

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRICOLA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

PARCER

Este exemplar corresponde a redação final
da tese defendida por Julio Carlos Miranda
Jorge e aprovada pela Comissão Julgadora
em 17.06.85.

Campinas, 17 de Junho de 1985.

Outros

Presidente da Banca

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO DESIDRATADO
COMBINANDO PESCADO SALGADO COM UMA
BASE PROTEICA OBTIDA DE
FARINHAS DE SOJA E TRIGO

Julio Carlos Miranda Jorge

Engenheiro de Alimentos

09/85

Prof. Dr. Emílio S. Contreras Guzmán
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

1985

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Man has a mind. Man has feeling.
To separate the two is to deny all
that man is. To integrate the two
is to help man realize what he
might be.

- George I. Brown

Ao meu pai.

- In memoriam -

O autor deseja externar seus sinceros agradecimentos

- ao Prof. Dr. Emílio Segundo Contreras Guzmán pela com
petente e segura orientação e amizade dispensadas durante o desen-
volvimento deste trabalho.

- ao Prof. Dr. Ottílio Guernelli pela amizade e apoio
decisivo.

ã Profa. Dra. Maria Amélia Chaib Moraes e Profa. Maria
Lúcia Setina pelo auxílio na avaliação sensorial e estatística.

- ã Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavares pelo auxílio
na avaliação microbiológica.

ã Profa. Marília Regini Nutti pelo apoio sincero e co-
laboração na avaliação nutricional.

- ã ABIA pela colaboração na impressão do presente tra-
balho.

- ã Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola pela
possibilidade de realização deste trabalho e a todos que direta
ou indiretamente contribuíram para sua conclusão.

ÍNDICE

Assunto	Página
ÍNDICE DE QUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMO	xviii
SUMMARY	xxi
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
A. PESCADO	4
1. Produção e Utilização de Pescado Fresco e Salgado.	4
2. Os constituintes do Pescado.	8
3. Pescado Salgado e Seco.	10
3.1. Processos de Salga e Secagem	10
3.2. Principais Alterações do Pescado Salgado e Seco.	15
3.2.1. Desnaturação Protéica.	15
3.2.2. Degradação Lipídica.	15
3.2.3. Contaminação Microbiana.	16

Assunto	Página
3.3. Influência da Salga e Secagem sobre o Valor Nutricional do Pescado.	18
B. SOJA	22
1. A Soja e seus Subprodutos.	22
1.1. Composição Química.	22
1.2. Produtos de Soja.	24
1.3. Farinha de Soja Desengordurada.	27
1.3.1. Processamento.	29
1.3.2. Aplicações.	31
1.4. Proteína de Soja Texturizada.	33
1.4.1. Processamento.	33
1.4.2. Aplicações.	34
2. Combinação de Farinha de Soja com Outras Fontes Protéicas.	37
3. Aspectos Nutricionais dos Produtos de Soja.	39
C. NOVAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA PESQUEIRA E O USO DE PESCADO EM SISTEMAS PROTÉICOS MISTOS	47
III. MATERIAIS E MÉTODOS	52
A. MATERIAIS	52
1. Matérias-Primas.	52

Assunto	Página
2. Reagentes Analíticos.	53
3. Meios de Cultura.	54
4. Aparelhos e Equipamentos.	54
B. MÉTODOS E PROCESSAMENTOS	56
1. Preparo do Pescado Salgado.	56
1.1. Filetagem.	56
1.2. Salga.	56
1.3. Prensagem, Trituração e Armazenamento.	56
2. Obtenção dos Produtos Texturizados, Denominados "Bases Protêicas".	58
2.1. Pesagem e Mistura das Matérias-Primas.	58
2.2. Preparo do Prê-Fermento.	60
2.3. Mistura Final dos Ingredientes e Obtenção da Massa.	60
2.4. Moldagem dos Blocos.	61
2.5. Fermentação.	61
2.6. Cozimento e Resfriamento.	61
2.7. Corte ou Trituração.	63
2.8. Secagem.	63
2.9. Armazenagem.	63
3. Preparo das Bases Protêicas com Adição de Pescado Salgado Triturado na Massa Crua.	63
4. Elaboração do Produto Final (Bolinhas de Peixe).	65
4.1. Formulação, Mistura e Moldagem.	65
4.2. Secagem.	68
4.3. Armazenagem.	68

Assunto	Página
5. Análises Químicas das Matérias-Primas, dos Produtos Intermediários e do Produto Final.	68
5.1. Determinação da Porcentagem de Umidade.	68
5.2. Determinação da Porcentagem de Proteínas.	68
5.3. Determinação da Porcentagem de Lipídios Totais.	68
5.4. Determinação da Porcentagem de Cinzas.	68
5.5. Determinação da Porcentagem de Carboidratos.	69
5.6. Determinação da Porcentagem de Sal.	69
5.7. Determinação da Composição em Aminoácidos.	69
5.7.1. Hidrólise.	69
5.7.2. Cromatografia.	69
5.7.3. Identificação e Composição Qualitativa.	70
6. Avaliação Funcional das Matérias-Primas, dos Produtos Intermediários e do Produto Final.	70
6.1. Determinação do Volume Específico.	70
6.2. Determinação da Capacidade de Absorção de Água a Frio.	71
6.3. Determinação do Ganho de Água na Rehidratação a Quente.	71
6.4. Determinação da Resistência à Desintegração.	72
6.5. Determinação do Teor de NaCl durante a Rehidratação.	73
7. Análises Microbiológicas das Matérias-Primas, dos Produtos Intermediários e do Produto Final.	73
7.1. Contagem de Microrganismos Aeróbios Mesófilos.	74

Assunto	Página
7.2. Contagem de Fungos e Leveduras.	74
7.3. Contagem de Microrganismos Coliformes.	74
8. Avaliação Sensorial do Produto Final.	74
 IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	 77
 A. FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DAS BASES PROTÉICAS TEXTURIZADAS.	 77
1. Composição Centesimal das Matérias-primas e Bases Protéicas.	77
2. Relação entre o Volume Específico e o Teor de Farinha de Soja das Bases Protéicas.	79
3. Secagem das Bases Protéicas.	82
4. Capacidade de Absorção de Água das Bases Protéicas.	85
5. Taxa de Rehidratação das Bases Protéicas.	85
6. Influência dos Tipos de Fermentos e Gordura Vegetal Hidrogenada no Volume Específico, Capacidade de Absorção de Água e Taxa de Rehidratação das Bases Protéicas.	89
7. Resistência das Bases Protéicas à Desintegração.	92
 B. PREPARO DAS BASES PROTÉICAS COM ADIÇÃO DE PESCADO SALGADO TRITURADO.	 95
1. Composição Química da Merluza Salgada Triturada e das Bases Protéicas C, com e sem Pescado.	95
2. Taxas de Rehidratação das Bases Protéicas A e C, com e sem Pescado.	97

Assunto	Página
C. ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO QUÍMICA E FUNCIONAL DO <u>PRO</u> DUTO FINAL (Bolinhas de Peixe).	100
1. Efeito dos Ligantes na Manutenção do Formato dos Bolinhos de Peixe.	100
2. Preparo e Secagem dos Lotes 1, 2 e 3 de Boli- nhos de Peixe.	101
3. Composição Centesimal dos Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3.	105
4. Taxas de Rehidratação dos Lotes 1, 2 e 3 de Bo- linhos de Peixe.	105
5. Evolução do Teor de NaCl nos Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3 durante a Rehidratação.	108
D. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO PRODUTO FINAL (Bolinhas de Peixe).	110
1. Avaliação do Sabor para os Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3 Fritos e Fritos Adicionados de Molho de Tomate.	110
2. Avaliação da Textura para os Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3 Fritos e Fritos Adicionados de Molho de Tomate.	112
E. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO PRODUTO FINAL (Boli- nhos de Peixe) E DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NA SUA CONFECÇÃO.	114
F. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO PRODUTO FINAL (Bolinhas de Peixe) E DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NO SEU PREPARO.	116

1. Composição de Aminoácidos Essenciais da Farinha de Soja Desengordurada, Farinha de Trigo e Base Protéica C. Influência do Tratamento Térmico na Composição de Aminoácidos.	117
2. Composição de Aminoácidos Essenciais do Pescado Salgado Triturado e dos Lotes 1, 2 e 3 de Bolinhos de Peixe. Perda de Aminoácidos devido à Secagem e Comparação com Padrões Internacionais.	121
3. Escore Químico das Matérias-Primas e do Produto Final Pronto para Consumo.	125
4. Composição Centesimal e Energia Disponível do Produto Final Pronto para Consumo.	126
5. Estimativas de NDPCAL % para Bolinhos de Peixe e sua Utilização na Composição de Dietas.	126
V. CONCLUSÕES	129
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

ÍNDICE DE QUADROS

Título	Página
01 - Produção, importação, exportação e consumo de <u>pesca</u> do salgado no Brasil no período de 1980 - 1983.	5
02 - Consumo de peixe em 1972/74 e demanda projetada pa- ra os anos de 1985 e 2000.	7
03 - Percentagem de sal em filês de bacalhau (1 pol. de espessura) em função do tempo e temperatura.	14
04 - Comparação do conteúdo dos aminoácidos essenciais nos diferentes alimentos (g de aminoácido por 100 g de proteína).	19
05 - Composição química do bacalhau (<i>Gadus callanus</i>).	21
06 - Composição do grão de soja, produtos de soja e car- ne bovina.	23
07 - Custo da proteína de várias origens.	24
08 - Uso da soja na fabricação de vários produtos.	26
09 - Uso da farinha desengordurada de soja.	32

Título	Página
10 - Características de produtos de proteína texturizada.	35
11 - Conteúdo de aminoácidos essenciais do ovo e da proteína padrão adotada pela FAO (g de aminoácido/ 100 g de proteína).	41
12 - Conteúdo de aminoácidos essenciais (g/16 g de N) em produtos de soja, carne bovina e trigo.	42
13 - Composição de aminoácidos essenciais de vários produtos de soja.	43
14 - Ingredientes para a formulação de bolinhos de peixe contendo diferentes porcentagens de merluza salgada triturada e base protéica C.	66
15 - Mistura padrão de condimentos utilizada na confecção de bolinhos de peixe.	66
16 - Composição centesimal da farinha de trigo, farinha de soja desengordurada e novas misturas (bases protéicas) após processamento e secagem.	78
17 - Comparação entre o volume específico (Ve) e capacidade de absorção de água a frio (caa) das bases protéicas A e C preparadas com fermentos químicos e biológicos em diferentes porcentagens.	91

Título

- 18 - Volume específico (Ve) e capacidade de absorção de água, a frio (caa) das bases protéicas A e C preparadas com adição (5%) ou não de gordura vegetal hidrogenada. 94
- 19 - Resistência à desintegração durante a fervura dos cubinhos (1,5 x 1,5 x 1,0 cm) das bases protéicas desidratadas A, B, C e D preparadas com adição (5%) ou não de gordura vegetal hidrogenada. 94
- 20 - Composição centesimal da merluza salgada e da base protéica C contendo 0%, 10% e 20% de sólidos totais de merluza salgada e triturada (base seca). 96
- 21 - Efeito de vários ligantes na manutenção do formato dos bolinhos de peixe durante a cocção em água fervente por dez minutos. 102
- 22 - Composição centesimal dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3. 107
- 23 - Resultados médios do sabor para os bolinhos de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate. 111
- 24 - Resultados médios da textura para os bolinhos de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate. 112

Título

- 25 - Contagem total de bactérias mesófilas, coliformes, fungos e leveduras na base protéica C, na merluza salgada triturada e nos bolinhos de peixe desidratados dos lotes 1, 2 e 3. 115
- 26 - Composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da farinha de soja desengordurada, farinha de trigo e da base protéica C. 118
- 27 - Mudanças na composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da base protéica C, atribuídas à cocção em forno. 120
- 28 - Composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da base protéica C, do pescado salgado e dos lotes 1, 2 e 3 de bolinhos de peixe desidratados. 122
- 29 - Perda de lisina durante a secagem dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3. 123
- 30 - Proteína padrão e valores de Escore Químico da base protéica C, merluza salgada e bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3. 124
- 31 - Composição centesimal e energia disponível dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3 após rehidratação e após rehidratação e fritura em óleo de milho. 127

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
01 - Demanda futura mundial de pescado projetada para 1980 e 2000.	6
02 - Fluxograma do processamento de farinha de soja desengordurada.	30
03 - Aparelho para medição de volume específico.	55
04a- Pescado (merluza) salgado e triturado utilizado na formulação de bolinho de peixe.	57
04b- Pescado (merluza) salgado e triturado utilizado na formulação de bolinhos de peixe.	57
05 - Fluxograma da elaboração das bases protéicas através de fermentação química e biológica.	59
06 - Blocos de bases protéicas após cozimento e resfriamento.	62
07 - Fração grossa da base protéica C triturada.	64
08 - Fração fina da base protéica C triturada.	64

Título	Página
09a- Bolinhos de pescado (lote 2) desidratados.	67
09b- Bolinhos de pescado (lote 2) desidratados.	67
10 - Modelo de ficha utilizada na avaliação sensorial dos bolinhos de peixe.	76
11 - Relação entre o volume específico e a porcentagem de farinha de soja desengordurada das bases protéicas A, B, C e D.	81
12 - Comparação das curvas de secagem das bases protéicas A, B, C e D com diferentes quantidades de farinha de soja desengordurada.	84
13 - Relação entre a capacidade de absorção de água e o teor de farinha de soja desengordurada das bases protéicas A, B, C e D.	86
14 - Relação entre as taxas de rehidratação e as porcentagens de farinha de soja desengordurada nas bases protéicas A, B, C e D.	88
15 - Comparação entre as taxas de rehidratação da base protéica C preparada com fermento biológico comercial (6%), bicarbonato de amônia (0,5%), cremor tártaro (2%) e fermento químico comercial (3%).	90

Título	Página
16 - Taxas de rehidratação das bases protéicas A e C preparadas com fermento biológico comercial (6%) e gordura vegetal hidrogenada (0% e 5%).	93
17a- Taxas de rehidratação da base protéica C sem pescado e com 10% e 20% de sólidos totais de pescado.	98
17b- Taxas de rehidratação da base protéica A sem pescado e com 10% e 20% de sólidos totais de pescado.	99
18 - Comparação das curvas de secagem dos lotes 1, 2 e 3 de bolinhos de peixe.	104
19 - Taxas de rehidratação dos lotes 1, 2 e 3 de bolinho de peixe.	106
20 - Evolução do teor de sal nos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3 durante a rehidratação.	109

RESUMO

Neste trabalho estudou-se o desenvolvimento de um produto desidratado na forma de bolinhos de peixe, através da combinação de farinha de soja, farinha de trigo e pescado salgado.

Farinha de soja desengordurada e farinha de trigo foram misturadas nas proporções de 1,0 : 1,0, 0,75 : 1,0, 0,50 : 1,0 e 0,25 : 1,0 respectivamente, fermentadas com 6% de fermento biológico comercial durante 45 minutos, cozidas a 200 - 210°C por 15 - 25 minutos e secas em estufa de ar circulante a 65°C. As bases protéicas assim obtidas tinham uma estrutura porosa e propriedades funcionais parecidas com as da proteína texturizada de soja (PTS).

A base protéica 0,5 : 1,0 foi considerada a mais adequada para ser misturada com pescado salgado nas proporções de 35%, 50% e 65% e formar os bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3. As formulações continham ainda 10% de clara de ovo e 2,5% de condimentos, sendo desidratadas nas mesmas condições usadas para as bases protéicas.

O peixe utilizado foi a Merluza (*Merluccius hubbsi*), salgado pelo processo de salga mista, prensado e triturado tendo um teor de proteínas de 49,74%, 2,45% de lipídios e 39,36% de NaCl.

As bases protéicas 1,0:1,0, 0,75: 1,0, 0,5:1,0, 0,25:1,0 apresentaram teores de proteína de 34,02%, 31,96%, 28,70% e 24,10% respectivamente sendo que o aumento no teor de farinha de soja nas bases causou diminuição nos valores de volume específico, velocidade de secagem, capacidade de absorção de água, taxa de rehidratação e um aumento da resistência à desintegração durante cocção em água

fervente. Com relação a esses parâmetros, notou-se uma menor eficiência quando o fermento biológico foi substituído por diversos fermentos químicos. A inclusão de 5% de gordura vegetal hidrogenada no preparo das bases não alterou significativamente esses parâmetros.

A adição de pescado salgado triturado diretamente na massa crua, e posterior cocção e secagem da mistura, produziu bolinhos densos e de baixa rehidratação. A adição de peixe a base, pré-cozida, produziu bolinhos de estrutura porosa e rehidratação rápida. A secagem dos bolinhos levou aproximadamente 6 horas, não se observando diferenças importantes na velocidade média de secagem dos três lotes. Os bolinhos dos lotes 1, 2 e 3 apresentaram, respectivamente, um teor de proteínas de 36,20%, 38,50% e 39,10% e 12,40%, 16,50% e 21,50% de NaCl.

A rehidratação por 10 minutos praticamente dobra o peso dos bolinhos, aumenta o seu volume e é efetiva na retirada de sal do produto. O teor de umidade após rehidratação ficou entre 56,5% e 59,4% e o teor de NaCl em torno de 4,5%. O produto reidratado não perde o formato, tem textura parecida com a de pescado e pode ser preparado para consumo por simples fritura.

Com relação ao aspecto nutricional, a cocção e secagem da base protéica 0,5 : 1,0 causou perdas de 37,0%, 8,5% e 15,6% de lisina, sulfurados e tirosina respectivamente. Os outros aminoácidos não sofreram mudanças acima de 5%. A mistura da base com pescado salgado compensou as deficiências de aminoácidos mencionadas, igualando ou excedendo as recomendações da FAO.

A energia disponível nos bolinhos após a rehidratação foi de 123,65 kcal, 129,87 kcal, e 120,52 kcal respectivamente para os bolinhos dos lotes 1, 2 e 3. Para o produto submetido a rehidratação e fritura esses valores foram de 220,55 kcal, 236,78 kcal e

220,91 kcal respectivamente.

A avaliação sensorial dos bolinhos de peixe apenas fritos e fritos com molho revelou diferenças significativas a nível de 1% para o sabor, no caso do produto frito, e a nível de 5% para a textura, no caso do produto frito e com molho. Concluiu-se que aproximadamente 35% de pescado confere ao bolinho frito bom sabor e textura. Essa porcentagem deve subir para 65% no caso do produto frito e com molho.

Os parâmetros microbiológicos revelaram que as condições de processamento da base protéica, peixe salgado e bolinhos são satisfatórias e que os produtos estão dentro dos padrões exigidos.

SUMMARY

The present work was undertaken with the aim of developing a dehydrated product (fish-balls) by combining defatted soy flour, wheat flour and minced salted fish.

Defatted soy flour and wheat flour were mixed at levels of 1.0 : 1.0 , 0.75 : 1.0 , 0.50 : 1.0 and 0.5 : 1.0 parts respectively, leavened with 6% of commercial yeast for 45 minutes, baked at 200-210°C for 15-25 minutes and dried at 65°C to yield protein mixtures of fibrous texture and functional properties similar to those of conventional texturised soya protein (TSP).

The protein mixture 0.5 : 1.0 was considered the most adequate to be mixed with approximately 35%, 50% and 65% of salted fish, resulting in three different formulations (fish-balls) called 1, 2 and 3. These formulations, also containing egg white (10%) and spices (2.5%), were dried in the conditions stated previously for the protein mixtures.

Hake (*Merluccius hubbsi*), the fish used in the experiment, was salted by using a mixed salting process, pressed and minced. The salted fish had 49.74% protein, 2.45% lipids, 39.36% NaCl and a moisture content of 53.34%.

