 722 p, Chap. 1, pp 17-91.
- ZAITSEV, V. et alii. Salting and marinading. In: *Fish curing and processing*. Moscow, Mir Pub., 1969b, 722 p, Chap. 5, pp 198-256

ZAPATA, J.F.F. et alii. Salga rápida e secagem da Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), Bol. SRCIA, 20(1/2):17-28, Jan/jun 1986.

APÊNDICE

Tabela 28 . Resultados de análises químicas
Salga - (porcentagens)

Amostras		Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Cloretos
salga	dias				
in natura	0	82,0109	11,1780	6,1739	1,1547
leve	1	65,7960	7,3768	24,6328	24,0483
leve	2	59,6415	15,1248	25,9265	23,4637
leve	3	51,3924	17,4781	29,8903	27,9223
leve	4	52,1264	23,1607	25,3653	23,0906
leve	5	56,3257	11,2047	33,1002	31,6108
leve	6	59,6806	11,7369	29,7598	26,8139
leve	7	55,0990	12,9937	32,2073	31,3560
leve	8	57,8439	9,2805	30,7792	28,9383
leve	10	52,7088	16,0931	32,3975	29,5006
forte	1	52,9258	15,3119	33,4764	29,7536
forte	2	57,7006	11,0521	32,6720	30,6181
forte	3	57,1316	9,2431	30,9683	28,9994
forte	4	53,0967	16,1577	30,9683	28,9674
forte	5	54,0712	13,1287	31,9648	31,2199
forte	6	54,8017	11,6293	35,2152	32,5603
forte	8	54,0676	13,7511	34,7733	33,5657
forte	10	46,7711	14,2363	37,5037	35,5357

Tabela 29 . Resultados de análises químicas
Prensagem (porcentagens)

no.	Condição	Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Cloretos
S178	prensado	45,8714	12,6547	44,5550	42,7613
S178	s/ prens.	41,9153	13,0337	45,6303	41,0693
S091	prensado	43,8233	8,8233	48,7696	48,7666
S091	s/ prens.	41,6572	11,1140	47,3885	45,7168
S030	prensado	44,1408	11,0754	47,2304	46,0649
S030	s/ prens.	43,6608	14,0388	46,7810	44,9733
L033	prensado	52,8283	11,4964	36,5958	33,2649
L033	s/ prens.	49,7849	12,5312	35,3792	32,2649
L073	prensado	54,7707	13,3848	30,4733	29,2002
L073	s/ prens.	49,6822	18,2588	28,1053	26,9462
L122	prensado	60,5638	8,8420	31,9110	31,9846
L122	s/ prens.	52,6597	15,0160	33,3730	28,6297
F089	prensado	57,4648	10,1088	32,5805	32,8392
F089	s/ prens.	51,6910	19,1976	31,6140	28,5842
F042	prensado	59,6892	5,6325	38,4038	37,8556
F042	s/prens.	50,2446	14,5314	36,5630	32,1378
F100	prensado	58,2248	44,5353	33,4221	33,2426
F100	s/ prens.	46,6378	19,5886	33,2987	29,3439

Tabela 30 . Resultados de análises químicas
 Secagem (porcentagens na condição de
 equilíbrio)

Amostra no.	Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Cloretos
L000 *	50,6688	16,7713	32,7129	32,3741
L029 7	59,3005	14,9455	26,8442	26,9397
L056 12	58,0911	14,5657	24,3819	24,1490
F103 37	56,9072	17,6740	26,5679	23,2108
F036 46	57,0707	14,6522	25,4558	24,3727
F097 48	55,9781	16,6389	26,6050	25,6675
S200 102	48,1613	13,0453	35,4485	34,3612
S051 104	45,5587	12,8626	38,6199	36,6874
S029 106	47,5739	10,6506	41,1654	40,6876
S114 107	46,9316	14,4474	35,6853	34,3789
S110 108	51,5686	12,6895	33,0573	32,1730
S050 109	51,3250	10,4059	37,5991	37,1082
S050 110	48,2998	14,7724	34,2584	33,8353
S035 111	48,5792	13,0970	37,9931	37,4557
S037 112	52,7486	4,6694	31,6874	31,6373
L035 114	54,3748	13,0969	28,1856	26,4036
L067 116	55,8243	15,9789	28,5276	27,7093
L106 118	59,6648	11,2681	27,7239	26,7754
F067 120	54,6571	13,9329	29,3187	29,2986
F032 122	55,6170	11,4067	29,9219	28,4801
F109 124	56,4910	13,1728	28,2754	27,2361



Tabela 31 Dados da secagem - Levantamento experimental

8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
1	.	0.00	1.9716	L029	A	1.9716	0.0724	1.00000	0.0000
2	.	1.00	1.6567	L029	A	1.9716	0.0724	0.83419	-0.1813
3	.	2.00	1.4725	L029	A	1.9716	0.0724	0.73721	-0.3049
4	.	3.00	1.3129	L029	A	1.9716	0.0724	0.65317	-0.4259
5	.	4.00	1.1858	L029	A	1.9716	0.0724	0.58625	-0.5340
6	.	5.00	1.1061	L029	A	1.9716	0.0724	0.54428	-0.6083
7	.	6.00	1.0181	L029	A	1.9716	0.0724	0.49795	-0.6973
8	.	7.00	0.9594	L029	A	1.9716	0.0724	0.46704	-0.7613
9	.	8.00	0.9086	L029	A	1.9716	0.0724	0.44029	-0.8203
10	.	10.00	0.8164	L029	A	1.9716	0.0724	0.39174	-0.9371
11	.	12.00	0.7393	L029	A	1.9716	0.0724	0.35115	-1.0465
12	.	14.00	0.6762	L029	A	1.9716	0.0724	0.31792	-1.1459
13	.	16.00	0.6162	L029	A	1.9716	0.0724	0.28633	-1.2506
14	.	18.00	0.5691	L029	A	1.9716	0.0724	0.26153	-1.3412
15	.	20.00	0.5293	L029	A	1.9716	0.0724	0.24057	-1.4247
16	.	21.80	0.4924	L029	A	1.9716	0.0724	0.22115	-1.5089
17	.	24.40	0.4659	L029	A	1.9716	0.0724	0.20719	-1.5741
18	.	25.50	0.4437	L029	A	1.9716	0.0724	0.19550	-1.6322
19	.	27.50	0.4195	L029	A	1.9716	0.0724	0.18276	-1.6996
20	.	39.50	0.3111	L029	A	1.9716	0.0724	0.12568	-2.0740
21	.	42.00	0.2909	L029	A	1.9716	0.0724	0.11505	-2.1624
22	.	46.00	0.2557	L029	A	1.9716	0.0724	0.09651	-2.3381
23	.	51.50	0.2185	L029	A	1.9716	0.0724	0.07693	-2.5649
24	.	64.00	0.1675	L029	A	1.9716	0.0724	0.05007	-2.9943
25	.	65.00	0.1642	L029	A	1.9716	0.0724	0.04834	-3.0296
26	.	67.00	0.1560	L029	A	1.9716	0.0724	0.04402	-3.1231
27	.	72.75	0.1412	L029	A	1.9716	0.0724	0.03623	-3.3180
28	.	84.60	0.1217	L029	A	1.9716	0.0724	0.02596	-3.6513
29	.	89.20	0.1144	L029	A	1.9716	0.0724	0.02211	-3.8115
30	.	95.70	0.1093	L029	A	1.9716	0.0724	0.01943	-3.9410
31	.	109.30	0.0936	L029	A	1.9716	0.0724	0.01116	-4.4952
32	.	114.00	0.0910	L029	A	1.9716	0.0724	0.00979	-4.6260
33	.	119.50	0.0912	L029	A	1.9716	0.0724	0.00990	-4.6153
34	.	121.50	0.0910	L029	A	1.9716	0.0724	0.00979	-4.6260
35	.	159.00	0.0773	L029	A	1.9716	0.0724	0.00258	-5.9600
36	.	161.00	0.0782	L029	A	1.9716	0.0724	0.00305	-5.7913
37	.	163.45	0.0765	L029	A	1.9716	0.0724	0.00216	-6.1382
38	.	165.45	0.0754	L029	A	1.9716	0.0724	0.00158	-6.4506
39	.	167.00	0.0763	L029	A	1.9716	0.0724	0.00205	-6.1882
40	.	193.00	0.0726	L029	A	1.9716	0.0724	0.00011	-9.1586
41	.	197.00	0.0732	L029	A	1.9716	0.0724	0.00042	-7.7723
42	.	199.00	0.0730	L029	A	1.9716	0.0724	0.00032	-8.0600
43	.	202.50	0.0724	L029	A	1.9716	0.0724	0.00000	-8.0600
44	.	217.00	0.0725	L029	A	1.9716	0.0724	0.00005	-9.8518
45	.	0.00	1.6242	L098	B	1.6242	0.0711	1.00000	0.0000
46	.	1.00	1.2847	L098	B	1.6242	0.0711	0.78140	-0.2467
47	.	2.00	1.1126	L098	B	1.6242	0.0711	0.67059	-0.3996
48	.	3.00	0.9721	L098	B	1.6242	0.0711	0.58013	-0.5445
49	.	4.00	0.8764	L098	B	1.6242	0.0711	0.51851	-0.6568
50	.	5.00	0.8029	L098	B	1.6242	0.0711	0.47119	-0.7525
51	.	6.00	0.7307	L098	B	1.6242	0.0711	0.42470	-0.8564
52	.	7.00	0.6838	L098	B	1.6242	0.0711	0.39450	-0.9301
53	.	8.00	0.6413	L098	B	1.6242	0.0711	0.36714	-1.0020