Protein contents of 34.02%, 31.96%, 28.70% and 24.10% were found for the protein mixtures 1.0 : 1.0 , 0.75 : 1.0 , 0.5 : 1.0 and 0.25 : 1.0 respectively. The increase in the amount of soy flour in the mixtures caused a decrease in the values of loaf volume, drying rate, water absorption capacity and rehydration ratio; on the contrary, an improvement in the ability to resist disintegration in boiling water was observed. So far as these variables are

concerned, a smaller degree of efficiency was noted when the yeast was replaced by chemical leavening agents. The addition of hydrogenated vegetable fat (5%) during the preparation of the protein mixtures did not cause relevant changes in the above mentioned variables.

The addition of minced salted fish into the uncooked dough, and further baking and drying of the protein mixture, yielded very compact fish-balls of poor hydration capacity. However, the addition of the fish after cooking the dough yielded fish-balls of fibrous texture which were quickly and easily rehydrated. The drying of the fish-balls took approximately 6 hours, but no significant changes were observed in the drying rate of the different formulations. Protein contents of 36.20%, 38.50% and 39.10% and NaCl contents of 12.40%, 16.50% and 21.50% were found for formulations 1, 2 and 3 respectively.

Rehydration in excess of water for 10 minutes was effective in increasing the fish-ball volume, doubling its weight and desalting the product to acceptable level. The moisture content after hydration was found to vary between 56.5% and 59.4% and the NaCl content to be approximately 4.5%. The hydrated product had a firm, typical fish texture and could be readily prepared for consumption by frying.

As regards the nutritional aspect, it was observed that the baking and drying of the protein mixture 0.5 : 1.0 caused losses of 37%, 8.5% and 15.6% of lysine, sulphur-containing aminoacids and tyrosine respectively. The content of other essential aminoacids did not undergo changes above 5%. The addition of salted fish to the mixture compensated the above mentioned losses and allowed formulations 1, 2 and 3 to meet the FAO requirements.

After rehydratation, the available energy for formulations 1, 2 and 3 was 123.65 kcal, 129.87 kcal and 120.52 kcal, respectively.

After frying, these values were found to be 220.55 kcal, 236.78 kcal and 220.91 kcal respectively for the afore-said formulations.

Sensory evaluation was conducted with fried hydrated fish balls and fried hydrated fish-balls with tomato sauce. Significant differences at 1% level were revealed for the parameter Taste of the fried fish-balls. Significant differences at 5% level were also observed for the parameter Texture of the fried product with tomato sauce. The conclusion was that 35% of salted fish was enough to provide fried fish-balls with good texture and taste; 65% of salted fish would be necessary if tomato sauce was to be added to the product.

Microbiological determinations showed that the processing conditions of the protein mixtures, salted fish and fish-balls were satisfactory and that all products met the obligatory counts required.

I. INTRODUÇÃO

Numerosas soluções têm sido propostas para o enriquecimento da dieta de vários segmentos populacionais dos países pouco desenvolvidos, porém poucas têm atendido ao pré-requisito de preservar os hábitos alimentares dessas populações a um baixo custo.

O pescado é uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico que tem sido amplamente utilizado na alimentação humana e cujo consumo deverá dobrar até o ano 2.000 segundo estimativas da FAO. O pescado salgado, em particular, é um alimento de custo baixo e de aceitação generalizada. Entretanto, sua comercialização tem sido feita como uma matéria-prima, que necessita preparo prévio para ser utilizada em diversos pratos como bolinhos, cozidos e outros. Acreditamos que o peixe salgado através de tecnologia adequada possa ser comercializado na forma de produtos prontos ou semi-prontos que atendam melhor não só às necessidades nutricionais, mas também possuam a praticabilidade exigida pela sociedade atual. Com essa possibilidade de utilização do peixe salgado, as indústrias pesqueiras seriam muito favorecidas com relação à diversificação de sua linha de produtos e à utilização de uma matéria-prima de obtenção simples e barata que permitiria manter a atuação industrial na falta de peixe fresco.

As proteínas animais têm sido substituídas, parcialmente, em vários produtos, pela proteína texturizada de soja (PTS), que desse modo tem contribuído substancialmente para aumentar a quantidade de proteína disponível no mundo. Essa substituição é menos freqüente, no caso de pescado e frango, se comparada com

a carne bovina. Essas combinações de proteínas propiciam um custo menor e permitem regular o teor protéico do alimento sem prejudicar o balanço adequado de seus aminoácidos. Explorando as possibilidades tecnológicas esses sistemas mistos podem imitar as características físicas e sensoriais dos produtos tradicionais, bem como permitir a criação de novos produtos.

Apesar de apresentar muitas vantagens de utilização, a texturização da farinha de soja para obtenção de PTS envolve altos investimentos para o seu processamento elevando o seu custo em 3 - 4 vezes. Por isso, o emprego de farinha de soja não texturizada é uma alternativa de baixo custo para ser combinada com pescado salgado, desde que seja induzido algum tipo de modificação textural simples que conferiria à mistura propriedades funcionais compatíveis com o produto a ser elaborado.

A presente pesquisa objetivou o desenvolvimento de um produto desidratado na forma de bolinhos de peixe através da combinação de proteína vegetal e pescado salgado.

Numa primeira etapa, este trabalho visa desenvolver um produto com características de PTS elaborado através de um processo simples e econômico combinando-se farinha de soja e farinha de trigo em proporções variáveis, e levedura para que através de fermentação e cocção da massa seja desenvolvida uma estrutura porosa, com propriedades parecidas com as da PTS.

Numa segunda etapa, a base protéica obtida é misturada com diversas proporções de peixe salgado triturado, condimentos e ligantes para formar os bolinhos de peixe, posteriormente desidratados.

Tanto as matérias-primas como o produto final é submetido a uma série de testes químicos, funcionais, microbiológicos e sensoriais. O produto final deve ter boas propriedades funcionais

e sensoriais, não se desmanchar na rehidratação e dessalga e poder ser preparado para o consumo por simples fritura.

Desse modo estamos possibilitando uma maior utilização do pescado salgado nas dietas das populações e fornecendo um produto nutritivo, de preservação fácil e de custo menor que muitos existentes no mercado.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A. PESCADO

1. Produção e Utilização de Pescado Fresco e Salgado

Ao se estabelecer tentativas para um melhor aproveitamento do pescado deve-se pensar inicialmente nas atuais possibilidades tecnológicas bem como na produção e demanda futura desses recursos.

A produção brasileira total de pescado no período de 1977 a 1979 passou de 752.607 t para 858.183 t sendo que cerca de 660.000 t era proveniente de peixes. No período 1980-82, a produção total se manteve em torno de 830.000 t com 720.000 t constituída de peixes (Anuário Estatístico do Brasil 1982; 1983).

A produção de pescado salgado de acordo com dados da SUDEPE foi, em 1976, de cerca de 78.000 t, sendo esta quantidade correspondente a 30% do pescado produzido no país (MENCIA-MORALES, NUNES, AMADO, SOUZA & LEITE, 1976). O hábito de se utilizar peixes salgados no Brasil reflete-se nas estatísticas de BOTELHO & NORT (1974) que mostraram que 43% do pescado processado consumido pelos brasileiros é o salgado.

Dados atualizados da SUDEPE mostram (comunicação pessoal) uma diminuição tanto na produção e importação, quanto no consumo de pescado salgado conforme se observa no QUADRO 1. Pode-se inferir que uma das principais razões para isso seja a ausência de novas tecnologias para a elaboração de produtos à base de pescado salgado que sejam bem aceitos pelo consumidor.

QUADRO 1 - Produção, importação, exportação e consumo de pescado salgado no Brasil no período de 1980 - 1983.

Período	Produção (t)	Importação (t)	Exportação (t)	Consumo (t)
1980	33.152	18.189	54	51.287
1981	26.292	13.410	7	39.695
1982	20.810	17.007	21	37.796
1983	22.988	12.295	17	35.266

Fonte: SIPA/MA - CIEF/MF - CACEX/BCO DO BRASIL S/A.

Elaboração: GECOP/PDP/SUDEPE.

A estimativa da FAO em "Agriculture Towards 2000" (SLAVIN, 1981) é de que a demanda de peixes, crustáceos e moluscos para o consumo humano deverá dobrar até o ano 2000. Espera-se que a produção total desses recursos, nos países em desenvolvimento, aumente de 34 para 519 milhões de toneladas métricas no período 1975-2000. Esse aumento de 53% é contrastado com um aumento de somente 5% nos países desenvolvidos.

O consumo de peixes nos países em desenvolvimento também deverá aumentar no futuro. O incremento na utilização do peixe como alimento nestes países é estimado em 125%, ou seja, passaremos de 25,5 milhões de toneladas métricas consumidas no período 1972-74 para 56,7 milhões a serem consumidas no ano 2000. Nesse mesmo período, espera-se um incremento de somente 50% nos países desenvolvidos. Uma estimativa para as necessidades mundiais futuras de peixe (em peso vivo) foi projetada para 1980 e 2000 para as treze maiores nações do mundo (FIGURA 1) e consta de um relatório do "Natural Marine Fisheries Service" dos Estados Unidos.(SLAVIN, 1981).

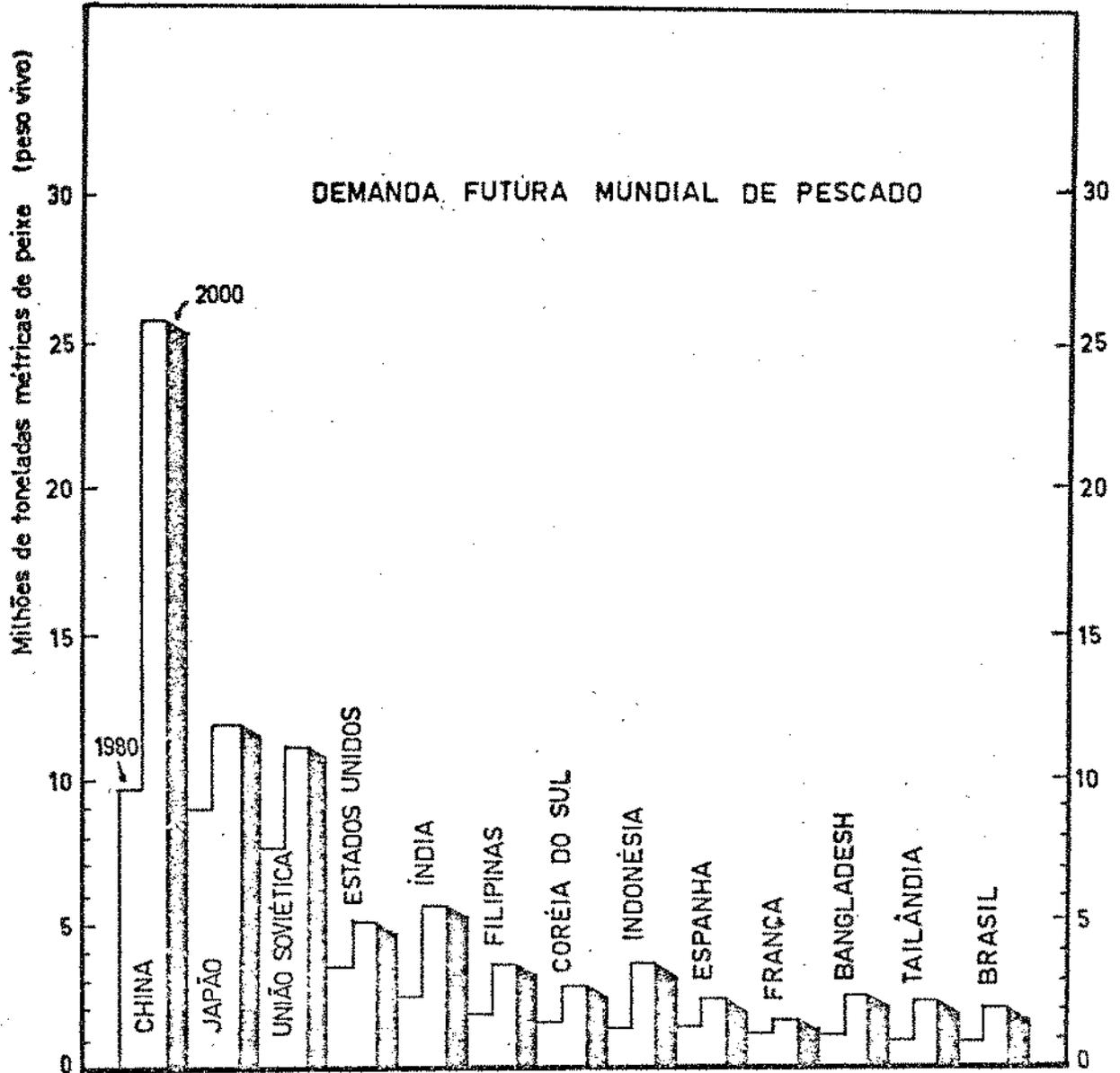


FIGURA 1 - Demanda futura mundial de pescado projetada para 1980 e 2000.

Fonte: SLAVIN, 1981.

É interessante notar que, para alguns países como o Brasil, o consumo de peixe deverá superar o dobro do atual.

Estes dados estão de acordo com Whitaker (1981) que também projeta para o ano 2000 uma demanda anual de 110 milhões de toneladas de peixes, sendo que 35% desta cifra seria utilizado nos países em desenvolvimento como mostra o QUADRO 2. Outras 20-25 milhões de toneladas seriam utilizadas na alimentação animal. O mesmo autor em outro artigo menciona que cerca de 70% da captura mundial de pescado é destinada ao consumo humano e que no Terceiro Mundo aproximadamente 25% da população consome mais de 1/3 das proteínas das dietas sob a forma de pescado (WHITAKER, 1980).

QUADRO 2 - Consumo de peixe em 1972/74 e demanda projetada para os anos de 1985 e 2000

Área	1972/74		Demanda Projetada			
	(milhões t)	(%)	1985		2000	
	(milhões t)	(%)	(milhões t)	(%)	(milhões t)	(%)
Países desenvolvidos.	19.2	38	23.1	32	27.9	26
Países em desenvolvimento.	14.0	28	22.4	32	38.0	35
Países de economia centralizada.	16.7	34	25.3	36	41.9	39
TOTAL MUNDIAL	49.9	100	70.8	100	107.8	100

Fonte: WHITAKER, 1981.

As populações mais ricas estão habituadas às vantagens sensoriais da proteína animal. Contudo, conforme RONSIVALLI (1976), a taxa de conversão para a carne bovina (libras de ração / libras de carne) é de apenas 10 : 1, para suínos 4 : 1 e para aves 2,5 : 1. Destes dados verificamos que a crescente competição por cereais provavelmente elevará seus preços a tais níveis que a economia de produção de carne bovina será menos favorável e esta se tornará mais rara e cara. Esta situação obviamente colocará maiores pressões econômicas para um maior aproveitamento de suínos, aves e especialmente pescado. Isto já ocorre e muitos países se voltam para o mar e intensificam seus esforços para obter suas proteínas alimentares dos recursos marinhos convencionais e não convencionais (RONSIVALLI, 1976).

A transferência de tecnologia, o desenvolvimento de novos produtos, preço, qualidade, planejamento e comercialização adequados, obviamente serão variáveis importantes para a boa utilização dos recursos pesqueiros de modo a atingir as previsões de demanda e produção mencionadas anteriormente.

2. Os Constituintes do Pescado

A composição química do pescado varia; portanto, apresentamos os seguintes intervalos de valores observados por JACQUOT (1961), KIZEVETTER, LAGUNOV, MAKAROVA, MINDER & PODSEVALOV (1969) e GALASSI & LERICI (1976):

64 - 85% de água.

12 - 25% de proteína.

0,1- 22% de lipídios.

0,8- 2% de substâncias minerais.

Os valores da composição química das diversas espécies de pescado são afetados por vários fatores como as condições ambientais, alimentação, fisiologia e genética podendo variar inclusive dentro da mesma espécie (KIZEVETTER *et al.*, 1969; RIOS, 1957; STANSBY, 1962). A maior variação se dá no teor de lipídios e os peixes podem ser classificados em três categorias de acordo com este teor: peixes magros (abaixo de 5%), semi-gordos (entre 5 e 15%) e peixes gordos (acima de 15%), (JACQUOT, 1961; STANSBY, 1962). As gorduras são na sua maioria lipídios simples, principalmente tri glicerídios, porém contêm também porcentagens de lipídios mais complexos como os fosfolipídios e os esteróis. As gorduras do pescado normalmente apresentam uma grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados e por isso se liquefazem à temperatura ambiente (KIZEVETTER *et al.*, 1969).

O constituinte que aparece em maior proporção na carne dos pescados é a água, cujo conteúdo também varia de acordo com a espécie e a época do ano. De um modo geral, à medida que aumenta o teor de gordura na carne do pescado, decresce o teor de água na mesma proporção (JACQUOT, 1961). A água no tecido do pescado está parcialmente livre (imóvel ou estruturalmente livre) e parcialmente ligada. A água ligada é aquela retida por moléculas hidrofílicas como as proteínas no estado de gel ou sol. Esta água representa uma porcentagem de 5 a 10% na maioria dos tecidos animais. A hidratação das proteínas depende da presença de grupos funcionais ativos (carboxilas e aminas por exemplo) da molécula protéica e da polaridade da molécula de água (ZAITSEV, 1969).

A carne dos pescados de maneira geral apresenta a mesma proporção de proteínas que a carne bovina, suína e a de frango. Uma das proteínas mais importantes no músculo do pescado é a miosina, em razão das suas propriedades funcionais e fisiológicas. As proteínas musculares estão no estado coloidal normalmente, isto é,

são estruturas parcialmente solvatadas, sendo instáveis à variação do meio circundante. Quando o pH deste meio atinge o valor 4,5 - 5,0 (ponto isoelétrico) ou quando ocorre um aumento no teor de sal do meio, as proteínas podem precipitar-se. Estas são também sensíveis à desidratação e à desnaturação térmica (CONTRERAS GUZMÁN, 1977; LEHNINGER, 1976).

Existem outros componentes nitrogenados no pescado mas os presentes em maior quantidade são as proteínas, sendo que para algumas espécies como os teleosteos, 81 - 91% do nitrogênio total é protéico (KIZEVETTER *et al.*, 1969).

As substâncias nitrogenadas não protéicas estão presentes num teor aproximado de 0,5% nos pescados frescos e são muito importantes pois conferem o odor e sabor característicos do pescado (GEROMEL & FORSTER, 1982).

No pescado o teor de Ca, P e Fe é bastante alto, porém é baixo o teor de Na e K (GUHA, 1962; JACQUOT, 1961). Atualmente vem sendo observada com muita atenção a presença de microelementos tais como o Cu, Mg, Co, Zn e outros em produtos alimentares de pescado ou não.

O tipo e o teor de vitaminas existentes no pescado variam muito de espécie para espécie, sendo o peixe boa fonte para várias delas, exceto a Vitamina C (GEROMEL & FORSTER, 1982). O pescado é considerado também boa fonte de niacina, riboflavina e tiamina (JACQUOT, 1961).

3. Pescado Salgado e Seco

3.1. Processos de Salga e Secagem

A salga é um dos processos mais antigos utilizados na

preservação de alimentos principalmente a carne e o pescado e tem sido utilizada até os dias atuais.

A salga pode ser definida como um processo de preservação baseado na penetração de cloreto de sódio no interior dos tecidos com conseqüentes alterações nos constituintes musculares, principalmente nas proteínas (VOSKRESENSKY, 1965). Tal processo é governado por uma série de fatores físico, químico e bioquímicos e inicia-se no momento em que o peixe entra em contato com o sal cristalino ou salmoura e termina quando todo o peixe atingiu a salinidade, odor, consistência e gosto característico.. O sal tem uma dupla função como preservativo: agir como antisséptico e diminuir a quantidade de água presente no peixe (LOPEZ-MATAS, 1953; HAMM, 1960; IMGRAM & KITCHELL, 1967; BERAQUET, 1974; e GEROMEL & FORSTER, 1982). A deterioração de um produto salgado depende do bônomo concentração de sal e teor de umidade, portanto costuma-se complementar o processo de salga com a refrigeração ou com uma prensagem ou secagem. (LOPEZ-MATAS, 1953; BOTELHO, 1968; e WATERMAN, 1978).

De acordo com HENNESSEY (1969), os produtos salgados e secos podem ser classificados de acordo com seu teor de sal em:

- a) Peixe fortemente salgado - 33% de sal em base seca.
- b) Peixe medianamente salgado - 28 - 33% de sal em base seca.
- c) Peixe ligeiramente salgado - 28% de sal em base seca.

Segundo vários autores (LOPEZ-MATAS, 1953; VOSKRESENSKY, 1965; ZAITSEV, 1969; NOGUCHI, 1972; BERAQUET, 1974; BEATTY & FOUËRE, 1975; e GEROMEL & FORSTER, 1982), existem três processos tradicionais para a salga do pescado, a saber: seco, úmido e misto.

Na salga a seco emprega-se o sal na forma cristalina. O produto é salgado formando-se camadas intercaladas de sal e pescado, sendo que a salmoura formada pela água do músculo é drenada

continuamente. Dependendo do produto final que se quer produzir a relação peso de sal/peso de pescado varia de 10% a 40% de sal, para um tempo oscilante entre 2 - 20 dias (BERAQUET, 1974; BEATTY & FOUGÈRE, 1975; GEROMEL & FORSTER, 1982).

Na salga úmida, o pescado é imerso numa salmoura concentrada, geralmente com 26,5% de sal, até o final do período de salga.

A salga mista é um processo combinado dos dois anteriores. Inicialmente o peixe é salgado pelo método de salga a seco. À medida que a salmoura se forma, esta é retida e o pescado termina o processo de salga imerso nesta salmoura. Este processo apresenta as vantagens e desvantagens dos anteriores mas é o método mais utilizado atualmente por sua simplicidade e economia de sal e produz bons resultados com peixes gordos e magros (NOGUCHI, 1972).

Existem outros métodos de salga e variações dos tradicionais como descrito por vários autores em LEITÃO (1979), mas um dos mais amplamente estudados é o "método de salga rápida" (DEL VALLE & NICKERSON, 1968; BERAQUET, 1974; DEL VALLE, 1973; RONSIVALLI, 1976).

O procedimento básico para os três métodos tradicionais mencionados, com pequenas variações para determinados países e regiões é descrito por BERAQUET (1974):

- a) Lavagem externa do peixe com água clorada.
- b) Evisceração, eliminação da cabeça, cauda e nadadeiras.
- c) Lavagem com água clorada.
- d) Cortes longitudinais na musculatura.
- e) Imersão em salmoura (3 - 10% de NaCl).
- f) Escorrimento.
- g) Salga.
- h) Secagem.

A velocidade de penetração do sal no interior do peixe

é influenciada por vários fatores (GRECCHI, 1972; BERAQUET, 1974 ; LEITÃO, 1979; e GEROMEL & FORSTER, 1982):

a) Fatores relacionados ao peixe:

- Tamanho ou espessura do pescado.

Observa-se uma relação inversa entre os tamanhos e espessura dos pedaços de peixe tratados e a razão da penetração de sal no interior dos tecidos.

- Teor de gordura do pescado.

A gordura atua como uma barreira na penetração do sal e na remoção da água.

- Razão entre tecido conectivo e muscular.

- Tipo da carne.

- Estágio da carne em relação ao "Rigor Mortis". Quanto menor o grau de frescor da matéria-prima, mais rápida a adsorção de sal e maior a perda de água.

b) Fatores externos:

- Temperatura da Salmoura.

Quanto maior a temperatura, mais rápida é a penetração do sal, conforme evidenciado no QUADRO 3 por Burgess, Cutting, Lovern & Waterman, (segundo LEITÃO, 1979). De acordo com GRECCHI (1972) as temperaturas de 0 - 38°C são usadas, de conformidade com o método empregado.

QUADRO 3 - Percentagem de sal em filês de bacalhau (1 pol. de espessura) em função do tempo e temperatura.

Temperatura (°C)	1 dia	2 dias	5 dias
4,4	1,1	4,0	14,1
26,7	4,8	8,6	15,2

Fonte: LEITÃO, 1979.

- Pureza química do Sal.

O sal obtido de jazidas ou da água do mar deve apresentar um teor de 96,5% de NaCl (GRECCHI, 1972). A presença de sais de Ca e Mg num teor maior que 5% diminui a permeabilidade das membranas celulares do músculo, impedindo as trocas entre a água dos tecidos e o NaCl (SANCHES & LAM, 1965; BOTELHO & NORT, 1968). Os sais de Ca precipitam e influem na textura e coloração. O Mg é higroscópico e produz absorção de umidade após a salga (GRECCHI, 1972).

Após encerrado o tempo de cura, o produto é, geralmente, submetido à prensagem ou secagem para remover mais umidade e reduzir a atividade de água no produto. Outra opção, embora onerosa, é a refrigeração. O produto deve ser sempre embalado de modo a evitar contato com o ar atmosférico.

Para a secagem do peixe salgado pode-se usar métodos naturais (exposição ao sol e vento) ou artificiais (secadores). A secagem artificial oferece continuidade de produção e maior padronização para se obter um produto uniforme e de boa qualidade. A

temperatura de secagem recomendada é de 25 - 27°C (BERAQUET, 1974) mas para peixes de regiões tropicais 40°C é ainda uma temperatura de secagem segura. Os tempos de secagem ficam entre 30 - 60 h, dependendo de vários fatores: umidade inicial, teor de gordura, tamanho e forma do peixe, espaço entre as amostras no secador e área de exposição ao ar por unidade de peso (BERAQUET, 1974; BERAQUET, OKADA, FERREIRA & MENEZES, 1975). Para a umidade relativa e velocidade do ar no secador, a literatura estabelece valores compreendidos entre 45 e 55% e 1,0 e 3,0 metros/segundo respectivamente (LOPEZ-MATA, 1953; BASTOS, 1977). Vale a pena observar que quanto maior a presença de sal no pescado, mais lenta será a secagem à medida em que o sal reduz a pressão de vapor de água no pescado (WATERMAN, 1978).

3.2. Principais Alterações do Pescado Salgado e Seco

3.2.1. Desnaturação protéica

A desnaturação compromete as propriedades funcionais das proteínas da carne, afetando a capacidade de retenção de água. Este parâmetro está relacionado com as alterações físico-químicas (nas cargas iônicas, nas estruturas terciárias, no grau de solvatação) das proteínas musculares, tornando-se um indicador das características da carne como cor e maciez. A secagem afeta a capacidade de retenção de água das proteínas, pois favorece a desnaturação que já teve início com a salga, retirando a água por evaporação (HAMM, 1960).

3.2.2. Degradação lipídica

No pescado salgado e seco o sal não impede a deterioração

das gorduras que continua independente e paulatinamente podendo ocorrer oxidação e hidrólise (GRECCHI, 1972). O grau de deterioração da gordura depende do teor lipídico, teor de ácidos graxos polinsaturados, temperatura de estocagem e antioxidantes naturais. CASTELL, MACLEAN & MOORE (1965) estudaram a ação do NaCl na oxidação lipídica do pescado e concluíram que o sal acelera a rancidez enquanto que outros autores citados no mesmo trabalho atribuem essa oxidação aos metais pesados presentes como impureza no sal.

Os lipídios oxidados podem causar toxidez e reduzir o valor nutricional do pescado pela reação entre a carbonila vinda da degradação lipídica e o nitrogênio amínico do aminoácido essencial lisina ou o nitrogênio da tiamina (OLCOTT, 1962).

A hidrólise não traz conseqüências nutricionais significativas, porém pode afetar a qualidade culinária, devido à presença de ácidos graxos de baixo peso molecular (LOVERN, 1962).

3.2.3. Contaminação microbiana

O crescimento das bactérias halófilas (microrganismos que proliferam em meios salinos) é um dos maiores problemas que enfrenta a indústria de produtos seco-salgados. Provenientes do sal marinho esses microrganismos são aeróbios obrigatórios, desenvolvendo-se em temperaturas altas, ótima de 37°C, e por isso considerados termófilos (KIZEVETTER *et al.*, 1969). São altamente proteolíticos e provocam colorações vermelhas e alaranjadas sobre a superfície do pescado (GRECCHI, 1972).

Baross (segundo LEITÃO, 1979) propõe a divisão das bactérias halófilas em quatro categorias:

- a) Microrganismos ligeiramente halófilos: crescem otimamente em meios contendo 2 - 5% de sal.

- b) Microrganismos moderadamente halófilos: crescem em meios com 5 - 20% de sal.
- c) Microrganismos extremamente halófilos: crescem em meios com 20 - 30% de sal.
- d) Microrganismos halotolerantes: crescem em meios com concentração de sal maior que 5% bem como naqueles isentos de sal.

Conforme LEITÃO (1979), em produtos ligeiramente salgados (1 - 10% de NaCl) pode ocorrer deterioração devido a microrganismos halotolerantes ou ligeiramente halófilos do gênero *Pseudomonas*, *Micrococcus* e mesmo *Acinetobacter-Moraxella*. Em produtos fortemente salgados (10 - 15% de sal) a deterioração ocorre por microrganismos moderada ou extremamente halófilos, em particular as bactérias do gênero *Halobacterium* (*H. salinarium*, *H. cutirubum*), *Halococcus* (*Sarcina litoralis*, *Sarcina morrhuae*) e alguns membros da família *Micrococcaceae*.

No que se refere a bactérias patogênicas, o mesmo autor cita um estudo feito por MOSSEL dos valores mínimos de atividade de água acima dos quais estes microrganismos são capazes de crescer:

C. botulinum: 0,93 - 0,94

C. perfringes: 0,93

Salmonella: 0,94

Staphylococcus aureus: 0,80.

Essas bactérias poderiam crescer em produtos ligeiramente salgados, como definimos anteriormente, mas não nos fortemente salgados.

Industrialmente, a espécie de fungo *S. expizon* é o mais importante pois cresce em atividade de água (A_A) de até 0,70 e em concentrações de sal de 5 - 15% (SANCHEZ & LAM, 1965; KIZEVETTER

et al., 1969) e são responsáveis pela deterioração "dun" na qual a superfície do peixe se torna recoberta de pequenos pontos de coloração castanha ou preta (LEITÃO, 1979). Métodos de combate às bactérias causadoras de coloração nas carnes dos peixes e processos para a eliminação desses defeitos são descritos por GRECCHI (1972) e GEROMEL & FORSTER (1982).

3.3. Influência da Salga e Secagem sobre o Valor Nutricional do Pescado

Todas as proteínas podem ser hidrolisadas a aminoácidos que por sua vez podem ou não ser essenciais à nutrição humana. Os aminoácidos essenciais para manter um equilíbrio de Nitrogênio no corpo humano adulto são: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (IRWIN & HEGESTED, 1970; DAVIDSON, PASSMORE, BROCK & TRUSWELL, 1975).

O pescado contém proteína de valor nutricional similar à proteína do ovo, carne bovina e leite. O QUADRO 4 apresenta uma comparação do conteúdo dos aminoácidos essenciais desses alimentos e da farinha de trigo baseada em dados encontrados para esses produtos por GUHA (1962) e DAVIDSON *et al.* (1975). De acordo com a monografia "Amino Acid Content of Foods" (FAO, 1970) o escore químico do pescado fresco é 70 e foi adotado pela FAO baseado no teor de triptofano, o primeiro aminoácido limitante. Neste trabalho, o teor médio de triptofano é calculado em 70 mg/g de N ou 1,12 g/16 g de N. Por outro lado, as proteínas do peixe são ricas em lisina e são ótima fonte de complementação para alguns alimentos vegetais que têm a lisina como aminoácido limitante, tais como o trigo, arroz, aveia e centeio (DAVIDSON *et al.*, 1975).

QUADRO 4 - Comparação do conteúdo dos aminoácidos essenciais nos diferentes alimentos (g aminoácidos/ 100 g de proteína).

Aminoácido	Alimento				
	Ovo ^(a)	Leite ^(a)	Carne ^(a) Bovina	Farinha ^(a) de Trigo	Peixe ^(b)
Isoleucina	5,4	4,7	5,3	4,2	5,1
Leucina	8,6	9,5	8,2	7,1	8,5
Lisina	7,0	7,8	8,7	2,0	8,9
Metionina e Cistina	5,7	3,3	3,8	3,1	3,9
Fenilalanina e Tiro- sina	9,3	10,2	7,5	7,9	6,7
Treonina	4,7	4,4	4,3	2,8	4,5
Triptofano	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9
Valina	6,6	6,4	5,5	4,2	5,3

(a) DAVIDSON *et al.*, 1975.

(b) GUHA, 1962.

O PER (Taxa de Eficiência Protéica) para a carne do pescado é igual ou melhor que o valor do PER da caseína (SIDWELL, LAGALLY & AMBROSE, 1974).

Durante a elaboração do pescado salgado e seco podem ocorrer danos nutricionais no pescado. Na limpeza do pescado antes da salga pode ocorrer alguma perda de vitaminas pois as vísceras, em geral ricas nessas substâncias, são descartadas. Durante a salga, com a troca osmótica de água nos tecidos, pode ocorrer perda de certas quantidades de aminoácidos e proteínas solúveis, vitaminas hidrosolúveis e minerais. Nos produtos prontos, podem ocorrer danos nos componentes nutricionais devido à oxidação lipídica, contaminação microbiana e infestação por insetos. Os poucos dados disponíveis mostram que as perdas devido à elaboração do produto salgado e seco tem efeito relativamente pequeno no valor total, inclusive na composição e digestibilidade da proteína. Quanto ao conteúdo de triptofano, encontraram-se valores próximos para o pescado cru, enlatado e salgado seco (KONOSU & MATSURA, 1962). A composição química do bacalhau (*Gadus Callanus*) fresco e salgado-seco pode ser observada no QUADRO (CUTTING, 1962).

Apesar das pequenas perdas de vitaminas, proteínas, gordura e minerais pode-se deduzir que os valores relativos dessas substâncias são aumentados com a secagem, tornando o produto final mais rico percentualmente quando comparado com a matéria-prima. Um outro estudo feito por MUNRO & MORRISON (1965) concluiu que a salga e a defumação não afetam o valor biológico das proteínas.

QUADRO 5 - Composição química do bacalhau (*Gadus callanus*)

Produtos	g/100 g				minerais mg/100g				vitaminas mg/100g				
	H ₂ O	Prot	Gord	Cinza	Ca	P	Fe	I	B1	B2	Ac. Pant	B12	Niac.
Fresco	80,4	18,1	0,3	1,1	20	200	0,6	0,5	50	110	180	0,8	2,0
Salgado e seco	39,5	37,8	1,0	22,2	60	300	1,6	-	-	230	340	3,6	2,4

Fonte: CUTTING, 1962.

B. SOJA

1. A Soja e Subprodutos

1.1. Composição Química

A composição química média do grão de soja é variável e depende principalmente de dois fatores: a variedade e as condições de cultivo. Abaixo citamos valores médios dos constituintes do grão de soja mencionados por vários pesquisadores (SMITH & CIRCLE 1972b; ROHR, s.d., 1972; FAVRE, 1980).

Proteínas: 38 - 43%
Óleo: 18 - 22%
Carboidratos: 22 - 30%
Cinzas: 5%
Saís minerais: 4 - 5%
Fibras: 5 - 6%

A soja é uma importante fonte protéica, sendo o seu conteúdo de proteínas duas vezes superior ao da carne, quatro vezes o dos ovos e trigo e doze vezes o do leite (ROHR, 1972; ZANGELMI, TAGLIO NATO, MANCILLA DIAZ & LANGE, 1982). A composição química do grão e dos produtos derivados da soja pode ser comparada com a da carne bovina no QUADRO 6 dada por SHELEP (1976) e relacionada com uma pesquisa feita em 15 instituições americanas, usando proteína de soja em seus cardápios.

O grande valor nutritivo da soja reside no fato de que suas proteínas são muito semelhantes às proteínas animais e humanas, não só em seu conteúdo de aminoácidos essenciais como também em outros aspectos (PEREIRA & CAMPOS, 1981). Além de terem a mesma qualidade, seu custo é o mais baixo entre todas as proteínas hoje conhecidas (GOLDSCHMIEDT, 1974) conforme se verifica no QUADRO 7 (ROHR, 1972). Isto é explicável pela sua grande produtividade por hectare de terra cultivada e alto teor protéico.

Dos carboidratos da soja e do farelo, o único assimilável é a sacarose (FAVRE, 1980). A rafinose e a estaquiose não têm valor nutritivo pois não são assimiláveis pelo organismo e podem pro

QUADRO 6 - Composição do grão de soja, produtos de soja e carne bovina.

Produto	Umidade (%)	Proteína (a) (%)	Gordura (a) (%)	Carboidratos (a) (%)	Cinzas (a) (%)
Grão de soja maduro e seco	7.0	43.6	17.7	33.2	5.4
Farinha de soja com alto teor de gordura	5.1	44.8	21.0	25.6	4.7
Farinha de soja desengordurada	8.0	54.3	2.2	36.4	7.1
Texturizados de soja	3.0-10.0	45.5-65.0	1.0-1.1	23.7-52.2	1.1-10.3
Análogos de soja	61.2-65.0	54.9-56.0	9.1-26.8	14.2-27.4	4.1-7.4
Carne bovina <i>in natura</i>	60.2-66.6	44.9-60.5	36.8-53.2	0	1.8-2.7
Carne bovina cozida	54.5	52.8-63.1	34.0-44.3	0	2.9

(a) base seca

FONTE: SHELEF, 1976.

duzir no intestino grosso, fermentação com produção de gases (flatulência). As análises de soja integral apresentaram 9,3% de açúcares totais em base seca, sendo 4,5% de sacarose, 1,1% de rafinose e 3,7% de estaquiose (SMITH & CIRCLE, 1972b).

QUADRO 7 - Custo da proteína de várias origens

Fonte protéica	Custo da proteína por kg em US\$
Carne bovina	9.40
Carne de aves	3.30
Leite em pó desnatado	0.90
Farinha de peixe	0.32
Farinha de soja	0.25

Fonte: ROHR, 1972.

Os principais componentes minerais são o Ca (222 mg/100 g) e o Fe (11,5 mg/100 g) segundo dados da FAO citados em ZANGELMI *et al.* (1982).

1.2. Produtos de Soja

A extração do óleo do grão de soja deixa um resíduo, a torta, particularmente rica em proteínas (43 - 51%) e floculada (JOUVE, 1976). Os flocos desengordurados são transformados em partículas ("grits") ou farinha de soja por moagem. Os "grits" são de uma granulação mais grossa (>100 mesh) e a farinha tem uma granulação mais fina (≤100 mesh) sendo que são vários os tipos de farinha existentes no mercado (SMITH & CIRCLE, 1972c; ROHR, s.d.; GOLDSCHMIEDT, 1974; FAVRE, 1980).