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
55	.	12.00	0.4639	L098	B	1.6242	0.0711	0.25291	-1.3747
56	.	14.00	0.4588	L098	B	1.6242	0.0711	0.24963	-1.3878
57	.	16.00	0.4102	L098	B	1.6242	0.0711	0.21834	-1.5217
58	.	18.00	0.3708	L098	B	1.6242	0.0711	0.19297	-1.6452
59	.	20.00	0.3411	L098	B	1.6242	0.0711	0.17385	-1.7496
60	.	21.80	0.3119	L098	B	1.6242	0.0711	0.15504	-1.8640
61	.	24.40	0.2842	L098	B	1.6242	0.0711	0.13721	-1.9862
62	.	25.50	0.2794	L098	B	1.6242	0.0711	0.13412	-2.0090
63	.	27.50	0.2614	L098	B	1.6242	0.0711	0.12253	-2.0994
64	.	39.50	0.1822	L098	B	1.6242	0.0711	0.07153	-2.6376
65	.	42.00	0.1720	L098	B	1.6242	0.0711	0.06497	-2.7339
66	.	46.00	0.1485	L098	B	1.6242	0.0711	0.04984	-2.9990
67	.	51.50	0.1258	L098	B	1.6242	0.0711	0.03522	-3.3461
68	.	64.00	0.1051	L098	B	1.6242	0.0711	0.02189	-3.8216
69	.	65.00	0.1028	L098	B	1.6242	0.0711	0.02041	-3.8917
70	.	67.00	0.0988	L098	B	1.6242	0.0711	0.01784	-4.0266
71	.	72.75	0.0899	L098	B	1.6242	0.0711	0.01210	-4.4142
72	.	84.60	0.0793	L098	B	1.6242	0.0711	0.00528	-5.2439
73	.	89.20	0.0779	L098	B	1.6242	0.0711	0.00438	-5.4311
74	.	95.70	0.0759	L098	B	1.6242	0.0711	0.00309	-5.7794
75	.	119.50	0.0736	L098	B	1.6242	0.0711	0.00161	-6.4317
76	.	121.50	0.0734	L098	B	1.6242	0.0711	0.00148	-6.5151
77	.	159.00	0.0715	L098	B	1.6242	0.0711	0.00026	-8.2643
78	.	161.00	0.0733	L098	B	1.6242	0.0711	0.00142	-6.5596
79	.	163.45	0.0722	L098	B	1.6242	0.0711	0.00071	-7.2527
80	.	165.45	0.0719	L098	B	1.6242	0.0711	0.00052	-7.5712
81	.	167.00	0.0725	L098	B	1.6242	0.0711	0.00090	-7.0115
82	.	193.00	0.0711	L098	B	1.6242	0.0711	0.00000	-7.0115
83	.	197.00	0.0720	L098	B	1.6242	0.0711	0.00058	-7.4534
84	.	199.00	0.0721	L098	B	1.6242	0.0711	0.00064	-7.3480
85	.	202.50	0.0726	L098	B	1.6242	0.0711	0.00097	-6.9425
86	.	0.00	1.5951	L056	C	1.5951	0.0720	1.00000	0.0000
87	.	1.00	1.3345	L056	C	1.5951	0.0720	0.82890	-0.1877
88	.	2.00	1.1931	L056	C	1.5951	0.0720	0.73606	-0.3064
89	.	3.00	1.0950	L056	C	1.5951	0.0720	0.67166	-0.3980
90	.	4.00	1.0168	L056	C	1.5951	0.0720	0.62031	-0.4775
91	.	5.00	0.9518	L056	C	1.5951	0.0720	0.57764	-0.5488
92	.	6.00	0.8909	L056	C	1.5951	0.0720	0.53765	-0.6205
93	.	7.00	0.8486	L056	C	1.5951	0.0720	0.50988	-0.6736
94	.	8.00	0.8085	L056	C	1.5951	0.0720	0.48355	-0.7266
95	.	10.00	0.7388	L056	C	1.5951	0.0720	0.43779	-0.8260
96	.	12.00	0.6800	L056	C	1.5951	0.0720	0.39919	-0.9183
97	.	14.00	0.6320	L056	C	1.5951	0.0720	0.36767	-1.0006
98	.	16.00	0.5862	L056	C	1.5951	0.0720	0.33760	-1.0859
99	.	18.00	0.5475	L056	C	1.5951	0.0720	0.31219	-1.1641
100	.	20.00	0.5169	L056	C	1.5951	0.0720	0.29210	-1.2307
101	.	21.80	0.4847	L056	C	1.5951	0.0720	0.27096	-1.3058
102	.	24.40	0.4618	L056	C	1.5951	0.0720	0.25593	-1.3629
103	.	25.50	0.4451	L056	C	1.5951	0.0720	0.24496	-1.4067
104	.	27.50	0.4234	L056	C	1.5951	0.0720	0.23071	-1.4666
105	.	39.50	0.3261	L056	C	1.5951	0.0720	0.16683	-1.7908
106	.	42.00	0.3104	L056	C	1.5951	0.0720	0.15652	-1.8546
107	.	46.00	0.2820	L056	C	1.5951	0.0720	0.13788	-1.9814
108	.	51.50	0.2480	L056	C	1.5951	0.0720	0.11555	-2.1580



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
109	.	64.00	0.1999	L056	C	1.5951	0.0720	0.08397	-2.4773
110	.	65.00	0.1958	L056	C	1.5951	0.0720	0.08128	-2.5098
111	.	67.00	0.1883	L056	C	1.5951	0.0720	0.07636	-2.5723
112	.	72.75	0.1721	L056	C	1.5951	0.0720	0.06572	-2.7223
113	.	84.60	0.1435	L056	C	1.5951	0.0720	0.04694	-3.0588
114	.	89.20	0.1353	L056	C	1.5951	0.0720	0.04156	-3.1806
115	.	95.70	0.1269	L056	C	1.5951	0.0720	0.03604	-3.3230
116	.	119.50	0.0610	L056	C	1.5951	0.0720	0.00722	-4.9306
117	.	121.50	0.0987	L056	C	1.5951	0.0720	0.01753	-4.0438
118	.	159.00	0.0779	L056	C	1.5951	0.0720	0.00387	-5.5536
119	.	161.00	0.0785	L056	C	1.5951	0.0720	0.00427	-5.4567
120	.	163.45	0.0772	L056	C	1.5951	0.0720	0.00341	-5.6798
121	.	165.45	0.0747	L056	C	1.5951	0.0720	0.00177	-6.3353
122	.	167.00	0.0768	L056	C	1.5951	0.0720	0.00315	-5.7599
123	.	193.00	0.0728	L056	C	1.5951	0.0720	0.00053	-7.5516
124	.	197.00	0.0731	L056	C	1.5951	0.0720	0.00072	-7.2332
125	.	199.00	0.0732	L056	C	1.5951	0.0720	0.00079	-7.1462
126	.	202.50	0.0734	L056	C	1.5951	0.0720	0.00092	-6.9920
127	.	217.00	0.0720	L056	C	1.5951	0.0720	0.00000	-6.9920
128	.	0.00	1.3199	F075	D	1.3199	0.0616	1.00000	0.0000
129	.	1.00	1.1783	F075	D	1.3199	0.0616	0.88747	-0.1194
130	.	2.00	1.0322	F075	D	1.3199	0.0616	0.77136	-0.2596
131	.	3.00	0.9159	F075	D	1.3199	0.0616	0.67893	-0.3872
132	.	4.00	0.8303	F075	D	1.3199	0.0616	0.61090	-0.4928
133	.	5.00	0.7612	F075	D	1.3199	0.0616	0.55599	-0.5870
134	.	6.00	0.6957	F075	D	1.3199	0.0616	0.50393	-0.6853
135	.	7.00	0.6577	F075	D	1.3199	0.0616	0.47373	-0.7471
136	.	8.00	0.6154	F075	D	1.3199	0.0616	0.44012	-0.8207
137	.	10.00	0.5548	F075	D	1.3199	0.0616	0.39196	-0.9366
138	.	12.00	0.4934	F075	D	1.3199	0.0616	0.34316	-1.0696
139	.	14.00	0.4433	F075	D	1.3199	0.0616	0.30335	-1.1929
140	.	16.00	0.4016	F075	D	1.3199	0.0616	0.27021	-1.3086
141	.	18.00	0.3642	F075	D	1.3199	0.0616	0.24048	-1.4251
142	.	20.00	0.3327	F075	D	1.3199	0.0616	0.21545	-1.5350
143	.	21.80	0.2967	F075	D	1.3199	0.0616	0.18684	-1.6775
144	.	24.40	0.2879	F075	D	1.3199	0.0616	0.17985	-1.7157
145	.	25.50	0.2748	F075	D	1.3199	0.0616	0.16943	-1.7753
146	.	27.50	0.2564	F075	D	1.3199	0.0616	0.15481	-1.8655
147	.	39.50	0.1867	F075	D	1.3199	0.0616	0.09942	-2.3084
148	.	42.00	0.1762	F075	D	1.3199	0.0616	0.09108	-2.3961
149	.	46.00	0.1507	F075	D	1.3199	0.0616	0.07081	-2.6478
150	.	51.50	0.1333	F075	D	1.3199	0.0616	0.05698	-2.8650
151	.	64.00	0.1103	F075	D	1.3199	0.0616	0.03870	-3.2518
152	.	65.00	0.1085	F075	D	1.3199	0.0616	0.03727	-3.2895
153	.	67.00	0.1034	F075	D	1.3199	0.0616	0.03322	-3.4046
154	.	72.75	0.0956	F075	D	1.3199	0.0616	0.02702	-3.6112
155	.	84.60	0.0806	F075	D	1.3199	0.0616	0.01510	-4.1931
156	.	89.20	0.0781	F075	D	1.3199	0.0616	0.01311	-4.3342
157	.	95.70	0.0764	F075	D	1.3199	0.0616	0.01176	-4.4429
158	.	121.50	0.0679	F075	D	1.3199	0.0616	0.00501	-5.2970
159	.	159.00	0.0632	F075	D	1.3199	0.0616	0.00127	-6.6675
160	.	161.00	0.0648	F075	D	1.3199	0.0616	0.00254	-5.9744
161	.	163.45	0.0636	F075	D	1.3199	0.0616	0.00159	-6.4444
162	.	165.45	0.0634	F075	D	1.3199	0.0616	0.00143	-6.5497