JOUVE (1976) divide os produtos de soja em dois grandes grupos: os concentrados e isolados e os texturizados. Os concentrados e isolados são simples extratos resultantes de um tratamento da farinha para concentrar as proteínas resultando produtos com respectivamente 70% e 90% de proteínas. A composição química e os processos para a obtenção desses produtos e suas aplicações são descritos em vários trabalhos (SMITH & CIRCLE, 1972c; GOLDSCHMIEDT, 1974; JOUVE, 1976; MUSTAKAS & SOHNS, 1979; FAVRE, 1980). Os concentrados têm uma vantagem sobre a farinha de soja e os "grits" no fato de que eles são produtos mais refinados. O isolado protéico é o mais funcional desses produtos pois tem propriedades emulsificantes, ligantes e geleificantes contribuindo assim para melhorar as características sensoriais das formulações alimentares (GOLDSCHMIEDT, 1974; CASEY, 1979).

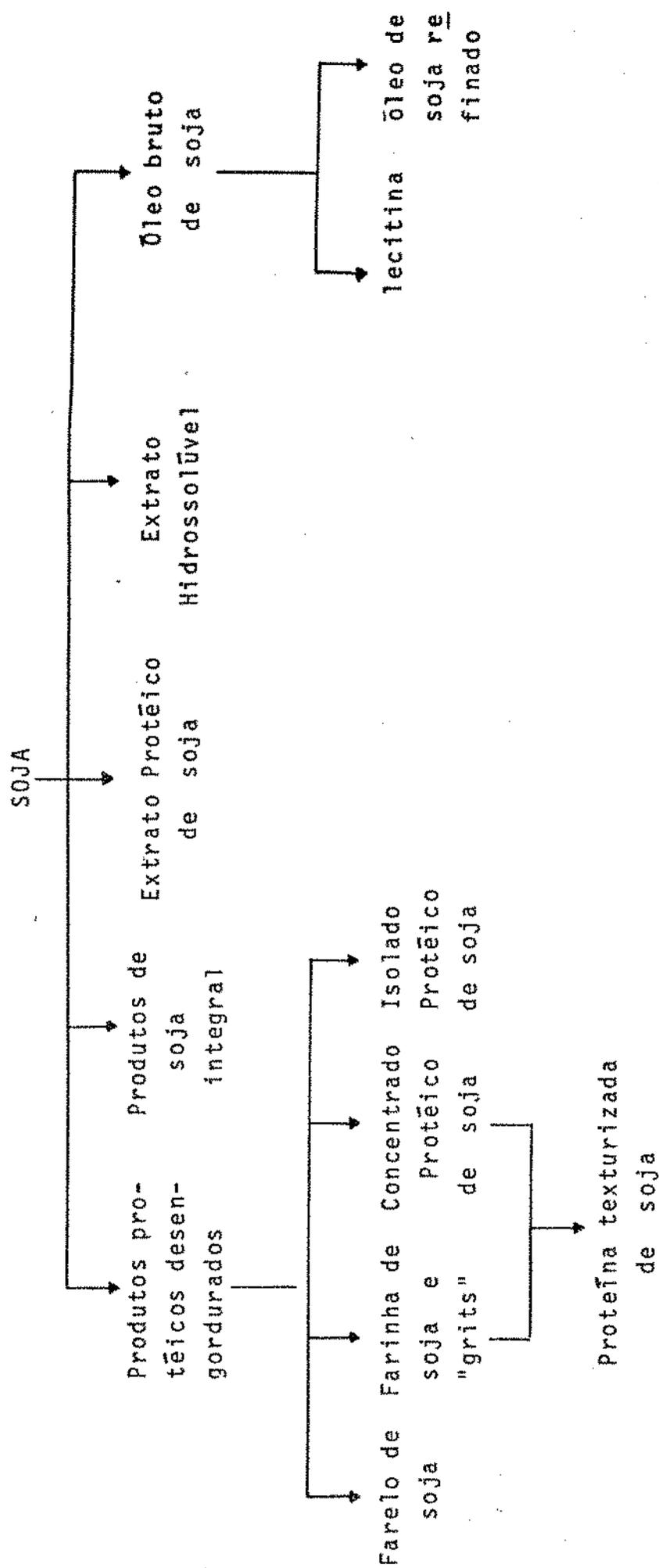
Os produtos texturizados são produtos mais elaborados, obtidos a partir da farinha desengordurada ou de isolados, aos quais um tratamento especial confere uma textura fibrosa semelhante à da carne (SMITH & CIRCLE, 1972c; JOUVE, 1976).

Atualmente, a indústria brasileira passou a utilizar vários produtos da soja, pois a combinação destes com outras matérias-primas, especialmente cereais, forma uma proteína tão boa e completa em aminoácidos, que transforma alimentos essencialmente calóricos em alimentos calórico-protéicos (SMITH & CIRCLE, 1972d; HOPKINS & STEINKE, 1981).

O QUADRO 8 mostra o uso da soja na fabricação de diversos produtos. (ZANGELMI *et al.*, 1982).

Do ponto de vista organoléptico, as proteínas dos produtos de soja são desprovidas de sabor próprio e retêm muito bem o gosto dos ingredientes aos quais elas se juntam (JOUVE, 1976). Outras propriedades que são melhoradas são a elasticidade, coesão, maciez e mastigação (FAVRE, 1980).

QUADRO 8 - Uso da soja na fabricação de vários produtos.



Fonte: ZANGELMI *et al.*, 1982.

Do ponto de vista higiênico, as proteínas de soja são caracterizadas por uma boa qualidade bacteriológica devido à pequena contaminação microbiana das matérias-primas, as condições de tratamento (pH, calor) e pela ausência de toxidez uma vez que os fatores anti-nutricionais podem ser destruídos pelo processamento industrial ou pela cocção doméstica dos alimentos (JOUVE, 1976).

Do ponto de vista funcional, as proteínas dos produtos de soja são capazes de reter várias vezes o seu peso em água, de ligar-se com gorduras e contribuir para a estabilização de emulsões e melhorar a cocção de preparações à base de carne picada (JOUVE, 1976). As propriedades funcionais, de acordo com FAVRE (1980), podem ser classificadas em três grupos:

- a) As propriedades ligadas às interações proteína-água, compreendem a hidratação, solubilidade, viscosidade, entumescimento e poder de espessamento.
- b) As propriedades ligadas às interações proteína-proteína como o poder geleificante, elasticidade, coesão, formação de pasta.
- c) As propriedades surfactantes que compreendem a emulsificação, a formação de filmes, isto é, a redução das tensões nas interfaces óleo-água ou água-ar.

SMITH and CIRCLE (1972c) mencionam vários testes de funcionalidade de produtos de soja, porém observam que a aplicação e resultados dos mesmos só podem ser parcialmente extrapolados pois dependem em última análise, não só do produto protéico, como também dos outros componentes do sistema alimentar que está sendo formulado, determinando variações na performance do produto final.

1.3. Farinha de Soja Desengordurada

No processamento da soja para fins alimentícios, obtêm-

se 72% de farelo com cerca de 50% de proteínas que se for adequadamente processada, poderá se transformar em farinha de soja para uso em alimentos.

A farinha de soja é o produto obtido do processamento de grãos de soja de alta qualidade, limpos, sem defeitos e descascados, com uma base na matéria seca de 40 - 60% de proteína, 3,5% de fibra e quantidade variável de matéria graxa (SMITH & CIRCLE, 1972c; ZANGELMI, *et al.*, 1982). Este produto é mecanicamente peneirado de modo a conter partículas do tamanho de 100 mesh, ou menor. De acordo com os autores, produtos de granulação mais grosseiras ("grits") são classificados em:

grosso: US 10 - 20

médio: US 20 - 40

fino: US 40 - 80

Os seguintes tipos de farinha de soja são normalmente produzidos (SMITH & CIRCLE, 1972c; ROHR, 1972; GOLDSCHMIEDT, 1974; ZANGELMI, *et al.*, 1982):

- Farinha de Soja Desengordurada

Obtida pelos processos convencionais de extração de óleo e contém menos de 1% de óleo residual.

- Farinha de Soja com Baixo Teor de Gordura

Produzida pela remoção parcial do óleo, ou por adição de óleo à farinha desengordurada a um nível de 5 - 6%.

- Farinha de Soja com Alto Teor de Gordura

Produzida por adição de óleo à farinha desengordurada a um nível de 15%.

- Farinha de Soja Lecitinada

Pode ser pobre ou rica em gorduras. Usualmente adicio
na-se lecitina a farinha desengordurada a um nível de 15%.

- Farinha de Soja Integral

Contêm o óleo original da semente, normalmente entre 18-
21%.

A farinha de soja desengordurada tem a composição quími-
ca (em base seca) padronizada em um mínimo de 50% de proteína e
porcentagens máximas de 2, 3,5, 8 e 6,5 respectivamente para gordu
ra, fibra, umidade e cinzas (SMITH & CIRCLE, 1972c).

1.3.1. Processamento

A obtenção da farinha de soja desengordurada é semelhan-
te à obtenção do farelo, diferindo em relação à seleção da matéria
prima que deve ser descascada, isenta de grãos defeituosos e ou-
tros resíduos. As fases para a produção da farinha de soja desen-
gordurada estão na FIGURA 2 (SMITH & CIRCLE, 1972c; ZANGELMI *et al.*,
1982). Após a dessolventização, a fração sólida (resíduo da extra-
ção do óleo) passa por um processo de tratamento térmico, classifi-
cação, moagem, peneiramento e ensacamento. A moagem é feita em
moinhos de rolos ranhurados, intercalados com peneiras que retiram
o produto com a granulometria desejada. O restante volta ou vai pa-
ra outro moinho. Esse processamento é também descrito por MUSTAKAS
& SOHNS (1979) que chamam a atenção para o cuidado que deve ser
dado ao tratamento térmico e para o fato de que o produto final po-
de ser na forma de "grits" ou farinha propriamente dita.

O tratamento com calor leve inativa praticamente todos
os componentes biologicamente ativos, mas retém uma parte substan-

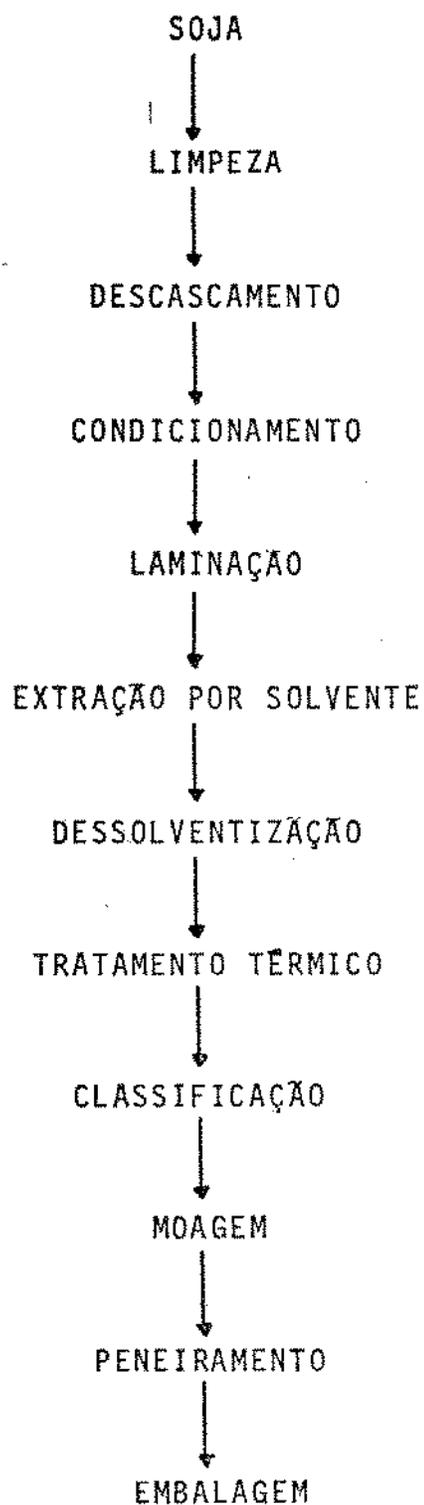


FIGURA 2 - Fluxograma do processamento de farinha de soja desengordurada.

Fonte: SMITH & CIRCLE, 1972.

cial da dispersibilidade das proteínas na água (IDP) que junto com o Índice de Solubilidade do Nitrogênio (ISN) medem o grau de desnaturação protéica. Desta forma, o tratamento com calor úmido a 100°C pode ser mínimo, leve, moderado ou forte, dando respectivamente produtos branco, cozido, tostado e totalmente tostado com ISN nos intervalos de 85 - 90, 40 - 60, 20 - 40 e 10 - 20 (SMITH & CIRCLE, 1972c).

1.3.2. Aplicações

A farinha de soja pode ser utilizada como um item separado na dieta humana, como um ingrediente de alguns pratos, em formulados, como extensores de carne, como matéria-prima para o preparo de concentrados e isolados e como suplementos protéico para cereais e outros alimentos (LEINER, 1977).

Os diversos tipos de farinha de soja desengordurada com diferentes índices de dispersibilidade de proteínas (IDP) tem propriedades características que condicionam o seu uso em determinados tipos de alimentos como se verifica no QUADRO 9.

A farinha de soja tem a vantagem de reter ambas as gorduras e os sucos-da carne (GOLDSCHMIEDT, 1974) e de ser a fonte de proteínas menos onerosa pois é 22 vezes mais barata que a proteína da carne (SHELEF *et al.*, 1976). As suas desvantagens estão principalmente no contato físico na boca e no sabor e por isso o seu uso tem sido um pouco limitado (GOLDSCHMIEDT, 1974). Os "grits" de soja, produto semelhante à farinha em composição é usado como extensor de carnes e também tem as mesmas qualidades porém a desvantagem do contato físico com a boca é menor. Conforme o mesmo autor, ambos têm sido utilizados em uma grande variedade de produtos como alimentos para animais, pastas reestruturadas e produtos para fatiar.

QUADRO 9 - Usos da farinha desengordurada de soja.

Características do produto	Uso Industrial
IDP 90 - 95	Agente branqueador em pão branco.
IDP 70 - 80	Mistura para panificação e biscoitos.
IDP 35 - 45	Refrigerantes. Proteína vegetal hidrolizada. Alimentos para crianças. Produtos farmacêuticos. Processamento de carnes.
IDP 8 - 20	Refrigerantes. Proteína vegetal hidrolizada. Panificação. Rações para pequenos animais. Substitutos do leite animal. Processamento de carnes.

Fonte: ZANGELMI *et al.*, 1982.

1.4. Proteína de Soja Texturizada

Devido ao problema da falta de proteína no mundo e à conjuntura econômica dos últimos anos, tornou-se imperativo explorar todas as fontes protéicas existentes, inclusive a proteína de soja e desenvolver novas técnicas de processamento (WOOD & FRANKLIN, 1974; CASEY, 1979). Vários processos têm sido desenvolvidos nos últimos 25 anos baseados no uso de farinha de soja, concentrados e isolados protéicos para dar boas propriedades texturais à proteína de soja e aumentar o mercado potencial de produtos de soja, tais como a proteína de soja texturizada (BARTZ, 1974; GOLDSCHMIEDT, 1974; JOUVE, 1976; SHELEF & MORTON, 1976; MUSTAKAS & SOHNS, 1979; CAMPBELL, 1981).

1.4.1. Processamento

CAMPBELL (1981) menciona várias técnicas e suas variações, utilizadas no passado por diferentes pesquisadores para a produção de proteína texturizada de soja e postula que os processos atualmente utilizados nos EUA incluem a extrusão termoplástica, a texturização por vapor, o processo de fibrilação e os isolados protéicos estruturados. Cada processo dá características diferentes ao produto final e a matéria-prima utilizada pode também ter um efeito significativo nestas características. As características dos produtos de extrusão termoplástica são os de maior interesse para esta tese pelo que se detalha a seguir.

Neste processo as matérias-primas podem ser a farinha de soja ou o concentrado protéico. A matéria-prima é submetida a altas temperaturas por pouco tempo (processo HTST). O extrusor é utilizado para forçar o material termoplástico através de uma ma

triz que controla o tamanho e forma do material texturizado. A saída do material, a umidade super aquecida contida no produto provoca a expansão do mesmo. O produto expandido é poroso e tem uma estrutura fibrosa semelhante à da carne (SMITH & CIRCLE, 1972c; GOLD SCHMIEDT, 1974; JOUVE, 1976; MUSTAKAS & SOHNS, 1979; WILCK, WAGGLE & KOLAR, 1979; FAVRE, 1980; LYON, 1980; CAMPBELL, 1981). Os produtos extrudados termoplasticamente geralmente são secos até 9 - 10% de umidade para permitir uma boa estocagem (ANDERSSON, 1974; LYON, 1980).

As características de produtos texturizados feitos de três diferentes fontes proteicas são mostrados no QUADRO 10 (CAMPBELL, 1981).

1.4.2. Aplicações

Geralmente os produtos texturizados de farinha de soja são utilizados como extensores de carnes moídas, carnes reestruturadas ou análogos de carne.

CAMPBELL (1981) menciona o uso dos texturizados de farinha como extensores de carne moída em proporções de 15 - 18% (rehidratado) para uma performance ótima de aroma e sabor. Os produtos de concentrado de soja texturizados podem ser utilizados até em níveis de 30 - 50% ou mais, quando rehidratados.

SHELEF *et al.* (1976) observa o uso de 5 - 30% (hidratado) de proteína de soja como extensor de carne triturada embora em algumas escolas americanas tenham sido usados níveis de até 30/70 de soja/carne.

A taxa média de produtos de proteína de soja hidratada para carne bovina não cozida, carne de aves ou peixe apresentada neste estudo é de 22 partes / 78 partes.

QUADRO 10 - Características de produtos de proteína texturizada.

Característica	Produto elaborado com		
	Farinha de Soja	Concentrado de Soja	Isolado de Soja
Sabor e Aroma.	Moderado a forte	Fraco	Fraco
Estável à auto-clavagem.	Sim	Sim	Sim
Desenvolvimento de aroma e sabor na auto-clavagem.	Alto	Baixo	Baixo
Flatulência.	Sim	Não	Não
Forma.	Grânulos ou pedaços	Grânulos ou pedaços	Fibras
Custo (base seca).	Baixo	Baixo	Alto
Nível de hidratação recomendado.	2:1	3:1	4:1
Custo da proteína hidratada.	Baixo	Baixo	Alto
Retenção de gordura.	Moderado	Alto	Moderado
% ótima de uso em extensão de carne (hidratado).	15-20	30-50	35-50

Fonte: CAMPBELL, 1981.

WOOD *et al.*, (1974) relata que em produtos de carne como hamburgers e lingüiças a proteína de soja tem sido usada em níveis de até 25% com menores perdas na cocção. Outros usos mencionados pelo autor incluem sopas enlatadas e desidratadas, produtos vegetarianos, misturas para alimentação animal, recheios de tortas de frutas e produtos de peixe tais como rissoles, aglomerados e empanados de peixe.

MORALES, BOURGES & CAMACHO (1981) estudaram a utilização de vários produtos feitos com PST em programas institucionais no México. Em misturas com cereais os níveis de adição foram desde 8% em "tortilhas" até 60% em purês para bebês. A utilização de PST em produtos de pescado é também mencionada pelo autor. Na mistura protéica de "chorizo" de anchovas a soja contribui com 35% do total da proteína. No caso de hamburgers de sardinha, um produto contendo 36% de proteína de soja, esta foi usada para melhorar a coesão. De acordo com o autor a aceitação destes produtos de pescado foi muito boa.