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
163	.	167.00	0.0644	F075	D	1.3199	0.0616	0.00223	-6.1079
164	.	193.00	0.0616	F075	D	1.3199	0.0616	0.00000	-6.1079
165	.	0.00	1.2541	F036	E	1.2541	0.0794	1.00000	0.0000
166	.	1.00	1.1082	F036	E	1.2541	0.0794	0.87580	-0.1326
167	.	2.00	1.0035	F036	E	1.2541	0.0794	0.78667	-0.2399
168	.	3.00	0.9514	F036	E	1.2541	0.0794	0.74232	-0.2980
169	.	4.00	0.8789	F036	E	1.2541	0.0794	0.68060	-0.3848
170	.	5.00	0.8362	F036	E	1.2541	0.0794	0.64425	-0.4397
171	.	6.00	0.7940	F036	E	1.2541	0.0794	0.60833	-0.4970
172	.	7.00	0.7671	F036	E	1.2541	0.0794	0.58543	-0.5354
173	.	8.00	0.7401	F036	E	1.2541	0.0794	0.56244	-0.5755
174	.	10.00	0.6888	F036	E	1.2541	0.0794	0.51877	-0.6563
175	.	12.00	0.6464	F036	E	1.2541	0.0794	0.48268	-0.7284
176	.	14.00	0.6008	F036	E	1.2541	0.0794	0.44386	-0.8123
177	.	16.00	0.5737	F036	E	1.2541	0.0794	0.42079	-0.8656
178	.	18.00	0.5442	F036	E	1.2541	0.0794	0.39568	-0.9272
179	.	20.00	0.5213	F036	E	1.2541	0.0794	0.37618	-0.9777
180	.	21.80	0.4973	F036	E	1.2541	0.0794	0.35575	-1.0335
181	.	24.40	0.4800	F036	E	1.2541	0.0794	0.34102	-1.0758
182	.	25.50	0.4655	F036	E	1.2541	0.0794	0.32868	-1.1127
183	.	27.50	0.4482	F036	E	1.2541	0.0794	0.31395	-1.1585
184	.	39.50	0.3649	F036	E	1.2541	0.0794	0.24304	-1.4145
185	.	42.00	0.3514	F036	E	1.2541	0.0794	0.23155	-1.4630
186	.	46.00	0.3261	F036	E	1.2541	0.0794	0.21001	-1.5606
187	.	51.50	0.2929	F036	E	1.2541	0.0794	0.18175	-1.7051
188	.	64.00	0.2410	F036	E	1.2541	0.0794	0.13757	-1.9836
189	.	65.00	0.2369	F036	E	1.2541	0.0794	0.13408	-2.0093
190	.	67.00	0.2297	F036	E	1.2541	0.0794	0.12795	-2.0561
191	.	72.75	0.2121	F036	E	1.2541	0.0794	0.11297	-2.1807
192	.	84.60	0.1786	F036	E	1.2541	0.0794	0.08445	-2.4716
193	.	89.20	0.1694	F036	E	1.2541	0.0794	0.07662	-2.5690
194	.	95.70	0.1595	F036	E	1.2541	0.0794	0.06819	-2.6855
195	.	119.50	0.1264	F036	E	1.2541	0.0794	0.04001	-3.2186
196	.	121.50	0.1243	F036	E	1.2541	0.0794	0.03822	-3.2643
197	.	159.00	0.0942	F036	E	1.2541	0.0794	0.01260	-4.3741
198	.	161.00	0.0941	F036	E	1.2541	0.0794	0.01251	-4.3809
199	.	163.45	0.0925	F036	E	1.2541	0.0794	0.01115	-4.4962
200	.	165.45	0.0914	F036	E	1.2541	0.0794	0.01022	-4.5839
201	.	167.00	0.0916	F036	E	1.2541	0.0794	0.01039	-4.5673
202	.	193.00	0.0849	F036	E	1.2541	0.0794	0.00468	-5.3640
203	.	197.00	0.0842	F036	E	1.2541	0.0794	0.00409	-5.5002
204	.	199.00	0.0835	F036	E	1.2541	0.0794	0.00349	-5.6578
205	.	202.50	0.0833	F036	E	1.2541	0.0794	0.00332	-5.7078
206	.	217.00	0.0794	F036	E	1.2541	0.0794	0.00000	-5.7078
207	.	0.00	1.2453	F097	F	1.2453	0.0690	1.00000	0.0000
208	.	1.00	1.0750	F097	F	1.2453	0.0690	0.85522	-0.1564
209	.	2.00	0.9649	F097	F	1.2453	0.0690	0.76163	-0.2723
210	.	3.00	0.8841	F097	F	1.2453	0.0690	0.69294	-0.3668
211	.	4.00	0.8245	F097	F	1.2453	0.0690	0.64227	-0.4427
212	.	5.00	0.7744	F097	F	1.2453	0.0690	0.59968	-0.5114
213	.	6.00	0.7268	F097	F	1.2453	0.0690	0.55921	-0.5812
214	.	7.00	0.6974	F097	F	1.2453	0.0690	0.53422	-0.6270
215	.	8.00	0.6679	F097	F	1.2453	0.0690	0.50914	-0.6750
216	.	10.00	0.6130	F097	F	1.2453	0.0690	0.46247	-0.7712