Para a utilização da proteína texturizada de soja é somente necessária uma hidratação adequada, sendo que em alguns casos (hamburgers e lingüiças, por exemplo) pode-se usar o material seco (WOOD *et al.*, 1974). Uma proporção de duas partes de água para uma de sólidos é sugerida para produtos texturizados por expansão termoplástica por MUSTAKAS & SOHNS (1979). Para o mesmo tipo de produto ANDERSSON (1974) postula que uma hidratação em excesso de água (usualmente 2,5 - 3 vezes o próprio peso) é importante para a formação da textura do produto. Uma proteína bem hidratada tem uma estrutura aberta com alvéolos largos, macia e esponjosa semelhante à carne. Quando a proteína é reidratada em excesso de água, pode-se assumir que a adsorção de água procede-se de acordo com os passos citados por LABUZA *et al.* (1970). Baseados

nestes estudos e no seu experimento, ANDERSSON (1974) sugere um mecanismo para a influência da água sobre as propriedades reológicas da proteína de soja texturizada.

Outros exemplos da utilização de produtos de soja texturizados são citados em SMITH & CIRCLE (1972d), JOUVE (1976), nos trabalhos até aqui mencionados e em muitos outros, principalmente no que diz respeito ao uso desses produtos como extensores ou análogos de carne. As suas vantagens são o baixo custo, boa estabilidade na estocagem e aparência, funcionalidade, aroma e sabor; as suas desvantagens atuais são aparentemente temporárias.

Esses produtos podem suprir as necessidades de várias populações do mundo e acredita-se que o desenvolvimento de produtos de soja texturizada adequados possam ser introduzidos nos alimentos tradicionais bem como serem formulados e consumidos como novos alimentos que aumentarão a gama de produtos de alta qualidade proteica já disponível.

2. Combinação de Farinha de Soja com Outras Fontes Protéicas

Esta revisão tem lidado até agora com as proteínas da soja e carne mas não é nossa intenção ignorar outras fontes proteicas disponíveis.

Na verdade, as proteínas do leite, plasma sanguíneo e uma grande variedade de outras proteínas vegetais se harmonizam bem com a proteína de soja. A combinação de proteínas pode resultar, como já dissemos, em um produto funcionalmente e nutricionalmente melhor que os ingredientes originais separados (HOPKINS & STEINKE 1971; LEINER, 1977; CASEY, 1979).

O uso da farinha de soja para suplementar a proteína de trigo, deficiente em lisina, na confecção de pão é mencionado por

vários autores em LEINER (1977) e mostram que uma mistura de 25/75 de farinha de soja/farina de trigo era adequada para o crescimento de ratos. Observaram também que quando mais de 6% de farinhas de trigo é substituído por farinha de soja, há uma deterioração nas características do pão e que alterações na manipulação da massa devem ser feitas. Dados de estudo experimentais são citados por Leiner para mostrar que a farinha de soja pode ser utilizada para melhorar a qualidade nutricional de qualquer produto contendo farinha de trigo.

O glúten (SIMMONDS, 1976) proteína elástica e coesiva, isolada da farinha de trigo por meio de lavagem com água, tem propriedades reológicas que o fazem único entre as proteínas vegetais. Pesquisas têm sido feitas e patentes registradas no sentido de se usar o glúten na produção de análogos de carne através de texturização ou fibrilação, onde o glúten é o principal componente estrutural. O glúten hidratado forma uma massa coesiva, extensível e elástica capaz de ser transformada em fibras e texturizada. Dois processos básicos de texturização e exemplos de produtos similares à carne bovina, de aves e de caranguejos são mencionados por SIMMONDS (1976) e outros (SMITH & CIRCLE, 1972d; ANON, 1978). Um dos processos (SIMMONDS, 1976) se baseia na expansão da água e ar na massa durante aquecimento. O glúten é misturado com água na proporção de 3:1 partes aproximadamente e a pasta colocada numa forma e aquecida a 195 - 225°C por 5 - 30 minutos. A finalidade do aquecimento é formar uma película na superfície da massa e causar seu crescimento por expansão do vapor d'água e ar. A desnaturação da proteína resulta num bloco de material no qual a estrutura interna se constitui de fibras, membranas e estruturas celulares.

HORAN (1974) descreve também um método de preparo de um produto altamente protéico na forma de grânulos secos usando glúten, farinha de soja desengordurada e albumina do ovo. Os grânulos

são formados pela mistura dos ingredientes com água formando uma massa que é então extrudada através dos orifícios de um extrusor para macarrão. Esse material foi picado em partículas de comprimento determinado e seco para dar os grânulos que após rehidratação apresentaram textura semelhante à de carne.

De acordo com SIMMONDS (1976), as únicas fontes comerciais de proteína vegetal texturizada são o trigo e a soja. Aparentemente os alimentos contêm um ou outro produto, mas raramente uma combinação dos dois. Uma possível substituição de um pelo outro pode ocorrer baseada em preço, qualidade e disponibilidade. Qualidade aparentemente envolve a capacidade de absorção de gordura, sabor, aroma e taxa e grau de hidratação.

3. Aspectos Nutricionais dos Produtos de Soja

A composição de aminoácidos de uma proteína dá uma avaliação aproximada da qualidade nutricional daquela proteína. A composição de aminoácidos de uma proteína pode ser comparada com uma proteína referência como a de ovo, considerada ideal, ou pode ser comparada com os requerimentos de aminoácidos para o crescimento normal de crianças. A composição de aminoácidos do ovo e a composição padrão adotada pela FAO podem ser vistas no QUADRO 11 (LIE-
NER, 1972; JANSEN, 1974; DAVIDSON *et al.*, 1975; LEINER, 1977). De acordo com estes autores, tal comparação revelará o aminoácido que é o mais limitante na proteína teste e a extensão da deficiência deste aminoácido é chamada de escore químico e é definido como:

$$\text{Escore químico} = \frac{\text{mg de aminoácido em 1 g da proteína teste}}{\text{mg de aminoácido em 1 g da proteína referência}} \times 100$$

Desde que Block e Mitchel (FAO/WHO, 1973), usando a proteína do ovo como padrão, observaram existir uma correlação entre os Valores Biológicos e os valores de Escore Químico, este método tem sido muito utilizado. Tomando-se o menor escore químico como base, temos uma primeira aproximação da provável eficiência da proteína teste pela criança. Para os adultos este valor pode estar subestimando a qualidade da proteína uma vez que as suas necessidades de aminoácidos essenciais por grama de proteína são menores (FAO/WHO, 1973). O escore, em teoria, deveria ser calculado para todos os aminoácidos essenciais utilizando-se o menor valor. Na prática se faz o cálculo para a lisina, triptofano e aminoácidos sulfurados pois um destes é sempre o aminoácido limitante em um alimento.

A composição química média de produtos de soja já foi mencionada anteriormente no QUADRO 6.

Todas as proteínas vegetais quando comparadas com proteínas animais de elevado valor biológico têm um ou mais aminoácidos limitantes. Para o trigo e o milho, o aminoácido limitante é a lisina. Para a soja e seus produtos, é a metionina e a cistina. A farinha de soja e os concentrados são excelentes fontes nutricionais *per se*. (GOLDSCHMIEDT, 1974; LEINER, 1977). Contudo, com suplementação de metionina esses produtos podem ser muito melhorados (GOLDSCHMIEDT, 1974; SHELEF *et al.*, 1976).

De um modo geral a composição em aminoácidos essenciais dos produtos de soja é equilibrada e semelhante ou superior à da carne (JOUVE, 1976), com exceção da lisina e metionina, como verificamos no QUADRO 12, referente à uma pesquisa feita em instituições americanas (SHELEF *et al.*, 1976). De acordo com Shelef, a deficiência em metionina é evidente e o teor médio nos produtos de soja (1,3 g/16 g N) é comparável ao do trigo (1,5) e menor que o da carne (2,5). Por outro lado, o teor médio de lisina dos produ-

QUADRO 11 - Conteúdo de aminoácidos essenciais do ovo e da referência padrão de proteína adotada pela FAO/WHO (g de aminoácido/100 g de proteína).

Aminoácidos Essenciais	Proteína Padrão WHO (a)	Ovo (b)
Lisina	5,5	7,0
Metionina + Cistina	3,5	5,7
Leucina	7,0	8,6
Isoleucina	4,0	5,4
Treonina	4,0	4,7
Valina	5,0	6,6
Fenilalanina + Tirosina	6,0	9,3
Triptofano	1,0	1,7

(a) FAO/WHO, 1973.

(b) DAVIDSON *et al.*, 1975.

tos de soja (6,1 g/16g N) é consideravelmente maior que o teor no trigo (2,7) e muito aproximado do da carne (8,7).

LEINER (1977) nos dá, no QUADRO 13, a composição em aminoácidos para a farinha de soja desengordurada e outros produtos para ajudar nesta comparação. O alto teor de lisina é um dos grandes atributos da proteína de soja. De acordo com o autor, os valores do escore químico variam com o tipo de produto e o padrão de referência, mas valores médios estão na faixa de 60 - 70 .

QUADRO 12 - Conteúdo de aminoácidos essenciais (g/16 g de N) em produtos de soja, carne bovina e trigo.^a

	Farinha de Soja Desengordurada	Concentrado de Soja	Isolado de Soja	Texturizados de Soja		Análogos de Soja		Carne Bovina	Trigo ^a
				I	II	I	II		
Isoleucina	4,6	4,9	5,0	3,7	4,7	3,3	4,2	5,2	4,3
Leucina	7,7	8,0	7,9	7,6	7,8	5,1	8,8	8,2	6,7
Lisina	6,7	6,6	6,3	6,8	6,1	3,2	7,2	8,7	2,7
Metionina	1,3	1,3	1,1	1,5	1,1	0,9	2,2	2,5	1,5
Cistina	1,2	1,6	1,0	1,5	0,8	1,0	1,1	1,3	2,2
Fenilalanina	5,4	5,3	5,5	5,2	5,0	4,0	5,2	4,1	4,9
Tirosina	3,6	3,7	3,8	-	3,1	3,1	4,2	3,4	3,7
Treonina	4,0	4,3	3,7	4,1	4,2	2,5	3,9	4,4	2,9
Triptofano	1,4	1,4	1,3	0,4	0,7	-	-	1,2	1,2
Valina	5,1	5,0	5,2	3,9	5,0	3,2	4,1	5,5	4,6

^a Hard red winter, 12,3% protein

Fonte: SHELEF et al., 1976.

QUADRO 13 - Composição de aminoácidos essenciais de vários produtos de soja.

Fonte da Proteína de Soja	Conteúdo de Proteína ^b (%)	Aminoácidos essenciais ^a (g/16gN)											
		Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Met+ Cys	Phe	Tyr	Phe+ Tyr	Thr	Trp	Val
Grãos de soja inteiros	34,3	4,2	7,4	6,4	1,1	-	2,3	4,5	-	-	3,6	1,7	4,3
Farinha de soja de alto teor de gordura	46,6	4,8	7,8	6,5	1,4	1,6	3,0	5,1	3,9	9,0	4,2	-	5,0
Farinha de soja desengordurada	59,0	4,6	7,7	6,2	1,3	1,2	2,5	5,3	-	-	4,2	1,4	4,9
Concentrado	71,0	4,9	8,0	6,6	1,3	1,6	2,9	5,3	3,7	9,1	4,3	1,4	5,0
Isolado	96,0	4,6	7,6	5,4	1,2	0,8	2,0	5,5	3,6	9,1	3,5	-	4,0
Análogo de carne texturizado	56,0	3,3	5,1	3,2	0,9	1,0	1,9	4,0	3,1	7,1	2,5	-	3,2

^a Abreviações usadas: Ile - isoleucina; Leu - leucina; Lys - lisina; Met - metionina; Cys - cistina; Phe - fenilalanina; Tyr - tirosina; Thr - treonina; Trp - triptofano; Val - valina.

^b Em base seca.

Fonte: LEINER, 1977.

Embora o perfil de aminoácidos e conseqüentemente o escore químico calculado com base nele seja um índice valioso para estimar o valor nutricional de um produto, ele não leva em conta fatores que podem alterar a disponibilidade fisiológica de um aminoácido, tais como a digestibilidade da proteína e outros (LEINER, 1977). Essa performance mais exata da proteína no organismo animal pode ser avaliada através de índices como o PER (Taxa de Eficiência Protéica), o BV (Valor Biológico), NPR (Taxa de Eficiência Protéica Líquida), NPU (Utilização Líquida de Proteína) e outros, baseados no crescimento de ratos em condições padronizadas. Estes dados, tendo-se em mente as diferenças existentes, podem ser extrapolados para seres humanos (JANSEN, 1974).

O PER é simplesmente uma maneira de reportar o ganho de peso de um animal (rato) em crescimento por unidade de proteína ingerida (JANSEN, 1974; GOLDSCHMIEDT, 1974). Um PER igual a 2 significa que o peso médio ganho foi de 2 g por cada grama de proteína consumida. Portanto, o PER pode ser uma medida para comparar os valores nutricionais de várias proteínas em ratos em crescimento. O PER = 2,5 é usado como valor de referência (padrão) para a caseína.

Os vários usos da farinha de soja já mencionados são exemplificados por experimentos de vários autores citados por LEINER (1977). Segundo MUSTAKAS, GRIFFIN, ALLEN & SMITH (1964) e BOOKWALTER, MUSTAKAS, KWOLEK, MCGHEE & ALBRECHT (1971), a farinha de soja com gordura preparada por extrusão tem igual valor nutritivo que as farinhas de soja comerciais com gordura e desengorduradas propriamente tratadas com calor (aquecidas).

É importante lembrar o fato de que qualquer aminoácido que possa ser limitante em uma outra proteína esteja em excesso na proteína de soja o que quer dizer que é possível combinar-se proteínas de diferentes fontes para fazer uma mistura nutricionalmente melhor.

Como a soja é rica em lisina, é uma fonte excelente para melhorar as proteínas vegetais deficientes neste aminoácido como o trigo (LEINER, 1977). A inclusão da farinha de soja na farinha de trigo para o fabrico de pão produziu sempre aumentos de PER, cujo valor máximo foi obtido com 75% de proteína de soja e 25% de proteína de farinha de trigo.

Nas pesquisas citadas por MORALES *et al.* (1981), a mistura protéica de "chorizo" de anchovas, a inclusão de soja dá um produto de maior qualidade porque as anchovas são deficientes em triptofano. Foi alcançado um NPU de 85% em relação ao da caseína. No caso de hamburgers de sardinha e soja texturizada, o NPU foi de 80% em relação à caseína.

Do ponto de vista nutricional, três são os fatores anti-nutricionais importantes que podem interferir negativamente no organismo:

- a) Ação anti-tripsina.
- b) Hemaglutinina.
- c) Lisinoalanina.

A ação anti-tripsina impede a utilização completa das proteínas da soja pelo organismo. O seu responsável é um composto protéico, tipo globulina, que se complexa com a enzima tripsina impedindo assim a sua ação proteolítica, ou seja a digestão das proteínas pelo organismo (LIENER, 1972; ROHR, 1972; ZANGELMI *et al.*, 1972). A ação anti-tripsina é evidente apenas no estado nativo, podendo ser inibida pelo calor, ácido ou alcali, resultando no aumento nutricional da soja (KUNITZ, 1945; RACKIS, MCGHEE, HONIG & BOOTH, 1975).

A hemaglutinina é uma albumina solúvel em água que causa a aglutinação dos glóbulos vermelhos (LIENER & PALLANSCH, 1952; ROHR, 1972; ZANGELMI *et al.*, 1982). Existem poucos estudos sobre a possível significância nutricional das hemaglutininas da soja; porém,

LEINER (1977) observa que produtos de soja texturizados e fermentados são essencialmente livres deste problema.

MORALES *et al.* (1981) reforça o fato de que esses dois fatores são termo sensíveis e podem ser inativados por tratamentos térmicos apesar de que o calor excessivo (LEINER, 1977) pode danificar a qualidade nutricional das proteínas.

Segundo FAVRE (1980) e LEINER (1977) a presença de lisinoalanina, fator antinutricional termo-estável, em alguns derivados da soja não deve ser considerada um problema sério para o homem. Este complexo é formado pelo tratamento alcalino dado à proteína de soja na obtenção de isolados. Aparentemente a lisinoalanina forma ligações peptídicas com as proteínas, que não são atacadas por enzimas intestinais, sendo eliminadas do organismo e consequentemente não produzindo efeitos tóxicos.

Todos os estudos feitos extensivamente com carnes e cereais mostram que os produtos texturizados de soja são aceitos como uma das principais fontes de proteína na dieta humana e que são nutricionalmente recomendáveis. O maior problema aparentemente reside na aceitação ou não desses produtos pelos consumidores, arraigados a hábitos de alimentação tradicionais. Daí, a forte tendência existente de fazer com que os produtos usando soja texturizada se assemelhem o mais possível com os produtos tradicionais. Acredita-se que todos esses estudos, feitos na maioria com carne, possam ser extrapolados para a utilização de proteína de soja texturizada como extensores ou análogos de pescado.

C. NOVAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA PESQUEIRA E O USO DE PESCADO EM SISTEMAS PROTÉICOS MISTOS

O pescado é um dos mais eficientes conversores de alimentos, apresentando uma taxa de conversão de 1,5 : 1,0 kg de alimento consumido/kg de carne (ROSINVALLI, 1976). Isto sugere que a sua utilização na alimentação humana poderá ser aumentada através da criação em cativeiro. Contudo, a situação atual é crítica e existem tecnologias que neste ínterim, podem ser aplicadas para maximizar a utilização das capturas. O mesmo autor relata vários processos tecnológicos para otimizar a utilização do pescado e crustáceos tais como diversos usos de carne triturada, processos de salga rápida e recuperação mecânica de carne de peixe.

BURGESS (1979) menciona vários usos de carne triturada para o aproveitamento de peixes pequenos e acredita na possibilidade de utilização dessa matéria-prima desde que o produto final, através de tecnologia adequada, apresente características similares às dos produtos normalmente aceitos pelo consumidor. Outros autores (WAGGLE, DECKER & KOLAR, 1981) também concordam com esta idéia em relação à reformulação de produtos tradicionais. BURGESS (1979) postula que pode-se preparar produtos com boas propriedades texturais, capacidade de retenção de água e emulsificação para serem utilizados como extensores de carne e de peixe. O mesmo autor menciona a idéia de fibrilar proteínas de peixe e reestruturá-las em pedaços de carne com textura característica de músculo marinho.

Outras proteínas também podem ser fibriladas: a Nisshin Flour Milling Co., Ltd., Tokio, Japão, desenvolveu um processo para fibrilar o glúten do trigo em um análogo de carne de caranguejo. O análogo é produzido através da mistura de um agente redutor e um agente espumante com proteína de glúten. O material é, então, aque

cido até a gelificação (WATANABE, EBINE & OKADA, 1972; ANON, 1978).

O uso de produtos de soja em alimentos é frequentemente devido a alguma melhora em propriedades como textura, capacidade de ligação de água e gordura, poder emulsificante, geleificante e espumante (TRAVAGLINI & VITTI, 1981). O produto de soja é usado ou por uma dessas qualidades únicas conhecidas como propriedades funcionais ou porque ela pode melhorar a qualidade do alimento a um preço menor que qualquer outro ingrediente (HOPKINS & STEINKE, 1981). Estes autores observam que a proteína de soja pode ser introduzida em sistemas alimentares de proteínas animais para suplementar a proteína animal, e que isto serve para aumentar a disponibilidade desta proteína às populações carentes. Estudos nutricionais têm demonstrado que a mistura de proteína de soja com carne ou peixe são de qualidade biológica similar às daquelas da carne ou pescado quando administrados puros.

WAGGLE *et al.* (1981) define duas categorias básicas de utilização de proteína de soja em produtos comerciais, capazes de exercer as mesmas funções da proteína animal:

- a) em alimentos tradicionais.
- b) em novos alimentos.