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
217	.	12.00	0.5679	F097	F	1.2453	0.0690	0.42413	-0.8577
218	.	14.00	0.5281	F097	F	1.2453	0.0690	0.39029	-0.9409
219	.	16.00	0.4904	F097	F	1.2453	0.0690	0.35824	-1.0265
220	.	18.00	0.4606	F097	F	1.2453	0.0690	0.33291	-1.0999
221	.	20.00	0.4356	F097	F	1.2453	0.0690	0.31166	-1.1659
222	.	21.80	0.4106	F097	F	1.2453	0.0690	0.29040	-1.2365
223	.	24.40	0.3897	F097	F	1.2453	0.0690	0.27263	-1.2996
224	.	25.50	0.3792	F097	F	1.2453	0.0690	0.26371	-1.3329
225	.	27.50	0.3618	F097	F	1.2453	0.0690	0.24892	-1.3906
226	.	39.50	0.2814	F097	F	1.2453	0.0690	0.18057	-1.7117
227	.	42.00	0.2685	F097	F	1.2453	0.0690	0.16960	-1.7743
228	.	46.00	0.2450	F097	F	1.2453	0.0690	0.14962	-1.8996
229	.	51.50	0.2162	F097	F	1.2453	0.0690	0.12514	-2.0783
230	.	64.00	0.1760	F097	F	1.2453	0.0690	0.09096	-2.3973
231	.	65.00	0.1723	F097	F	1.2453	0.0690	0.08782	-2.4325
232	.	67.00	0.1651	F097	F	1.2453	0.0690	0.08170	-2.5047
233	.	72.75	0.1524	F097	F	1.2453	0.0690	0.07090	-2.6465
234	.	84.60	0.1288	F097	F	1.2453	0.0690	0.05084	-2.9791
235	.	89.20	0.1227	F097	F	1.2453	0.0690	0.04565	-3.0867
236	.	95.70	0.1164	F097	F	1.2453	0.0690	0.04030	-3.2115
237	.	119.50	0.0965	F097	F	1.2453	0.0690	0.02338	-3.7559
238	.	121.50	0.0955	F097	F	1.2453	0.0690	0.02253	-3.7930
239	.	159.00	0.0769	F097	F	1.2453	0.0690	0.00672	-5.0033
240	.	161.00	0.0775	F097	F	1.2453	0.0690	0.00723	-4.9301
241	.	163.45	0.0761	F097	F	1.2453	0.0690	0.00604	-5.1100
242	.	165.45	0.0751	F097	F	1.2453	0.0690	0.00519	-5.2618
243	.	167.00	0.0756	F097	F	1.2453	0.0690	0.00561	-5.1831
244	.	193.00	0.0710	F097	F	1.2453	0.0690	0.00170	-6.3770
245	.	197.00	0.0713	F097	F	1.2453	0.0690	0.00196	-6.2372
246	.	199.00	0.0710	F097	F	1.2453	0.0690	0.00170	-6.3770
247	.	202.50	0.0712	F097	F	1.2453	0.0690	0.00187	-6.2817
248	.	217.00	0.0690	F097	F	1.2453	0.0690	0.00000	-6.2817
249	.	0.00	1.1040	S200	G	1.1040	0.0549	1.00000	0.0000
250	.	1.10	1.0110	S200	G	1.1040	0.0549	0.91135	-0.0928
251	.	2.70	0.9197	S200	G	1.1040	0.0549	0.82433	-0.1932
252	.	5.00	0.8357	S200	G	1.1040	0.0549	0.74426	-0.2954
253	.	7.80	0.7588	S200	G	1.1040	0.0549	0.67096	-0.3991
254	.	9.60	0.7164	S200	G	1.1040	0.0549	0.63054	-0.4612
255	.	11.40	0.6786	S200	G	1.1040	0.0549	0.59451	-0.5200
256	.	13.20	0.6429	S200	G	1.1040	0.0549	0.56048	-0.5790
257	.	15.00	0.6138	S200	G	1.1040	0.0549	0.53274	-0.6297
258	.	16.80	0.5841	S200	G	1.1040	0.0549	0.50443	-0.6843
259	.	18.60	0.5486	S200	G	1.1040	0.0549	0.47059	-0.7538
260	.	20.30	0.5227	S200	G	1.1040	0.0549	0.44591	-0.8076
261	.	21.40	0.4911	S200	G	1.1040	0.0549	0.41578	-0.8776
262	.	23.50	0.4610	S200	G	1.1040	0.0549	0.38709	-0.9491
263	.	29.00	0.4148	S200	G	1.1040	0.0549	0.34306	-1.0699
264	.	41.90	0.2793	S200	G	1.1040	0.0549	0.21390	-1.5423
265	.	44.70	0.2543	S200	G	1.1040	0.0549	0.19007	-1.6604
266	.	47.50	0.2316	S200	G	1.1040	0.0549	0.16843	-1.7812
267	.	50.30	0.2186	S200	G	1.1040	0.0549	0.15604	-1.8577
268	.	64.10	0.1467	S200	G	1.1040	0.0549	0.08750	-2.4361
269	.	66.40	0.1271	S200	G	1.1040	0.0549	0.06882	-2.6762
270	.	112.10	0.0609	S200	G	1.1040	0.0549	0.00572	-5.1639



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
271	.	133.4	0.0571	S200	G	1.1040	0.0549	0.00210	-6.1672
272	.	136.3	0.0570	S200	G	1.1040	0.0549	0.00200	-6.2138
273	.	141.1	0.0568	S200	G	1.1040	0.0549	0.00181	-6.3138
274	.	156.9	0.0555	S200	G	1.1040	0.0549	0.00057	-7.4665
275	.	180.7	0.0549	S200	G	1.1040	0.0549	0.00000	-7.4665
276	.	0.0	1.1790	S051	H	1.1790	0.0467	1.00000	0.0000
277	.	1.1	1.0904	S051	H	1.1790	0.0467	0.92175	-0.0815
278	.	2.7	1.0061	S051	H	1.1790	0.0467	0.84730	-0.1657
279	.	5.0	0.9227	S051	H	1.1790	0.0467	0.77365	-0.2566
280	.	7.8	0.8482	S051	H	1.1790	0.0467	0.70785	-0.3455
281	.	9.6	0.8069	S051	H	1.1790	0.0467	0.67138	-0.3984
282	.	11.4	0.7698	S051	H	1.1790	0.0467	0.63861	-0.4485
283	.	13.2	0.7322	S051	H	1.1790	0.0467	0.60540	-0.5019
284	.	15.0	0.7001	S051	H	1.1790	0.0467	0.57706	-0.5498
285	.	16.8	0.6669	S051	H	1.1790	0.0467	0.54773	-0.6020
286	.	18.6	0.6371	S051	H	1.1790	0.0467	0.52142	-0.6512
287	.	20.3	0.6099	S051	H	1.1790	0.0467	0.49739	-0.6984
288	.	21.4	0.5798	S051	H	1.1790	0.0467	0.47081	-0.7533
289	.	23.5	0.5511	S051	H	1.1790	0.0467	0.44546	-0.8086
290	.	29.0	0.5046	S051	H	1.1790	0.0467	0.40440	-0.9054
291	.	41.9	0.3580	S051	H	1.1790	0.0467	0.27493	-1.2912
292	.	44.7	0.3275	S051	H	1.1790	0.0467	0.24799	-1.3944
293	.	47.5	0.3026	S051	H	1.1790	0.0467	0.22600	-1.4872
294	.	50.3	0.2821	S051	H	1.1790	0.0467	0.20790	-1.5707
295	.	64.1	0.1841	S051	H	1.1790	0.0467	0.12135	-2.1091
296	.	66.4	0.1622	S051	H	1.1790	0.0467	0.10200	-2.2827
297	.	112.1	0.0553	S051	H	1.1790	0.0467	0.00760	-4.8802
298	.	133.4	0.0495	S051	H	1.1790	0.0467	0.00247	-6.0024
299	.	136.3	0.0491	S051	H	1.1790	0.0467	0.00212	-6.1565
300	.	141.1	0.0486	S051	H	1.1790	0.0467	0.00168	-6.3902
301	.	156.9	0.0467	S051	H	1.1790	0.0467	0.00000	-6.3902
302	.	0.0	1.1823	S029	I	1.1823	0.0474	1.00000	0.0000
303	.	1.1	1.1201	S029	I	1.1823	0.0474	0.94519	-0.0564
304	.	2.7	1.0496	S029	I	1.1823	0.0474	0.88307	-0.1243
305	.	5.0	0.9653	S029	I	1.1823	0.0474	0.80879	-0.2122
306	.	7.8	0.9189	S029	I	1.1823	0.0474	0.76791	-0.2641
307	.	9.6	0.8818	S029	I	1.1823	0.0474	0.73522	-0.3076
308	.	11.4	0.8500	S029	I	1.1823	0.0474	0.70720	-0.3464
309	.	13.2	0.8176	S029	I	1.1823	0.0474	0.67865	-0.3876
310	.	15.0	0.7901	S029	I	1.1823	0.0474	0.65442	-0.4240
311	.	16.8	0.7609	S029	I	1.1823	0.0474	0.62869	-0.4641
312	.	18.6	0.7330	S029	I	1.1823	0.0474	0.60411	-0.5040
313	.	20.3	0.7103	S029	I	1.1823	0.0474	0.58410	-0.5377
314	.	21.4	0.6819	S029	I	1.1823	0.0474	0.55908	-0.5815
315	.	23.5	0.6584	S029	I	1.1823	0.0474	0.53837	-0.6192
316	.	29.0	0.6215	S029	I	1.1823	0.0474	0.50586	-0.6815
317	.	41.9	0.5022	S029	I	1.1823	0.0474	0.40074	-0.9144
318	.	44.7	0.4740	S029	I	1.1823	0.0474	0.37589	-0.9785
319	.	47.5	0.4498	S029	I	1.1823	0.0474	0.35457	-1.0369
320	.	50.3	0.4286	S029	I	1.1823	0.0474	0.33589	-1.0910
321	.	64.1	0.3239	S029	I	1.1823	0.0474	0.24363	-1.4121
322	.	66.4	0.2991	S029	I	1.1823	0.0474	0.22178	-1.5061
323	.	112.1	0.1046	S029	I	1.1823	0.0474	0.05040	-2.9877
324	.	133.4	0.0755	S029	I	1.1823	0.0474	0.02476	-3.6985



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
325	.	136.3	0.0721	S029	I	1.1823	0.0474	0.02176	-3.8275
326	.	141.1	0.0679	S029	I	1.1823	0.0474	0.01806	-4.0139
327	.	156.9	0.0548	S029	I	1.1823	0.0474	0.00652	-5.0328
328	.	180.7	0.0474	S029	I	1.1823	0.0474	0.00000	-5.0328
329	.	0.0	1.8868	L035	J	1.8868	0.0576	1.00000	0.0000
330	.	1.1	1.7329	L035	J	1.8868	0.0576	0.91586	-0.0879
331	.	2.7	1.5461	L035	J	1.8868	0.0576	0.81374	-0.2061
332	.	5.0	1.3662	L035	J	1.8868	0.0576	0.71539	-0.3349
333	.	7.8	1.1917	L035	J	1.8868	0.0576	0.62000	-0.4780
334	.	9.6	1.0868	L035	J	1.8868	0.0576	0.56265	-0.5751
335	.	11.4	0.9875	L035	J	1.8868	0.0576	0.50836	-0.6766
336	.	13.2	0.9069	L035	J	1.8868	0.0576	0.46430	-0.7672
337	.	15.0	0.8328	L035	J	1.8868	0.0576	0.42379	-0.8585
338	.	16.8	0.7604	L035	J	1.8868	0.0576	0.38421	-0.9566
339	.	18.6	0.6972	L035	J	1.8868	0.0576	0.34966	-1.0508
340	.	20.3	0.6432	L035	J	1.8868	0.0576	0.32014	-1.1390
341	.	21.4	0.5838	L035	J	1.8868	0.0576	0.28767	-1.2460
342	.	23.5	0.5390	L035	J	1.8868	0.0576	0.26318	-1.3349
343	.	29.0	0.4728	L035	J	1.8868	0.0576	0.22698	-1.4829
344	.	41.9	0.3042	L035	J	1.8868	0.0576	0.13481	-2.0039
345	.	44.7	0.2744	L035	J	1.8868	0.0576	0.11852	-2.1327
346	.	47.5	0.2501	L035	J	1.8868	0.0576	0.10524	-2.2515
347	.	50.3	0.2311	L035	J	1.8868	0.0576	0.09485	-2.3555
348	.	64.1	0.1530	L035	J	1.8868	0.0576	0.05215	-2.9536
349	.	66.4	0.1322	L035	J	1.8868	0.0576	0.04078	-3.1995
350	.	112.1	0.0622	L035	J	1.8868	0.0576	0.00251	-5.9856
351	.	133.4	0.0611	L035	J	1.8868	0.0576	0.00191	-6.2589
352	.	136.3	0.0608	L035	J	1.8868	0.0576	0.00175	-6.3485
353	.	141.1	0.0608	L035	J	1.8868	0.0576	0.00175	-6.3485
354	.	156.9	0.0581	L035	J	1.8868	0.0576	0.00027	-8.2048
355	.	180.7	0.0576	L035	J	1.8868	0.0576	0.00000	-8.2048
356	.	0.0	1.7214	L067	K	1.7214	0.0685	1.00000	0.0000
357	.	1.1	1.5559	L067	K	1.7214	0.0685	0.89987	-0.1055
358	.	2.7	1.4338	L067	K	1.7214	0.0685	0.82600	-0.1912
359	.	5.0	1.2697	L067	K	1.7214	0.0685	0.72672	-0.3192
360	.	7.8	1.1367	L067	K	1.7214	0.0685	0.64626	-0.4366
361	.	9.6	1.0565	L067	K	1.7214	0.0685	0.59774	-0.5146
362	.	11.4	0.9831	L067	K	1.7214	0.0685	0.55333	-0.5918
363	.	13.2	0.9144	L067	K	1.7214	0.0685	0.51177	-0.6699
364	.	15.0	0.8466	L067	K	1.7214	0.0685	0.47075	-0.7534
365	.	16.8	0.7822	L067	K	1.7214	0.0685	0.43179	-0.8398
366	.	18.6	0.7281	L067	K	1.7214	0.0685	0.39906	-0.9187
367	.	20.3	0.6887	L067	K	1.7214	0.0685	0.37522	-0.9802
368	.	21.4	0.6445	L067	K	1.7214	0.0685	0.34848	-1.0542
369	.	23.5	0.6021	L067	K	1.7214	0.0685	0.32283	-1.1306
370	.	29.0	0.5424	L067	K	1.7214	0.0685	0.28671	-1.2493
371	.	41.9	0.3757	L067	K	1.7214	0.0685	0.18586	-1.6828
372	.	44.7	0.3424	L067	K	1.7214	0.0685	0.16571	-1.7975
373	.	47.5	0.3085	L067	K	1.7214	0.0685	0.14520	-1.9296
374	.	50.3	0.2949	L067	K	1.7214	0.0685	0.13697	-1.9880
375	.	64.1	0.2012	L067	K	1.7214	0.0685	0.08028	-2.5222
376	.	66.4	0.1788	L067	K	1.7214	0.0685	0.06673	-2.7071
377	.	112.1	0.0862	L067	K	1.7214	0.0685	0.01071	-4.5367



Tabela 31 - continuação

8
8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
379	.	136.3	0.0754	L067	K	1.7214	0.0685	0.00417	-5.4788
380	.	141.1	0.0745	L067	K	1.7214	0.0685	0.00363	-5.6185
381	.	156.9	0.0689	L067	K	1.7214	0.0685	0.00024	-8.3266
382	.	180.7	0.0685	L067	K	1.7214	0.0685	0.00000	-8.3266
383	.	0.0	1.7094	L106	L	1.7094	0.0668	1.00000	0.0000
384	.	1.1	1.5850	L106	L	1.7094	0.0668	0.92427	-0.0788
385	.	2.7	1.3829	L106	L	1.7094	0.0668	0.80123	-0.2216
386	.	5.0	1.1831	L106	L	1.7094	0.0668	0.67959	-0.3863
387	.	7.8	0.9867	L106	L	1.7094	0.0668	0.56003	-0.5798
388	.	9.6	0.9108	L106	L	1.7094	0.0668	0.51382	-0.6659
389	.	11.4	0.8271	L106	L	1.7094	0.0668	0.46286	-0.7703
390	.	13.2	0.7416	L106	L	1.7094	0.0668	0.41081	-0.8896
391	.	15.0	0.6625	L106	L	1.7094	0.0668	0.36266	-1.0143
392	.	16.8	0.6002	L106	L	1.7094	0.0668	0.32473	-1.1248
393	.	18.6	0.5377	L106	L	1.7094	0.0668	0.28668	-1.2494
394	.	20.3	0.4965	L106	L	1.7094	0.0668	0.26160	-1.3409
395	.	21.4	0.4433	L106	L	1.7094	0.0668	0.22921	-1.4731
396	.	23.5	0.4082	L106	L	1.7094	0.0668	0.20784	-1.5710
397	.	29.0	0.3496	L106	L	1.7094	0.0668	0.17217	-1.7593
398	.	41.9	0.1964	L106	L	1.7094	0.0668	0.07890	-2.5396
399	.	44.7	0.1710	L106	L	1.7094	0.0668	0.06344	-2.7577
400	.	47.5	0.1564	L106	L	1.7094	0.0668	0.05455	-2.9087
401	.	50.3	0.1405	L106	L	1.7094	0.0668	0.04487	-3.1040
402	.	64.1	0.0969	L106	L	1.7094	0.0668	0.01832	-3.9995
403	.	66.4	0.0799	L106	L	1.7094	0.0668	0.00798	-4.8314
404	.	112.1	0.0670	L106	L	1.7094	0.0668	0.00012	-9.0135
405	.	133.4	0.0673	L106	L	1.7094	0.0668	0.00030	-8.0972
406	.	136.3	0.0671	L106	L	1.7094	0.0668	0.00018	-8.6080
407	.	141.1	0.0669	L106	L	1.7094	0.0668	0.00006	-9.7066
408	.	156.9	0.0644	L106	L	1.7094	0.0668	0.00146	-6.5286
409	.	180.7	0.0668	L106	L	1.7094	0.0668	0.00000	-6.5286
410	.	0.0	1.3337	F067	M	1.3337	0.0599	1.00000	0.0000
411	.	1.1	1.2309	F067	M	1.3337	0.0599	0.91930	-0.0841
412	.	2.7	1.1293	F067	M	1.3337	0.0599	0.83954	-0.1749
413	.	5.0	1.0235	F067	M	1.3337	0.0599	0.75648	-0.2791
414	.	7.8	0.9400	F067	M	1.3337	0.0599	0.69092	-0.3697
415	.	9.6	0.8841	F067	M	1.3337	0.0599	0.64704	-0.4353
416	.	11.4	0.8257	F067	M	1.3337	0.0599	0.60119	-0.5088
417	.	13.2	0.7695	F067	M	1.3337	0.0599	0.55707	-0.5851
418	.	15.0	0.7311	F067	M	1.3337	0.0599	0.52693	-0.6407
419	.	16.8	0.6849	F067	M	1.3337	0.0599	0.49066	-0.7120
420	.	18.6	0.6417	F067	M	1.3337	0.0599	0.45674	-0.7836
421	.	20.3	0.6060	F067	M	1.3337	0.0599	0.42872	-0.8470
422	.	21.4	0.5703	F067	M	1.3337	0.0599	0.40069	-0.9146
423	.	23.5	0.5371	F067	M	1.3337	0.0599	0.37463	-0.9818
424	.	29.0	0.4895	F067	M	1.3337	0.0599	0.33726	-1.0869
425	.	41.9	0.3509	F067	M	1.3337	0.0599	0.22845	-1.4764
426	.	44.7	0.3238	F067	M	1.3337	0.0599	0.20718	-1.5742
427	.	47.5	0.3008	F067	M	1.3337	0.0599	0.18912	-1.6654
428	.	50.3	0.2818	F067	M	1.3337	0.0599	0.17420	-1.7475
429	.	64.1	0.1947	F067	M	1.3337	0.0599	0.10583	-2.2460
430	.	66.4	0.1726	F067	M	1.3337	0.0599	0.08848	-2.4250
431	.	112.1	0.0720	F067	M	1.3337	0.0599	0.00950	-4.6566
432	.	133.4	0.0666	F067	M	1.3337	0.0599	0.00526	-5.7477