O sucesso da proteína de soja em alimentos tradicionais se baseia na reformulação dos produtos de modo a manter a qualidade do produto original. Em novos alimentos, onde os padrões de qualidade podem ainda não estar estabelecidos, os produtos de soja podem contribuir para a melhoria da aparência geral do produto.

Os mesmos autores (WAGGLE *et al.*, 1981) citam que os produtos de pescado em pasta, desenvolvidos no Japão, são um exemplo da versatilidade das combinações de soja e pescado. Proteína texturizada de trigo e soja são ingredientes muito utilizados em produtos cárneos e de pescado no mercado japonês, haja visto que 20.000 t de

grãos de soja são consumidos por ano para tal propósito. Fora do Japão, os produtos de soja estão sendo pouco usados em alimentos marinhos tradicionais, mas sim em novos produtos. SOO, SANDER & DOUGLAS (1978) usaram a proteína de soja para melhorar a elasticidade de pastel de camarão. BELLO & PIGOTT (1979) usaram a fibra da proteína de soja para ligar e melhorar as propriedades de rehidratação de um produto de peixe seco a ser usado em países em desenvolvimento. Entretanto, as aplicações com pescado são menos frequentes que com carne.

STEINKE, PRESCHER & HOPKINS (1980) demonstraram com um estudo em ratos que o PER de misturas de 50 : 50 de proteína animal e proteína isolada de soja era comparável ao PER da caseína. HOPKINS *et al.* (1981) citam um estudo de INOUE e colaboradores que provam que uma mistura de 50 : 50 de pasta de peixe e proteína isolada de soja foi tão efetiva quanto a administração de proteína de peixe pura ou isolado de proteína de soja pura, para satisfazer os requerimentos de nitrogênio de seres humanos.

Os produtos de soja podem ser utilizados também em sistemas mistos de proteínas com proteínas vegetais para complementar aminoácidos (SMITH & CIRCLE, 1972a). Vários estudos feitos com seres humanos (HOPKINS & STEINKE, 1981) têm demonstrado a utilidade de produtos de soja em uma variedade de alimentos que servem como fonte principal de proteínas para bebês e crianças.

VAN DENOVER (1977) desenvolveu nos Estados Unidos um processo de fabricação de filês de peixe usando uma combinação de Ardex 700 F e TVP/2. Ambos os produtos são concentrados proteicos de soja com reduzido teor de carboidratos. Ardex 700 F é um material em pó que absorve 3 a 4 vezes o seu peso em água e TVP/2 é uma partícula texturizada e triturada que contribui com boas propriedades texturais e capacidade de absorção de água. Um painel de

consumidores classificou o produto como de propriedades iguais ao filê de peixe sem soja em termos de sabor, aroma, textura e suculencia. Provou-se que o filê com soja tinha uma textura mais típica de peixe que o controle. Em resumo, o uso da proteína de soja pode estender o material *in natura* em 30%, reduzir custos em 20% e melhorar as propriedades de coesão das proteínas e capacidade de retenção de água do produto.

Em MOORE (1980) sugere-se que a alteração da proteína de soja através de métodos físicos ou mecânicos, ao invés de tratamentos químicos, é a chave para a produção de produtos de soja mais baratos, nutritivos e organolepticamente superiores aos existentes. Segundo o autor, alguns projetos têm sido desenvolvidos nesse sentido para melhorar a utilização da proteína de soja em análogos de carne e peixe. A CRS Food Service and Supply Co. produziu análogos com aroma e sabor similares ao natural através de um sistema de co-extrusão de alimentos naturais com farinha de soja. A General Foods (EUA) investiga a texturização de proteínas através de alinhamento por congelamento e a General Foods do Canadá desenvolveu um novo isolado proteico usando propriedades iônicas e hidrofóbicas. Uma modificação ao processo desenvolvido pela General Foods (EUA) é descrito pelo autor para a produção de análogos de peixe. De acordo com Cater (MOORE, 1980) o desenvolvimento futuro dos processos provavelmente focalizar-se-ã na desodorização dos produtos de soja (particularmente a farinha de soja) para produzir produtos de aroma suave juntamente com uma série aceitável de análogos de carne e misturas de carne e soja. Esforços também deverão ser desenvolvidos no sentido de se elevar o PER dos produtos de soja para 2,5 de modo a que sejam aceitos como fonte de proteínas em merendas escolares.

Na Universidade de Guelph, Canadá, foram produzidos co-extrudados de proteína de soja e peixe através de extrusão térmica

(MURRAY, STANLEY & GILL, 1980). A influência da origem e nível de proteína e as variáveis do processamento foram investigados e demonstrou-se o seguinte:

- a textura dos co-extrudados dependia fortemente da relação entre proteína e água e entre proteína vegetal e proteína de peixe.
- a textura foi melhorada pela adição do peixe, o qual também reduziu a temperatura requerida para ótima texturização.
- a adição de peixe também aumentou o nível de aminoácidos essenciais.
- o uso desses co-extrudados foi testado em uma formulação e não reduziu os valores (instrumentais) para a textura, quando comparados com um produto sem esse ingrediente.

Baseado no que foi dito até aqui, parece-nos importante reconhecer que certos produtos de soja (como por exemplo a farinha) exercem funções específicas como a formação de textura, gelatinização, retenção de água e de gordura e emulsificação em produtos de pescado com eles produzidos. Apesar de possíveis limitações da tecnologia da proteína de soja, essas vantagens permitem esperar uma maior expansão dos produtos alimentícios contendo produtos de soja e músculo de pescado.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A. MATERIAIS

1. Matérias-Primas

1.1. Farinha de Trigo

50 kg de farinha de trigo especial foram fornecidos por uma indústria local, acondicionada em sacos plásticos e armazenada em local seco e ventilado para uso durante a pesquisa.

1.2. Farinha de Soja Desengordurada

25 kg de farinha de soja desengordurada e inativada foram adquiridos de uma indústria do ramo de São Paulo e também acondicionados e armazenados como o trigo.

1.3. Pescado

Um lote de 20 kg de Merluza (*Merluccius hubbsi*) foi adquirido no CEAGESP de São Paulo onde se encontrava em condições habituais de comercialização, isto é, dentro de caixas plásticas e cobertas por uma camada de gelo picado. Este lote de pescado foi salgado, prensado e triturado conforme descrição posterior, armazenado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração para utilização durante o trabalho.

1.4. Outros Ingredientes

Fermentos biológicos e químicos, gordura vegetal hidrogenada, ovos, condimentos e outros ingredientes foram adquiridos no mercado local.

2. Reagentes Analíticos

Metanol p.a. Merck.

Clorofórmio p.a. Merck.

Ácido sulfúrico concentrado p.a. Merck.

Ácido bórico p.a. Merck.

Sulfato de cobre p.a. Merck

Sulfato de sódio p.a. Grupo Química

Ferrocianeto de potássio p.a. Merck.

Acetato de zinco p.a. Merck.

Nitrato de prata p.a. Merck.

Cromato de potássio p.a. Merck.

Hidróxido de sódio p.a. Merck.

Ácido clorídrico p.a. Merck.

Indicador vermelho de metila.

Indicador verde de bromocresol.

Tampão citrato de sódio Beckman pH 4,12; 0,4N.

Tampão citrato de sódio Beckman pH 3,25; 0,2N.

Tampão citrato de sódio Beckman pH 6,4; 1N.

Reagente ninidrina Beckman.

3. Meios de Culturas

Meio de Agar para Contagem de Placas (Plate Count Agar).

Meio de Agar Batata Dextrose Acidificado (Acidified Potato Dextrose Agar).

Caldo de Lauril Triptose (Lauryl Tryptose Broth).

Esses meios foram preparados de acordo com os procedimentos citados em SPECK (1976).

4. Aparelhos e Equipamentos

Geladeira e fogão de uso doméstico.

Prensa Manual.

Picador de carne (Cutter) marca Herman.

Digestor e Distilador de Nitrogênio.

Analizador de Aminoácidos Beckman 119 CL.

Aparelho para Medição de Volume Específico (FIGURA 3).

Sistema para Medição de Ganho de Água na Rehidratação.

Sistema para Medição de Resistência à Desintegração.

Estufa Fanem com circulação forçada de ar.

Mufla, estufas, balanças técnica e analítica, e outros equipamentos de uso comum nos laboratórios.

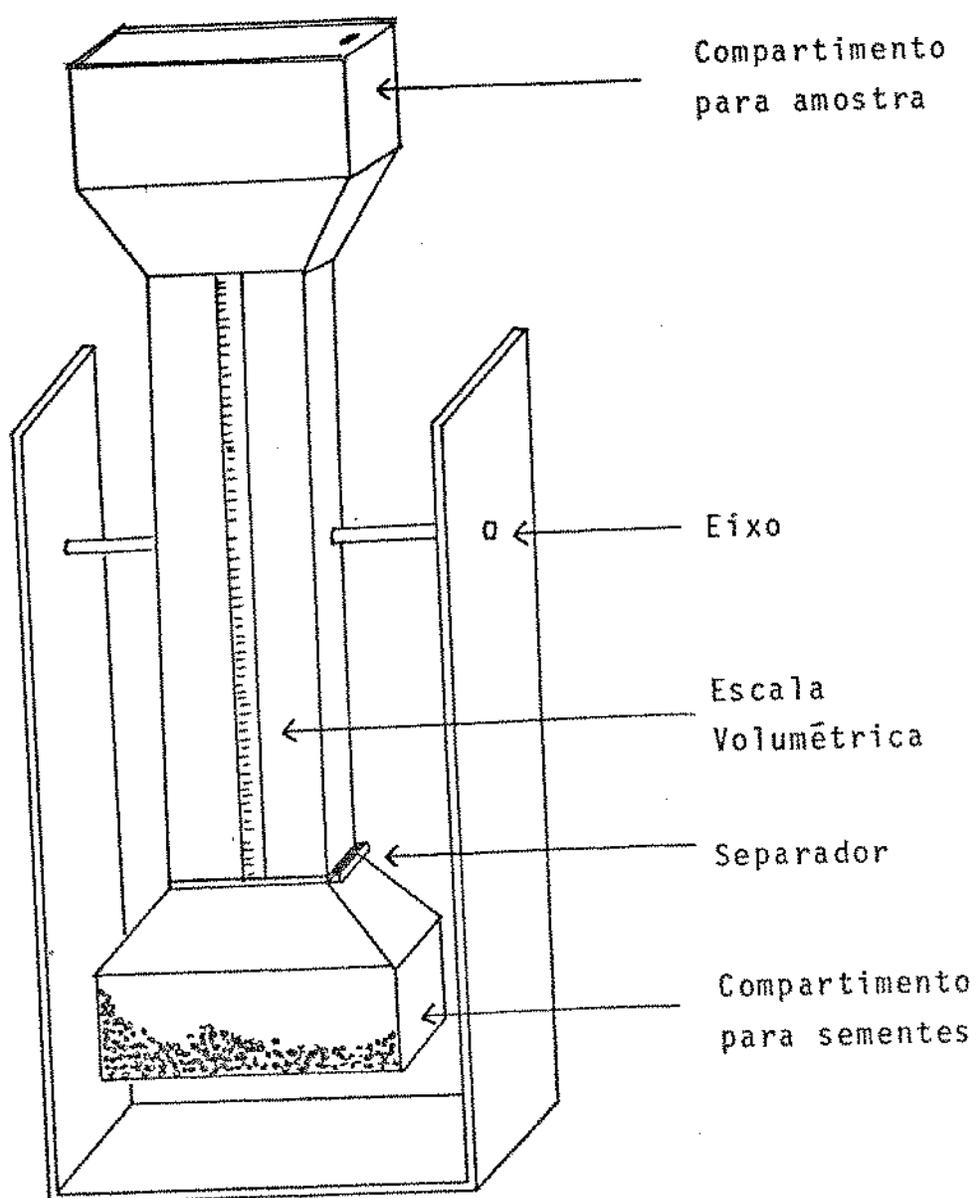


FIGURA 3 - Aparelho para Medição de Volume Específico

B. MÉTODOS E PROCESSAMENTOS

1. Preparo do Pescado Salgado

1.1. Filetagem

O pescado refrigerado foi lavado externamente e descamado. Após a remoção da cabeça, cauda e nadadeiras, o pescado foi eviscerado manualmente, lavado e espalmado, ou seja, aberto ao longo da cavidade abdominal. A pele e a coluna vertebral foram mantidas durante a salga.

1.2. Salga

Foram processados 20 kg de Merluza sendo o peso total reduzido a 11 kg, após limpeza e filetagem (rendimento de 55%). O peixe foi salgado pelo processo de salga mista na proporção de 30% de Cloreto de Sódio em relação ao peso da matéria-prima, sendo esta acondicionada em cubas de polietileno à temperatura ambiente durante nove dias. Depois de salgado, o lote de peixe foi submetido à prensagem.

1.3. Prensagem, Trituração e Armazenagem

Após a salga, o pescado foi submetido à uma prensagem em prensa manual para se retirar o excesso de água e, em seguida, retirou-se a coluna vertebral, pele e outras partes ósseas restantes, para então submetê-los à trituração por dois minutos em picador de carne (cutter) obtendo-se um material com as características das FIGURAS 4a e 4b. O material triturado foi armazenado em sacos plásticos e conservado sob refrigeração para uso durante a pesquisa.

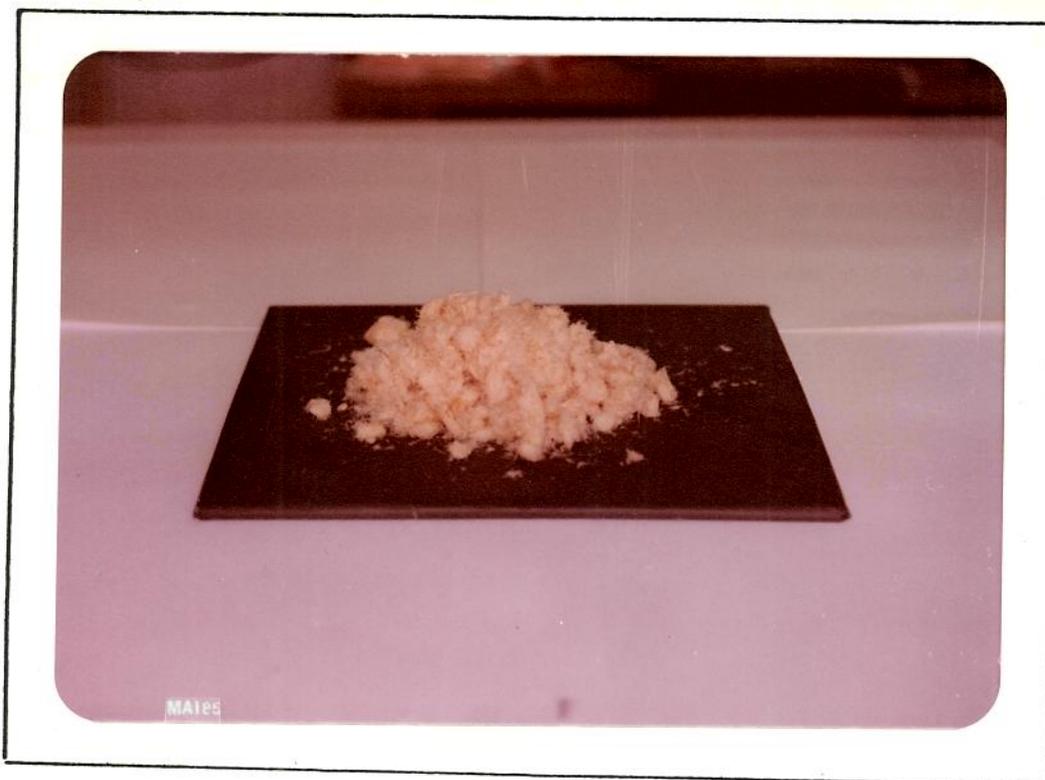


FIGURA 4a - Pescado Salgado e Triturado (Merluza) utilizado na Formulação de Bolinho de Peixe.

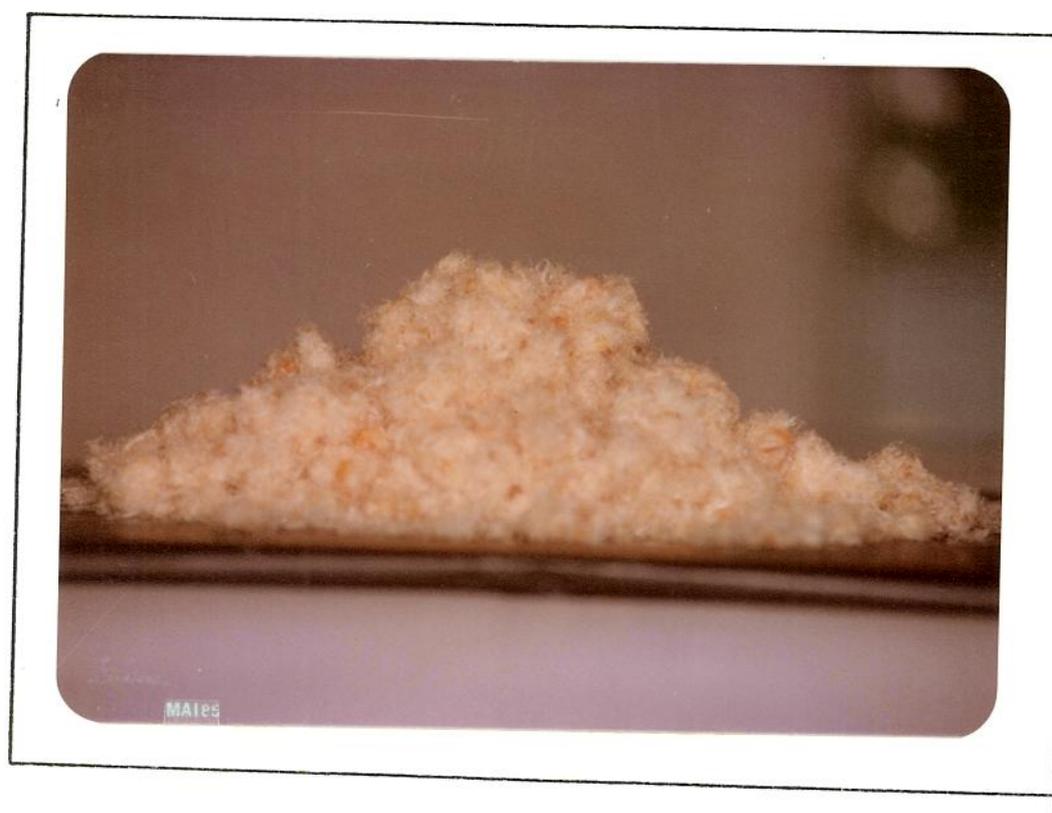


FIGURA 4b - Pescado Salgado e Triturado (Merluza) Utilizado na Formulação de Bolinhos de Peixe.

2. Obtenção dos Produtos Texturizados, Denominados "Bases Protéicas"

Um dos objetivos do presente trabalho consistiu na elaboração de um produto que tivesse alguma semelhança com a proteína vegetal texturizada, mas que pudesse ser produzido por um processo mais simples e menos dispendioso que os processos usuais já citados na revisão bibliográfica. A base similar de proteína vegetal texturizada que doravante passamos a chamar simplesmente "base protéica" foi produzida combinando-se farinha de trigo, farinha de soja desengordurada, fermentos e outros ingredientes pelo processo descrito abaixo.