8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
433	.	136.3	0.0654	F067	M	1.3337	0.0599	0.00432	-5.4450
434	.	141.1	0.0640	F067	M	1.3337	0.0599	0.00322	-5.7388
435	.	156.9	0.0608	F067	M	1.3337	0.0599	0.00071	-7.2551
436	.	180.7	0.0599	F067	M	1.3337	0.0599	0.00000	-7.2551
437	.	0.0	1.4588	F032	N	1.4588	0.0611	1.00000	0.0000
438	.	1.1	1.3830	F032	N	1.4588	0.0611	0.94577	-0.0558
439	.	2.7	1.2559	F032	N	1.4588	0.0611	0.85483	-0.1568
440	.	5.0	1.1518	F032	N	1.4588	0.0611	0.78035	-0.2480
441	.	7.8	1.0431	F032	N	1.4588	0.0611	0.70258	-0.3530
442	.	9.6	0.9734	F032	N	1.4588	0.0611	0.65272	-0.4266
443	.	11.4	0.9007	F032	N	1.4588	0.0611	0.60070	-0.5097
444	.	13.2	0.8429	F032	N	1.4588	0.0611	0.55935	-0.5810
445	.	15.0	0.7919	F032	N	1.4588	0.0611	0.52286	-0.6484
446	.	16.8	0.7453	F032	N	1.4588	0.0611	0.48952	-0.7143
447	.	18.6	0.7026	F032	N	1.4588	0.0611	0.45897	-0.7788
448	.	20.3	0.6672	F032	N	1.4588	0.0611	0.43364	-0.8355
449	.	21.4	0.6260	F032	N	1.4588	0.0611	0.40416	-0.9059
450	.	23.5	0.5911	F032	N	1.4588	0.0611	0.37919	-0.9697
451	.	29.0	0.5406	F032	N	1.4588	0.0611	0.34306	-1.0698
452	.	41.9	0.3968	F032	N	1.4588	0.0611	0.24018	-1.4264
453	.	44.7	0.3706	F032	N	1.4588	0.0611	0.22144	-1.5076
454	.	47.5	0.3481	F032	N	1.4588	0.0611	0.20534	-1.5831
455	.	50.3	0.3290	F032	N	1.4588	0.0611	0.19167	-1.6520
456	.	64.1	0.2337	F032	N	1.4588	0.0611	0.12349	-2.0916
457	.	66.4	0.2138	F032	N	1.4588	0.0611	0.10925	-2.2141
458	.	112.1	0.0856	F032	N	1.4588	0.0611	0.01753	-4.0439
459	.	133.4	0.0732	F032	N	1.4588	0.0611	0.00866	-4.7494
460	.	136.3	0.0714	F032	N	1.4588	0.0611	0.00737	-4.9104
461	.	141.1	0.0700	F032	N	1.4588	0.0611	0.00637	-5.0565
462	.	156.9	0.0637	F032	N	1.4588	0.0611	0.00186	-6.2871
463	.	180.7	0.0611	F032	N	1.4588	0.0611	0.00000	-6.2871
464	.	0.0	1.3209	F109	O	1.3209	0.0641	1.00000	0.0000
465	.	1.1	1.1954	F109	O	1.3209	0.0641	0.90014	-0.1052
466	.	2.7	1.0846	F109	O	1.3209	0.0641	0.81198	-0.2083
467	.	5.0	0.9664	F109	O	1.3209	0.0641	0.71793	-0.3314
468	.	7.8	0.8551	F109	O	1.3209	0.0641	0.62938	-0.4630
469	.	9.6	0.7865	F109	O	1.3209	0.0641	0.57479	-0.5537
470	.	11.4	0.7295	F109	O	1.3209	0.0641	0.52944	-0.6359
471	.	13.2	0.6726	F109	O	1.3209	0.0641	0.48417	-0.7253
472	.	15.0	0.6253	F109	O	1.3209	0.0641	0.44653	-0.8062
473	.	16.8	0.5805	F109	O	1.3209	0.0641	0.41088	-0.8894
474	.	18.6	0.5430	F109	O	1.3209	0.0641	0.38105	-0.9648
475	.	20.3	0.5127	F109	O	1.3209	0.0641	0.35694	-1.0302
476	.	21.4	0.4744	F109	O	1.3209	0.0641	0.32646	-1.1194
477	.	23.5	0.4450	F109	O	1.3209	0.0641	0.30307	-1.1938
478	.	29.0	0.3986	F109	O	1.3209	0.0641	0.26615	-1.3237
479	.	41.9	0.2600	F109	O	1.3209	0.0641	0.15587	-1.8587
480	.	44.7	0.2380	F109	O	1.3209	0.0641	0.13837	-1.9778
481	.	47.5	0.2204	F109	O	1.3209	0.0641	0.12436	-2.0845
482	.	50.3	0.2047	F109	O	1.3209	0.0641	0.11187	-2.1904
483	.	64.1	0.1483	F109	O	1.3209	0.0641	0.06700	-2.7031
484	.	66.4	0.1293	F109	O	1.3209	0.0641	0.05188	-2.9589
485	.	112.1	0.0727	F109	O	1.3209	0.0641	0.00684	-4.9846

Tabela 31 - continuação

10
8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
487	.	136.3	0.0684	F109	O	1.3209	0.0641	0.00342	-5.6777
488	.	141.1	0.0678	F109	O	1.3209	0.0641	0.00294	-5.8280
489	.	156.9	0.0650	F109	O	1.3209	0.0641	0.00072	-7.2417
490	.	180.7	0.0641	F109	O	1.3209	0.0641	0.00000	-7.2417
491	.	0.0	2.2972	L000	P	2.2972	0.0573	1.00000	0.0000
492	.	1.1	2.1649	L000	P	2.2972	0.0573	0.94093	-0.0609
493	.	2.7	2.0500	L000	P	2.2972	0.0573	0.88964	-0.1169
494	.	5.0	1.8786	L000	P	2.2972	0.0573	0.81312	-0.2069
495	.	7.8	1.7102	L000	P	2.2972	0.0573	0.73793	-0.3039
496	.	9.6	1.6119	L000	P	2.2972	0.0573	0.69405	-0.3652
497	.	11.4	1.5228	L000	P	2.2972	0.0573	0.65427	-0.4242
498	.	13.2	1.4323	L000	P	2.2972	0.0573	0.61387	-0.4880
499	.	15.0	1.3640	L000	P	2.2972	0.0573	0.58337	-0.5389
500	.	16.8	1.2861	L000	P	2.2972	0.0573	0.54860	-0.6004
501	.	18.6	1.2124	L000	P	2.2972	0.0573	0.51569	-0.6622
502	.	20.3	1.1548	L000	P	2.2972	0.0573	0.48998	-0.7134
503	.	21.4	1.0867	L000	P	2.2972	0.0573	0.45957	-0.7775
504	.	23.5	1.0295	L000	P	2.2972	0.0573	0.43404	-0.8346
505	.	29.0	0.9313	L000	P	2.2972	0.0573	0.39020	-0.9411
506	.	41.9	0.7176	L000	P	2.2972	0.0573	0.29479	-1.2215
507	.	44.7	0.6694	L000	P	2.2972	0.0573	0.27327	-1.2973
508	.	47.5	0.6328	L000	P	2.2972	0.0573	0.25693	-1.3589
509	.	50.3	0.6033	L000	P	2.2972	0.0573	0.24376	-1.4116
510	.	64.1	0.4664	L000	P	2.2972	0.0573	0.18264	-1.7002
511	.	66.4	0.4400	L000	P	2.2972	0.0573	0.17086	-1.7669
512	.	112.1	0.1714	L000	P	2.2972	0.0573	0.05094	-2.9771
513	.	133.4	0.1171	L000	P	2.2972	0.0573	0.02670	-3.6232
514	.	136.3	0.1109	L000	P	2.2972	0.0573	0.02393	-3.7326
515	.	141.1	0.1021	L000	P	2.2972	0.0573	0.02000	-3.9120
516	.	156.9	0.0767	L000	P	2.2972	0.0573	0.00866	-4.7489
517	.	180.7	0.0587	L000	P	2.2972	0.0573	0.00063	-7.3777
518	.	184.5	0.0576	L000	P	2.2972	0.0573	0.00013	-8.9182
519	.	187.3	0.0573	L000	P	2.2972	0.0573	0.00000	-8.9182
520	.	0.0	1.1824	S114	Q	1.1824	0.0449	1.00000	0.0000
521	.	1.0	1.1190	S114	Q	1.1824	0.0449	0.94426	-0.0573
522	.	2.8	1.0311	S114	Q	1.1824	0.0449	0.86699	-0.1427
523	.	5.2	0.9385	S114	Q	1.1824	0.0449	0.78558	-0.2413
524	.	6.9	0.8819	S114	Q	1.1824	0.0449	0.73582	-0.3068
525	.	8.7	0.8312	S114	Q	1.1824	0.0449	0.69125	-0.3692
526	.	10.7	0.7918	S114	Q	1.1824	0.0449	0.65662	-0.4207
527	.	12.6	0.7457	S114	Q	1.1824	0.0449	0.61609	-0.4844
528	.	14.5	0.7044	S114	Q	1.1824	0.0449	0.57978	-0.5451
529	.	16.4	0.6694	S114	Q	1.1824	0.0449	0.54901	-0.5996
530	.	18.3	0.6399	S114	Q	1.1824	0.0449	0.52308	-0.6480
531	.	20.7	0.5844	S114	Q	1.1824	0.0449	0.47429	-0.7459
532	.	22.8	0.5561	S114	Q	1.1824	0.0449	0.44941	-0.7998
533	.	24.7	0.5279	S114	Q	1.1824	0.0449	0.42462	-0.8566
534	.	30.5	0.4842	S114	Q	1.1824	0.0449	0.38620	-0.9514
535	.	43.2	0.3498	S114	Q	1.1824	0.0449	0.26804	-1.3166
536	.	46.2	0.3248	S114	Q	1.1824	0.0449	0.24607	-1.4022
537	.	49.1	0.3037	S114	Q	1.1824	0.0449	0.22752	-1.4805
538	.	52.0	0.2873	S114	Q	1.1824	0.0449	0.21310	-1.5460
539	.	65.9	0.2079	S114	Q	1.1824	0.0449	0.14330	-1.9428
540	.	68.3	0.1881	S114	Q	1.1824	0.0449	0.14330	-1.9428



Tabela 31 - continuação

11

8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
541	.	89.3	0.1081	S114	Q	1.1824	0.0449	0.05556	-2.8903
542	.	114.2	0.0840	S114	Q	1.1824	0.0449	0.03437	-3.3705
543	.	135.6	0.0646	S114	Q	1.1824	0.0449	0.01732	-4.0560
544	.	138.6	0.0619	S114	Q	1.1824	0.0449	0.01495	-4.2034
545	.	143.5	0.0596	S114	Q	1.1824	0.0449	0.01292	-4.3487
546	.	159.4	0.0508	S114	Q	1.1824	0.0449	0.00519	-5.2616
547	.	183.3	0.0449	S114	Q	1.1824	0.0449	0.00000	-5.2616
548	.	187.2	0.0455	S114	Q	1.1824	0.0449	0.00053	-7.5474
549	.	0.0	1.0882	S110	R	1.0882	0.0676	1.00000	0.0000
550	.	1.0	1.0122	S110	R	1.0882	0.0676	0.92553	-0.0774
551	.	2.8	0.9194	S110	R	1.0882	0.0676	0.83461	-0.1808
552	.	5.2	0.8401	S110	R	1.0882	0.0676	0.75691	-0.2785
553	.	6.9	0.8010	S110	R	1.0882	0.0676	0.71860	-0.3305
554	.	8.7	0.7633	S110	R	1.0882	0.0676	0.68166	-0.3832
555	.	10.7	0.7265	S110	R	1.0882	0.0676	0.64560	-0.4376
556	.	12.6	0.6974	S110	R	1.0882	0.0676	0.61709	-0.4827
557	.	14.5	0.6686	S110	R	1.0882	0.0676	0.58887	-0.5296
558	.	16.4	0.6444	S110	R	1.0882	0.0676	0.56516	-0.5707
559	.	18.3	0.6210	S110	R	1.0882	0.0676	0.54223	-0.6121
560	.	20.7	0.5889	S110	R	1.0882	0.0676	0.51078	-0.6718
561	.	22.8	0.5661	S110	R	1.0882	0.0676	0.48844	-0.7165
562	.	24.7	0.5480	S110	R	1.0882	0.0676	0.47070	-0.7535
563	.	30.5	0.5140	S110	R	1.0882	0.0676	0.43739	-0.8269
564	.	43.2	0.4173	S110	R	1.0882	0.0676	0.34264	-1.0711
565	.	46.2	0.3873	S110	R	1.0882	0.0676	0.31325	-1.1608
566	.	49.1	0.3687	S110	R	1.0882	0.0676	0.29502	-1.2207
567	.	52.0	0.3519	S110	R	1.0882	0.0676	0.27856	-1.2781
568	.	65.9	0.2787	S110	R	1.0882	0.0676	0.20684	-1.5758
569	.	68.3	0.2586	S110	R	1.0882	0.0676	0.18714	-1.6759
570	.	89.3	0.1605	S110	R	1.0882	0.0676	0.09102	-2.3966
571	.	114.2	0.1245	S110	R	1.0882	0.0676	0.05575	-2.8869
572	.	135.6	0.0998	S110	R	1.0882	0.0676	0.03155	-3.4562
573	.	138.6	0.0966	S110	R	1.0882	0.0676	0.02841	-3.5609
574	.	143.5	0.0926	S110	R	1.0882	0.0676	0.02450	-3.7093
575	.	159.4	0.0799	S110	R	1.0882	0.0676	0.01205	-4.4185
576	.	183.3	0.0684	S110	R	1.0882	0.0676	0.00078	-7.1513
577	.	187.2	0.0681	S110	R	1.0882	0.0676	0.00049	-7.6213
578	.	190.1	0.0676	S110	R	1.0882	0.0676	0.00000	-7.6213
579	.	0.0	1.2290	S050	S	1.2290	0.0522	1.00000	0.0000
580	.	1.0	1.1670	S050	S	1.2290	0.0522	0.94731	-0.0541
581	.	2.8	1.0806	S050	S	1.2290	0.0522	0.87390	-0.1348
582	.	5.2	0.9902	S050	S	1.2290	0.0522	0.79708	-0.2268
583	.	6.9	0.9429	S050	S	1.2290	0.0522	0.75688	-0.2785
584	.	8.7	0.8984	S050	S	1.2290	0.0522	0.71907	-0.3298
585	.	10.7	0.8531	S050	S	1.2290	0.0522	0.68057	-0.3848
586	.	12.6	0.8117	S050	S	1.2290	0.0522	0.64539	-0.4379
587	.	14.5	0.7726	S050	S	1.2290	0.0522	0.61217	-0.4907
588	.	16.4	0.7390	S050	S	1.2290	0.0522	0.58362	-0.5385
589	.	18.3	0.7049	S050	S	1.2290	0.0522	0.55464	-0.5894
590	.	20.7	0.6570	S050	S	1.2290	0.0522	0.51394	-0.6657
591	.	22.8	0.6230	S050	S	1.2290	0.0522	0.48504	-0.7235
592	.	24.7	0.5941	S050	S	1.2290	0.0522	0.46049	-0.7755
593	.	30.5	0.5528	S050	S	1.2290	0.0522	0.42539	-0.8547