O Fluxograma da FIGURA 5 mostra a seqüência de operações que serviram de orientação para definir as melhores condições de processamento das bases protéicas. Foram testadas as seguintes combinações entre a farinha de soja desengordurada e a farinha de trigo respectivamente:

Base protéica A - 1 : 1

Base protéica B - 0,75 : 1

Base protéica C - 0,5 : 1

Base protéica D - 0,25 : 1

2.1. Pesagem e Mistura das Matérias-Primas

Foram pesadas farinha de soja desengordurada e farinha de trigo nas proporções acima mencionadas para se obter 150 g de mistura total, aproximadamente.

Para a fermentação biológica foram testadas as seguintes proporções das matérias-primas:

a) Fermento biológico comercial: 6%.

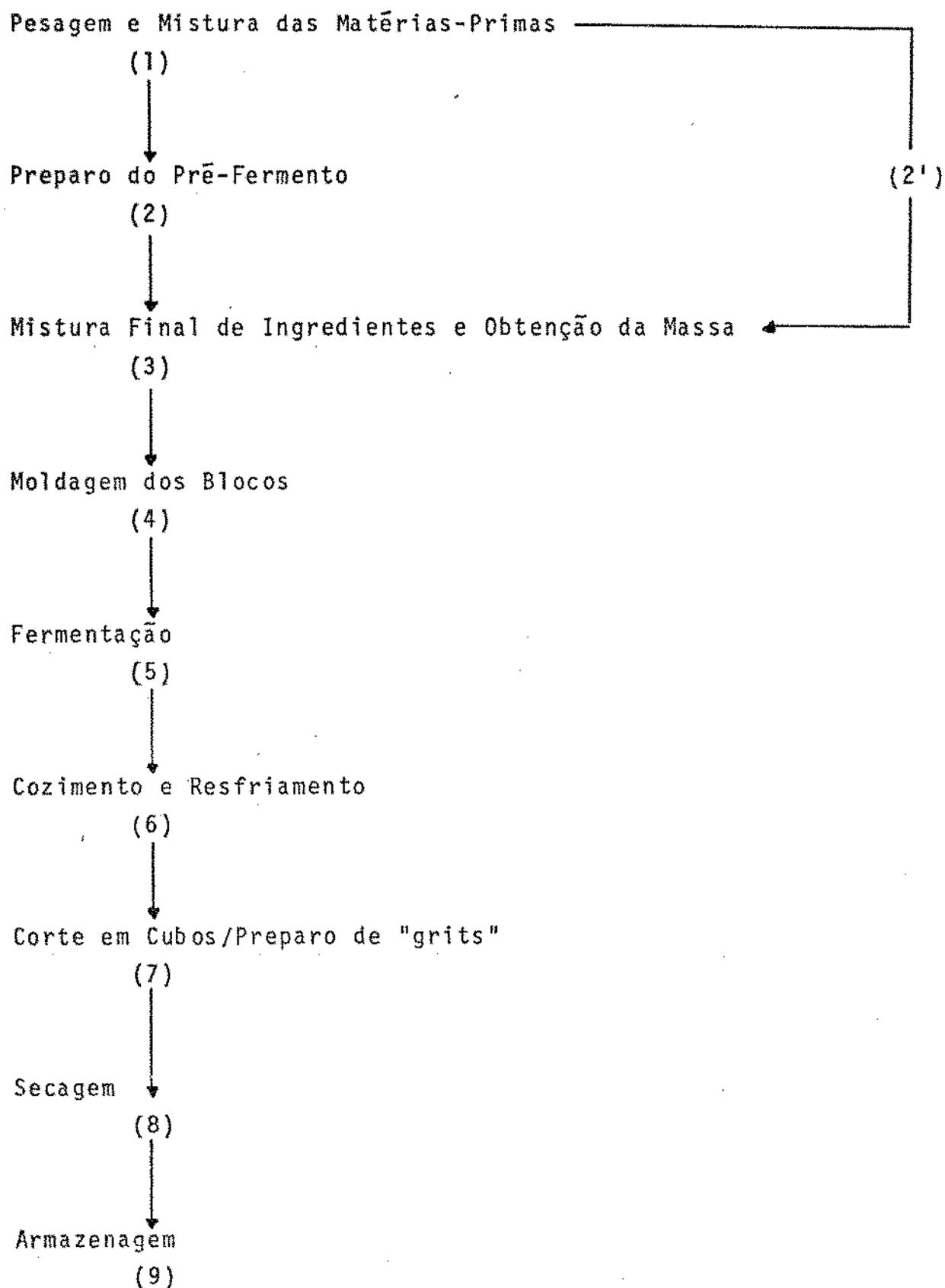


FIGURA 5 - Fluxograma da Elaboração das Bases Protêicas através de Fermentação Química e Biológica.

b) Açúcar: 3% e 5%.

c) Gordura Vegetal Hidrogenada: 5%.

Para a fermentação química foram testadas as seguintes proporções de fermentos químicos:

a) Fermento químico comercial: 0,25%, 0,5%, 3% e 6%.

b) Bicarbonato de Amônia: 0,5%.

c) Cremor Tártaro: 2%.

Todos os ingredientes foram calculados com base nas 150g da mistura e acrescentados à ela.

2.2. Preparo do Prê-Fermento

Para a fermentação biológica foi testada a pré-fermentação com a farinha de trigo e com a farinha de soja desengordurada, para as quatro bases protéicas A,B,C e D. A pré-fermentação da farinha de soja desengordurada foi uma opção descartada logo de início pois não apresentou resultados encorajadores quando comparada com a pré-fermentação da farinha de trigo.

A pré-fermentação biológica foi feita utilizando-se 1/4 do peso total das farinhas, 1/3 do peso total do açúcar, e o peso total do fermento biológico. Esses ingredientes foram misturados, agregando-se uma parte de água destilada (40 - 50 mL). A mistura foi deixada em repouso por vinte minutos à temperatura ambiente.

No caso da fermentação química, as matérias-primas são misturadas de uma só vez e se passa automaticamente para a etapa (3) do Fluxograma da FIGURA 5.

2.3. Mistura Final de Ingredientes e Obtenção da Massa

Ao pré-fermento foram adicionadas as quantidades restantes

das matérias-primas pesadas em 2.1. e a água restante. A água foi novamente adicionada vagarosamente até que com a mistura e amassamento se obtivesse uma massa de consistência similar à do pão comum. O Volume total de água utilizada (90 mL - 105 mL) foi anotado para controle. Nos casos onde se testou a utilização de gordura vegetal hidrogenada, a adição da mesma foi feita nesta etapa do processamento.

O amassamento foi feito manualmente, padronizando-se a manipulação da massa e os tempos (7 - 10 minutos).

2.4. Moldagem dos Blocos

As massas prontas foram acomodadas em formas de alumínio retangulares medindo 14 x 7 x 4,2 cm (comprimento x largura x altura) e fermentadas.

2.5. Fermentação

Levada a efeito em fermentador industrial à uma temperatura de 28 - 30°C e umidade relativa de 85 - 90% durante 45 minutos.

2.6. Cozimento e Resfriamento

O cozimento foi feito em forno doméstico à uma temperatura de 200 - 210°C durante 15 - 25 minutos. Durante o mesmo manteve-se no forno uma bandeja com água para evitar a formação de crosta. Após a cocção as massas foram resfriadas à temperatura ambiente por uma hora. A aparência e textura dos blocos pesando 215 - 230 g cada podem ser apreciadas na FIGURA 6.



FIGURA 6 - Blocos de Bases Protêicas após Cozimento e Refriamento.

2.7. Corte em Cubos / Preparo de "Grits"

Os blocos foram fatiados e recortados em partículas retangulares de aproximadamente 1,5 x 1,5 x 1,0 cm (comprimento x largura x altura) para serem submetidos à secagem. O preparo de "grits" de base protéica foi utilizado somente na elaboração do produto final.

2.8. Secagem

A secagem das bases protéicas foi levada a efeito em uma estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C e velocidade do ar de 1,12 m/s. As partículas úmidas das bases protéicas foram espalhadas em bandejas de telas de aço numeradas, as quais foram pesadas vazias e com a carga. A cada trinta minutos as bandejas foram retiradas para pesagem até que a umidade do produto fosse reduzida a 10%. A cada pesagem a posição das bandejas na estufa foi modificada de maneira padronizada de sorte a permitir uma secagem mais eficiente e uniforme.

2.9 . Armazenagem

O produto seco foi resfriado à temperatura ambiente, acondicionado em sacos plásticos e armazenado em local seco e ventilado.

3. Preparo das Bases Protéicas com Adição de Peixe Salgado Triturado na Massa Crua.

O peixe salgado e triturado como descrito em B.1. foi adicionado à base protéica na proporção de 10% e 20% dos sólidos



FIGURA 7 - Fração Grossa da Base Protéica C Triturada



FIGURA 8 - Fração Fina da Base Protéica C Triturada

totais sendo esta adição feita na etapa (3) do Fluxograma da FIGURA 5. Este Fluxograma foi seguido igualmente em todas as outras etapas.

4. Elaboração do Produto Final (Bolinhos de peixe)

4.1. Formulação, Mistura e Moldagem

Um lote de base protéica C de aproximadamente 5 kg foi preparado de acordo com o Fluxograma da FIGURA 5, até a etapa de Cozimento e Resfriamento dos Blocos (etapa 6). Os blocos úmidos foram triturados em picador de carne (cutter) durante aproximadamente dois minutos e se obteve "grits" úmidos de granulação variada. Esses "grits" foram passados por uma peneira de abertura 3,3 mm obtendo-se dois lotes de "grits" de granulação diversa, conforme se pode observar nas FIGURAS 7 e 8. Efetuou-se a mistura de partes iguais das partículas peneiradas e essa mistura foi usada como um dos ingredientes do produto final. Três lotes (1, 2 e 3) de 2 kg de bolinhos de peixe contendo diferentes porcentagens da mistura de "grits" úmidos e de pescado salgado e triturado, clara de ovo e condimentos foram preparados de acordo com as quantidades descritas no QUADRO 14. A mistura padrão de condimentos foi elaborada a partir de testes comparativos e consta do QUADRO 15. Todos os ingredientes foram novamente misturados e os bolinhos de peixe foram moldados manualmente em forma esférica e, pesando $20 \pm 2g$, cada e posteriormente colocados em bandejas previamente secas e pesadas para serem desidratadas. O produto final desidratado pode ser observado na FIGURA 9a e 9b.

QUADRO 14 - Ingredientes para a formulação de bolinhos de peixe contendo diferentes porcentagens de merluza salgada triturada e base protéica C.

Ingredientes (g)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Merluza salgada e triturada	35	50	65
Mistura de "grits" da base protéica C	65	50	35
Mistura padrão de condimentos	2,5	2,5	2,5
Clara de ovo	10	10	10

QUADRO 15 - Mistura padrão de condimentos utilizada na confecção de bolinhos de peixe.

Ingredientes	Quantidade (g)
Pimenta Branca	0,25
Páprica Doce	0,50
Páprica Picante	0,05
Salsa Desidratada	1,00
Cebola Desidratada	0,40
Alho Desidratado	0,25
Ácido Cítrico	0,05
TOTAL	2,50



FIGURA 9a - Bolinhos de Pescado (Lote 2) Desidratados.



FIGURA 9b - Bolinhos de Pescado (Lote 2) Desidratados.

4.2. Secagem

Efetuada de acordo com item 2.8.

4.3. Armazenagem

Efetuada de acordo com o item 2.9.

. Análises Químicas das Matérias-Primas dos Produtos Intermediários e do Produto Final.

5.1. Determinação da Porcentagem de Umidade

Determinada pelo método de secagem em estufa a 100 - 110 C, até peso constante (UMEMOTO, 1972).

5.2. Determinação da Porcentagem de Proteína

Determinou-se o teor de nitrogênio total pelo método semi-micro-kjeldhal de acordo com o nº 18026 da AOAC de 1980, e multiplicou-se o valor obtido por 6,25 como fator de conversão para proteína total.

5.3. Determinação da Porcentagem de Lipídios

Efetuada de acordo com o método de BLIGH & DYER (1959).

5.4. Determinação da Porcentagem de Cinzas

Determinadas pelo método da AOAC nº 18025 de 1980.

5.5. Determinação da Porcentagem de Carboidratos

Feita por diferença.

5.6. Determinação da Porcentagem de NaCl

Determinada de acordo com o método descrito pela IAFMM de 1969.

5.7. Determinação da Composição em Aminoácidos

5.7.1. Hidrólise

Baseada essencialmente no procedimento descrito por SAVOY *et al.* (1975). Utilizou-se para a hidrólise o material desidratado e moído finamente. Uma amostra contendo aproximadamente 25 mg de proteína foi hidrolisada em HCl 6N por vinte e duas horas a 110°C em tubo de ensaio com tampa com teflon. Após hidrólise o excesso de HCl foi retirado em rota-evaporador.

5.7.2. Cromatografia dos Aminoácidos

Foi feita automaticamente em analisador Beckmann, modelo 119 CL, equipado com uma coluna de troca catiônica W3H Beckmann de 220 x 6 mm. A operação foi programada para noventa minutos com variação de temperatura dos 50°C iniciais até 65°C. Os gráficos da separação dos aminoácidos foram obtidos da reação dos mesmos com a ninidrina e o registro das absorbâncias através da eluição feita com os seguintes sistemas tampão:

- a) Tampão Na⁺, 0,20N, pH 3,25.
- b) Tampão Na⁺, 0,40N, pH 3,95.
- d) Tampão Na⁺, 1,00N, pH 6,40.

5.7.3. Identificação e Composição Quantitativa dos Aminoácidos

A identificação dos picos foi feita por comparação com padrões e a concentração foi calculada por relação direta das áreas de acordo com a fórmula:

$$C_i = C_p \times \frac{A_i}{A_p}$$

onde: C_i = concentração de aminoácido na amostra injetada.

C_p = concentração do aminoácido padrão.

A_i = Área do pico do aminoácido desconhecido.

A_p = Área do pico do aminoácido padrão.

6. Avaliação Funcional das Matérias-Primas, dos Produtos Intermediários e do Produto Final

6.1. Determinação de Volume Específico

Este método foi adaptado EL DASH (1979). Os blocos das bases protéicas, cozidos e resfriados por uma hora, foram avaliados quanto ao seu volume específico. Primeiramente pesaram-se os blocos e a seguir determinaram-se os volumes pelo deslocamento de sementes de painço, num aparelho medidor de volume (FIGURA 3). Essas determinações foram feitas três vezes e o valor médio calculado. O volume específico (V_e) foi calculado pela expressão:

$$V_e \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{\text{volume medido}}{\text{peso da amostra}}$$

6.2. Capacidade de Absorção de Água a Frio

Este método foi adaptado do recomendado pela Archer Daniels Midland Co. (comunicação pessoal) para proteína vegetal texturizada.

Consistiu na pesagem de 10 g de amostra (cubinhos de base protéica) seca e posterior rehidratação da mesma a frio em bêqueres de vidro de 100 mL contendo 50 mL de água destilada. As amostras foram deixadas em repouso por três horas e a seguir filtradas em provetas de 100 mL. Após repouso de trinta minutos leu-se o volume do filtrado. Utilizou-se um branco para se eliminar o erro introduzido pela água que fica retida no papel de filtro. Essas determinações foram feitas em triplicatas e os valores médios de capacidade de absorção de água (c.a.a.) calculados pela expressão:

$$\text{c.a.a.} \left(\frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{g amostra seca}} \right) = \frac{\bar{\text{Água absorvida}} - \text{Branco}}{\text{peso da amostra seca}}$$

onde $\bar{\text{Água absorvida}} = 50 - \text{volume do filtrado}$.

6.3. Ganho de Água na Rehidratação a Quente

Esse método foi adaptado do recomendado pela Archer Daniels Midland Co. (comunicação pessoal) para proteína vegetal texturizada e aplicado tanto às bases protéicas, quanto aos bolinhos de peixe.

O propósito do mesmo é medir o ganho de água das bases e produto final através do tempo de rehidratação, à temperatura de 87°C (190°F), à certos intervalos de tempo; por motivos de praticidade com vistas ao preparo do produto final o tempo de rehidratação não deveria exceder trinta minutos.

Um bêquer de vidro contendo 250 mL de água destilada pa-

ra cada amostra foi colocado num banho de água a 93°C (200°F) de modo que a água no interior do bēquer se mantivesse a 87°C (190°F) durante o teste. Dez gramas de amostra seca foram colocados em saquinhos de tela fina de nylon de 12 x 8 cm, numerados e pesados vazios e secos antes do experimento. As amostras foram então submetidas à rehidratação a 87°C. Um dos saquinhos, sem amostra, foi utilizado como branco. As amostras foram rehidratadas por um período total de trinta minutos (excepcionalmente sessenta minutos) sendo que a cada cinco minutos eram retiradas do banho para pesagem. A pesagem das amostras e do branco foi feita após escorrer e enxugar em papel absorvente o excesso de água. Essas determinações foram feitas em duplicatas e os valores médios calculados com as fórmulas:

$$\text{ganho de água} \left(\frac{\text{g H}_2\text{O}}{100\text{g produto seco}} \right) = \frac{\text{Peso Amostra Rehidratada} - \text{Peso Amostra Seca}}{\text{Peso Amostra Seca}} \times 100$$

onde: Peso Amostra Rehidratada = Peso Amostra Úmida - Branco
 Branco = Peso saquinho úmido sem amostra.

No caso do produto final foram utilizados bolinhos de peixe (12,0 ± 2,0 g) ao invés de 10 g como descrito acima para as bases protéicas.

6.4. Determinação da Resistência à Desintegração

Este teste foi elaborado para o presente trabalho. Dez gramas de amostra seca foram colocados em bēqueres de vidro de 250 mL contendo 100 mL de água destilada em ebulição, durante dez minutos. Os bēqueres foram então resfriados à temperatura ambiente por cinco minutos e as amostras foram peneiradas num sistema com

malhas previamente pesadas e de aberturas 3,5 mm e 1,0 mm. Após reposo de cinco minutos, as malhas foram pesadas. Considerou-se como material desintegrado partículas que ficaram retidas na malha mais fina e como 100% a soma das quantidades retidas nas duas malhas. As amostras foram testadas em duplicatas e os valores mê-dios da porcentagem de material desintegrado foram calculados com a expressão:

$$\text{Material Desintegrado (\%)} = \frac{\text{Material Retido na Malha Fina}}{\text{Material Retido nas duas Malhas}} \times 100$$

6.5. Determinação do Teor de Sal durante a Rehidratação

Este teste foi adaptado para a presente pesquisa a partir do teste utilizado por BASTOS (1977) e aplicado ao produto final desidratado.

Amostras de bolinhos de peixe desidratado dos lotes 1, 2 e 3 foram submetidas à rehidratação nas condições descritas em 6.3. durante uma hora. A cada cinco minutos foram retiradas amostras para serem submetidas à análise e se calcular o teor de cloreto de sódio ainda presente no bolinho rehidratado. Todas as análises foram feitas em duplicata.

7. Análises Microbiológicas das Matérias-Primas dos Produtos Intermediários e do Produto Final

A Base Protéica C seca, o peixe salgado triturado e o produto final desidratado foram submetidos às provas rotineiras de

controle microbiológico que se resumiram em:

7.1. Contagem de Microrganismos Aeróbicos Mesófilos.

7.2. Contagem de Fungos e Leveduras.

7.3. Contagem de Microrganismos Coliformes.

Tanto a preparação dos homogeneizados das amostras como as determinações propriamente ditas foram efetuadas de acordo com SPECK (1976).

Os limites de tolerância para contaminantes microbianos tomados como base, são os sugeridos pela Resolução 20/76 e 14/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CENPA, 1977, 1979).