R. CAM.

8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988

OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
595	.	46.2	0.3879	S050	S	1.2290	0.0522	0.28527	-1.2543
596	.	49.1	0.3640	S050	S	1.2290	0.0522	0.26496	-1.3282
597	.	52.0	0.3448	S050	S	1.2290	0.0522	0.24864	-1.3917
598	.	65.9	0.2526	S050	S	1.2290	0.0522	0.17029	-1.7702
599	.	68.3	0.2292	S050	S	1.2290	0.0522	0.15041	-1.8944
600	.	89.3	0.1310	S050	S	1.2290	0.0522	0.06696	-2.7036
601	.	114.2	0.1001	S050	S	1.2290	0.0522	0.04070	-3.2014
602	.	135.6	0.0789	S050	S	1.2290	0.0522	0.02269	-3.7859
603	.	138.6	0.0757	S050	S	1.2290	0.0522	0.01997	-3.9136
604	.	143.5	0.0723	S050	S	1.2290	0.0522	0.01708	-4.0698
605	.	159.4	0.0616	S050	S	1.2290	0.0522	0.00799	-4.8298
606	.	183.3	0.0522	S050	S	1.2290	0.0522	0.00000	-4.8298
607	.	0.0	1.1310	A050	T	1.1310	0.0565	1.00000	0.0000
608	.	1.0	1.0556	A050	T	1.1310	0.0565	0.92983	-0.0728
609	.	2.8	0.9778	A050	T	1.1310	0.0565	0.85742	-0.1538
610	.	5.2	0.8925	A050	T	1.1310	0.0565	0.77804	-0.2510
611	.	6.9	0.8455	A050	T	1.1310	0.0565	0.73430	-0.3088
612	.	8.7	0.8092	A050	T	1.1310	0.0565	0.70051	-0.3559
613	.	10.7	0.7711	A050	T	1.1310	0.0565	0.66505	-0.4079
614	.	12.6	0.7426	A050	T	1.1310	0.0565	0.63853	-0.4486
615	.	14.5	0.7127	A050	T	1.1310	0.0565	0.61070	-0.4931
616	.	16.4	0.6852	A050	T	1.1310	0.0565	0.58511	-0.5360
617	.	18.3	0.6611	A050	T	1.1310	0.0565	0.56268	-0.5750
618	.	20.7	0.6260	A050	T	1.1310	0.0565	0.53001	-0.6349
619	.	22.8	0.6002	A050	T	1.1310	0.0565	0.50600	-0.6812
620	.	24.7	0.5795	A050	T	1.1310	0.0565	0.48674	-0.7200
621	.	30.5	0.5440	A050	T	1.1310	0.0565	0.45370	-0.7903
622	.	43.2	0.4297	A050	T	1.1310	0.0565	0.34732	-1.0575
623	.	46.2	0.4050	A050	T	1.1310	0.0565	0.32434	-1.1260
624	.	49.1	0.3832	A050	T	1.1310	0.0565	0.30405	-1.1906
625	.	52.0	0.3659	A050	T	1.1310	0.0565	0.28795	-1.2450
626	.	65.9	0.2784	A050	T	1.1310	0.0565	0.20651	-1.5774
627	.	68.3	0.2566	A050	T	1.1310	0.0565	0.18623	-1.6808
628	.	89.3	0.1429	A050	T	1.1310	0.0565	0.08041	-2.5206
629	.	114.2	0.1054	A050	T	1.1310	0.0565	0.04551	-3.0898
630	.	135.6	0.0835	A050	T	1.1310	0.0565	0.02513	-3.6838
631	.	138.6	0.0809	A050	T	1.1310	0.0565	0.02271	-3.7850
632	.	143.5	0.0777	A050	T	1.1310	0.0565	0.01973	-3.9256
633	.	159.4	0.0668	A050	T	1.1310	0.0565	0.00959	-4.6475
634	.	183.3	0.0573	A050	T	1.1310	0.0565	0.00074	-7.2028
635	.	187.2	0.0568	A050	T	1.1310	0.0565	0.00028	-8.1836
636	.	190.1	0.0565	A050	T	1.1310	0.0565	0.00000	-8.1836
637	.	0.0	1.3288	S035	U	1.3288	0.0634	1.00000	0.0000
638	.	1.0	1.2726	S035	U	1.3288	0.0634	0.95559	-0.0454
639	.	2.8	1.1843	S035	U	1.3288	0.0634	0.88581	-0.1213
640	.	5.2	1.0881	S035	U	1.3288	0.0634	0.80978	-0.2110
641	.	6.9	1.0443	S035	U	1.3288	0.0634	0.77517	-0.2547
642	.	8.7	0.9967	S035	U	1.3288	0.0634	0.73755	-0.3044
643	.	10.7	0.9552	S035	U	1.3288	0.0634	0.70476	-0.3495
644	.	12.6	0.9163	S035	U	1.3288	0.0634	0.67402	-0.3945
645	.	14.5	0.8741	S035	U	1.3288	0.0634	0.64067	-0.4452

13									
8:50 TUESDAY, SEPTEMBER 6, 1988									
OBS	N	TEMPO	R	CODIGO	CORRIDA	X0	XEQUIL	X	LX
649	.	22.8	0.7401	S035	U	1.3288	0.0634	0.53477	-0.6259
650	.	24.7	0.7118	S035	U	1.3288	0.0634	0.51241	-0.6686
651	.	30.5	0.6680	S035	U	1.3288	0.0634	0.47779	-0.7386
652	.	43.2	0.5271	S035	U	1.3288	0.0634	0.36645	-1.0039
653	.	46.2	0.4989	S035	U	1.3288	0.0634	0.34416	-1.0666
654	.	49.1	0.4731	S035	U	1.3288	0.0634	0.32377	-1.1277
655	.	52.0	0.4523	S035	U	1.3288	0.0634	0.30733	-1.1798
656	.	65.9	0.3516	S035	U	1.3288	0.0634	0.22775	-1.4795
657	.	68.3	0.3273	S035	U	1.3288	0.0634	0.20855	-1.5676
658	.	89.3	0.1999	S035	U	1.3288	0.0634	0.10787	-2.2268
659	.	114.2	0.1510	S035	U	1.3288	0.0634	0.06923	-2.6704
660	.	135.6	0.1153	S035	U	1.3288	0.0634	0.04101	-3.1938
661	.	138.6	0.1107	S035	U	1.3288	0.0634	0.03738	-3.2866
662	.	143.5	0.1047	S035	U	1.3288	0.0634	0.03264	-3.4223
663	.	159.4	0.0852	S035	U	1.3288	0.0634	0.01723	-4.0612
664	.	183.3	0.0658	S035	U	1.3288	0.0634	0.00190	-6.2677
665	.	187.2	0.0640	S035	U	1.3288	0.0634	0.00047	-7.6540
666	.	190.1	0.0634	S035	U	1.3288	0.0634	0.00000	-7.6540
667	.	0.0	1.1860	S037	V	1.1860	0.0744	1.00000	0.0000
668	.	1.0	1.1146	S037	V	1.1860	0.0744	0.93577	-0.0664
669	.	2.8	1.0259	S037	V	1.1860	0.0744	0.85597	-0.1555
670	.	5.2	0.9573	S037	V	1.1860	0.0744	0.79426	-0.2303
671	.	6.9	0.9208	S037	V	1.1860	0.0744	0.76142	-0.2726
672	.	8.7	0.8798	S037	V	1.1860	0.0744	0.72454	-0.3222
673	.	10.7	0.8407	S037	V	1.1860	0.0744	0.68937	-0.3720
674	.	12.6	0.8105	S037	V	1.1860	0.0744	0.66220	-0.4122
675	.	14.5	0.7795	S037	V	1.1860	0.0744	0.63431	-0.4552
676	.	16.4	0.7546	S037	V	1.1860	0.0744	0.61191	-0.4912
677	.	18.3	0.7300	S037	V	1.1860	0.0744	0.58978	-0.5280
678	.	20.7	0.6980	S037	V	1.1860	0.0744	0.56099	-0.5780
679	.	22.8	0.6761	S037	V	1.1860	0.0744	0.54129	-0.6138
680	.	24.7	0.6566	S037	V	1.1860	0.0744	0.52375	-0.6467
681	.	30.5	0.6256	S037	V	1.1860	0.0744	0.49586	-0.7015
682	.	43.2	0.5262	S037	V	1.1860	0.0744	0.40644	-0.9003
683	.	46.2	0.5024	S037	V	1.1860	0.0744	0.38503	-0.9544
684	.	49.1	0.4830	S037	V	1.1860	0.0744	0.36758	-1.0008
685	.	52.0	0.4651	S037	V	1.1860	0.0744	0.35148	-1.0456
686	.	65.9	0.3777	S037	V	1.1860	0.0744	0.27285	-1.2988
687	.	68.3	0.3531	S037	V	1.1860	0.0744	0.25072	-1.3834
688	.	89.3	0.2281	S037	V	1.1860	0.0744	0.13827	-1.9786
689	.	114.2	0.1668	S037	V	1.1860	0.0744	0.08312	-2.4874
690	.	135.6	0.1268	S037	V	1.1860	0.0744	0.04714	-3.0546
691	.	138.6	0.1218	S037	V	1.1860	0.0744	0.04264	-3.1549
692	.	143.5	0.1147	S037	V	1.1860	0.0744	0.03625	-3.3172
693	.	159.4	0.0939	S037	V	1.1860	0.0744	0.01754	-4.0431
694	.	183.3	0.0763	S037	V	1.1860	0.0744	0.00171	-6.3717
695	.	187.2	0.0751	S037	V	1.1860	0.0744	0.00063	-7.3702
696	.	190.1	0.0744	S037	V	1.1860	0.0744	0.00000	-7.3702