8. Avaliação Sensorial do Produto Final

A análise sensorial das diferentes amostras de bolinho de peixe frito (com e sem molho) foi levada a efeito no laboratório da FEAA-UNICAMP e conduzida por uma equipe de oito provadores de ambos os sexos, com idade entre 20 - 30 anos, a qual foi submetida a prévio treinamento para um teste de qualidade. Na cabine de prova foi acesa a luz vermelha para evitar a influência da cor, que poderia levar a conclusões que não interessariam do ponto de vista do Sabor e Textura, que foram os parâmetros avaliados para este produto.

Os bolinhos de peixe seco foram rehidratados com água destilada a 87°C e em quantidade suficiente para cobrir a altura de

dois bolinhos, durante trinta minutos. Após a rehidratação, uma parte dos bolinhos foi frita em óleo de milho a temperatura de 220 - 230°C durante trinta segundos de cada lado. Um segundo lote foi frito e refogado com molho de tomate por três minutos. O molho utilizado foi uma fórmula de molho pronto dissolvido com água na proporção 2 : 1 e previamente aquecido.

Os bolinhos de peixe assim preparados foram cortados em metades e apresentados aos provadores a temperatura de 50 - 60°C para os testes de sabor e textura. Estes testes foram feitos utilizando-se uma escala não estruturada de nove pontos. Para a textura, o valor 9 correspondia a uma aparência muito boa e textura fibrosa, típica de um bolinho de bacalhau e o valor 1 correspondia a uma textura muito macia, não característica deste produto. Para o sabor, o valor 9 correspondia a um sabor característico de bolinho de peixe e o valor 1 a um sabor ruim, não característico de peixe e de condimentação inadequada (MORAES, 1981).

O delineamento estatístico utilizado foi quadrado latino com duas repetições e o sorteio dos blocos seguiu o esquema abaixo:

1	2	3	3	2	1
3	1	2	1	3	2
2	3	1	2	1	3

sendo 1, 2, 3 bolinhos de peixe correspondentes aos lotes 1, 2, 3, descritos anteriormente neste capítulo.

Na FIGURA 10 apresentamos o modelo de fichas utilizadas pelos provadores na avaliação sensorial.

BOLINHO DE PEIXE

NOME: _____ DATA: _____

Por favor, prove cada amostra e dê sua opinião sobre Textura e Sabor, usando as escalas abaixo. Coloque um traço vertical na linha entre os dois extremos para cada parâmetro. Se desejar, faça outros comentários.

Textura

Nº Amostra	Não Característica	Característica
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Sabor

Nº Amostra	Ruim	Excelente
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Comentários:

FIGURA 10 - Modelo de Ficha Utilizada na Avaliação Sensorial dos Bolinhos de Peixe.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DAS BASES PROTÉICAS TEXTURIZADAS

1. Composição Centesimal das Matérias-Primas e Diferentes Bases Protéicas

A primeira etapa da presente pesquisa consistiu na formulação de bases protéicas de farinha de trigo e farinha de soja de sengordurada, com propriedades texturais similares às da tradicional proteína vegetal texturizada, que serviriam como ingredientes na formulação de um produto alimentício, o bolinho de peixe.

Os resultados apresentados no QUADRO 16 revelam que as farinhas de trigo e soja apresentaram valores de composição química muito semelhantes aos padrões publicados respectivamente para esses produtos por EL-DASH (1979) e SMITH & CIRCLE (1972e). Pequenas discrepâncias foram encontradas para a farinha de soja nos teores de umidade e proteína que segundo SMITH & CIRCLE (1972e) são de no máximo 8% de umidade e mínimo de 50% de proteína.

Todas as bases protéicas apresentaram teores elevados de proteína quando comparados com a farinha de trigo. Um teor de proteína superior a 25% seria desejável nas bases protéicas desidratadas uma vez que as mesmas após hidratação apresentariam uma porcentagem de proteína proporcionalmente menor, variável com o ganho de água. Pode-se usar como base a especificação do "Food and Nutri-tion Services" (CEGLA, MEINKE & MATTIL, 1977) de que a proteína ve

QUADRO 16 - Composição centesimal da farinha de trigo, farinha de soja desengordurada e de novas misturas (Bases Proteicas) após processamento e secagem.

Componentes (%)	Farinha de Trigo	Farinha de Soja Desengordurada	Base A	Base B	Base C	Base D
Água	13,50	10,83	10,20	10,15	10,20	10,00
Proteínas*(N x 6,25)	11,03	47,00	34,02	31,96	28,70	24,10
Lípidios Totais*	1,16	2,15	1,69	1,50	1,53	1,49
Cinzas*	0,38	5,91	3,18	2,71	2,19	1,46
Carboidratos*	74,03	34,11	50,91	53,68	57,34	62,95

*Valores em base seca.

getal hidratada não deve ter menos que 18% de proteína quando adicionada às preparações com carne, a qual normalmente possui 17-23% de proteína (WOOD & FRANKLIN, 1974).

Outros motivos para desejar-se um alto teor protéico reside no fato de que a base em questão destina-se à substituição parcial da proteína animal no produto final e deve, portanto, fornecer uma quantidade semelhante à encontrada no produto de origem animal, no caso o pescado, cujo teor protéico varia entre 12-24% (KIZEVETTER *et al.*, 1969).

De acordo com LEINER (1977) os produtos análogos de carne, elaborados com texturizados à base de farinha de soja, normalmente têm um teor protéico médio de 25%.

Variações da composição centesimal dos produtos texturizados de soja ocorrem em função das variáveis do processamento e ingredientes utilizados dificultando assim a comparação dos valores obtidos para as bases protéicas, elaboradas aqui por um processo novo, com os valores apresentados para algumas proteínas de soja texturizada comerciais como a descrita por WOOD & FRANKLIN (1974).

Com base nesses critérios, verifica-se que as bases A, B e C são as mais adequadas ao nosso propósito e que a escolha da melhor delas deveria ser, então, feita com base nas suas propriedades funcionais.

2. Relação entre o Volume Específico e o Teor de Farinha de Soja Desengordurada nas Bases Protéicas

Devido à ausência de dados na literatura, para misturas contendo as porcentagens de farinha de soja desengordurada usada nesta pesquisa, iremos, por vezes, nos referir a produtos de

panificação contendo de 1 - 25% de farinha de soja, os quais têm sido intensamente estudados por vários pesquisadores (HULSE, 1974; KHAN, RHEE, ROONEY & CATER, 1975; CAMARGO, 1977; LEINER, 1977; RAO & VAKIL, 1980; VITTI & LEITÃO, 1981).

A FIGURA 11 apresenta o primeiro critério utilizado na avaliação da funcionalidade das bases protéicas formuladas: o volume específico dos blocos após a etapa (6) do processamento mostrado na FIGURA 5.

Verifica-se que o aumento progressivo do teor de farinha de soja nas misturas causou um decréscimo proporcional do volume específico. Os autores acima mencionados demonstraram que a níveis de substituição de 5 - 8% o volume e a qualidade de pães pode ser mantido e, por vezes, superar o padrão com farinha de trigo pura se forem usados condicionadores de massa. A adição de proteínas que não a do trigo em altos níveis afeta negativamente as propriedades reológicas e causa redução do volume nos pães (RAO & VAKIL, 1980) o que corrobora os resultados obtidos.

O volume específico de um pão sem gordura, feito somente com farinha de trigo, foi reportado como 5,3 cm³/g, 5,6 cm³/g e 4,2 - 4,3 cm³/g respectivamente por HULSE (1974), VITTI & LEITÃO (1981) e MANCILLA DIAZ (comunicação pessoal). Quando comparamos os volumes específicos das bases protéicas com esses dados, verificamos que os valores atingidos, para as bases, são mais que 50% inferiores, o que parece ser coerente com a literatura existente. HULSE (1974) confirma a redução do volume específico de 5,6 cm³/g do controle para 3,8 - 3,9 cm³/g em misturas com concentrado protéico e soja tostada em pães com alto teor de N (3,02 - 3,57% em base seca). RAO & VAKIL (1980) reportam que o volume específico foi reduzido em 16% quando o trigo foi substituído por 10% de farinha de soja.

Estes resultados são esperados pois as proteínas de soja exibem um forte poder ligante o qual resiste à expansão da massa e

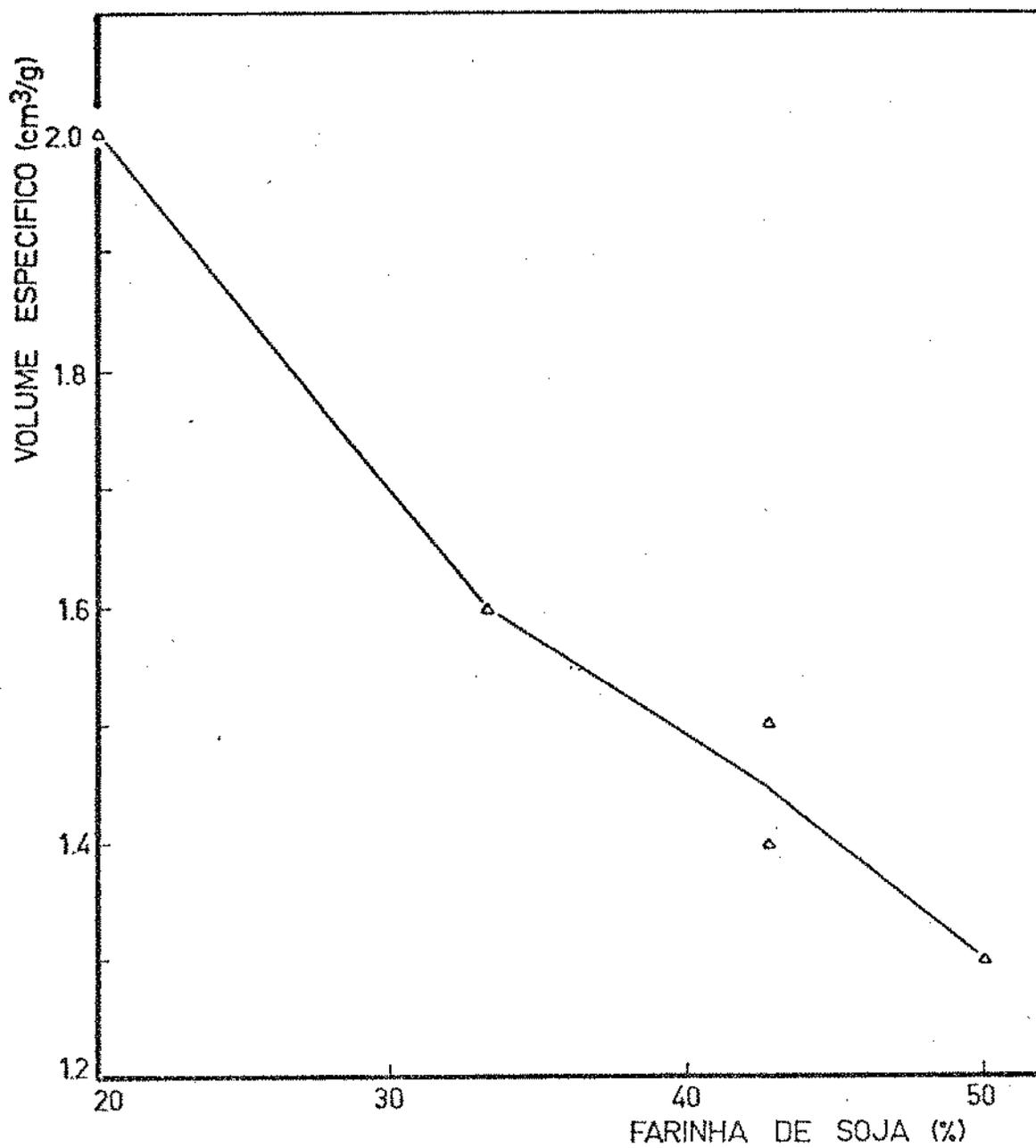


FIGURA 11 - Relação entre o volume específico e a porcentagem de farinha de soja desengordurada das bases protéicas A, B, C e D.

diminuí sua capacidade de retenção de gás (RAO & VAKIL, 1980). A farinha de soja contém também açúcares não fermentáveis (FAVRE, 1980) o que também não colabora para a obtenção de maiores volumes. Outra possível justificativa seria a formação de uma rede de glúten defeituosa devido às pequenas quantidades de trigo utilizadas nas misturas que não reteria o gás formado na fermentação.

Um volume específico elevado permite prever uma rehidratação mais rápida, porém bases com maiores teores de farinha de trigo não forneceria o teor protéico desejado. Além disso, deve-se levar em conta as propriedades do produto reidratado pois deseja-se que o mesmo tenha rápida rehidratação como também uma estrutura suficientemente firme para suportar o preparo doméstico sem perder a forma ou esfarelar-se.

3. Secagem das Bases Protéicas

Ao sair do forno, as bases protéicas apresentam um teor médio de 40% de umidade e devem ser desidratadas para que se evite a sua deterioração e o crescimento de microrganismos tais como fungos e leveduras. Uma boa vida de prateleira é garantida para produtos texturizados e secos até 8 - 10% de umidade (ANDERSSON, 1974; WOOD & FRANKLIN, 1974; LYON, 1980).

Baseado em ARELLANO (1982) o produto foi seco em estufa com ar circulante à velocidade de 1,12 m/s e temperatura de 65°C. Julgou-se que a faixa de 45°C - 55°C devesse ser evitada em função dos ingredientes usados apresentarem microrganismos termófilos como contaminantes em potencial. Temperaturas superiores a 70°C também foram evitadas para que se eliminasse o risco de o produto ser cozido durante a secagem. Outras razões para se evitar altas temperaturas foi a destruição de aminoácidos e conseqüente diminuição

do valor nutritivo da base protéica (OSNER & JOHNSON, 1968; BENDER, 1972).

A FIGURA 12 mostra as curvas de secagem das bases protéicas A, B, C e D. De lá se deduz que o teor de farinha de soja desengordurada influencia a velocidade de secagem das bases. Quanto menor o teor de soja presente na base, menor o tempo gasto na secagem para se atingir 10% de umidade (11,1% em base seca).

As bases A e B, contendo 50% e 42,8% de farinha de soja, apresentam um comportamento similar precisando de quase o dobro do tempo gasto na secagem da base D com 20% de farinha de soja: 56 minutos.

A velocidade de secagem é influenciada por fatores como umidade inicial, teor de gordura, área de exposição ao calor, espaçamento entre as amostras (SANCHEZ & LAM, 1973; BERAQUET, 1974; BERAQUET *et al.*, 1975). Entretanto, estes não devem tê-la afetado pelo fato de termos trabalhado com a mesma matéria-prima e com áreas mais ou menos uniformes. A velocidade seria maior se o produto fosse seco na forma de "grits" e não em cubinhos de 1,5 x 1,5 x 1,0 cm.

Evidentemente, a velocidade de secagem é favorecida pela porosidade (textura) das amostras porém, acredita-se que teores protéicos mais elevados mantêm a água ligada mais fortemente dificultando a secagem. Entretanto, sabe-se também que nas proteínas em geral, a perda da solubilidade é a consequência mais comum da desnaturação pelo calor (BASTOS, 1977).

As reações moleculares que provocam alterações de textura não estão bem definidas, mas BURGESS & STANLEY (1976) identificaram como um dos principais fatores responsáveis pelas reações que dão origem a textura de produtos de soja extrudados, as ligações dissulfeto, derivadas dos grupos sulfridrilo livres, os quais devem formar ligações cruzadas de proteínas desnaturadas. Este mecanismo é também sugerido por KNIES (1981).

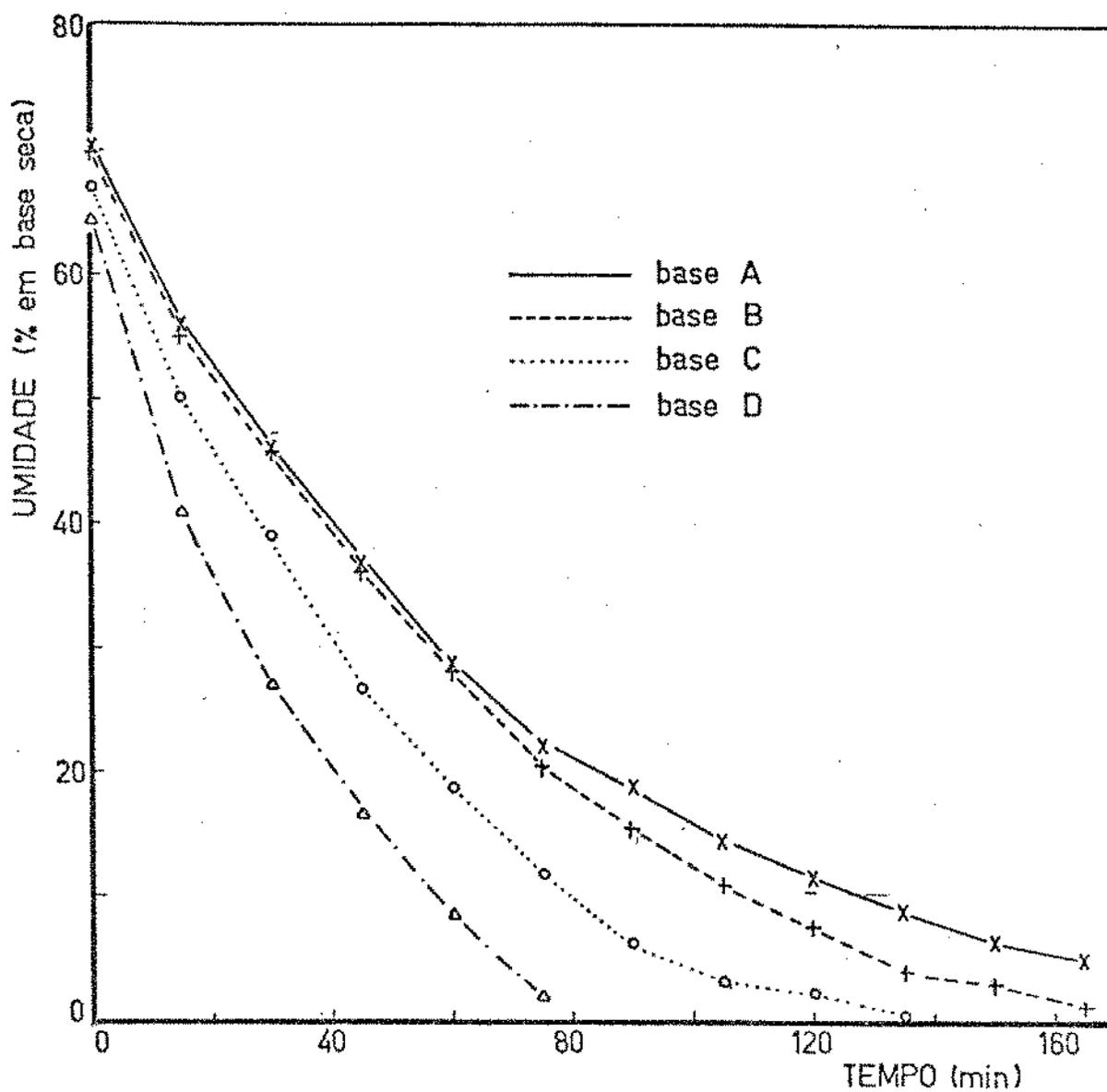


FIGURA 12 - Comparação das curvas de secagem das bases proteicas A, B, C e D com diferentes quantidades de farinha de soja desengordurada.

4. Capacidade de Absorção de Água das Bases Protêicas

As bases desidratadas até 10% de umidade foram submetidas a testes de rehidratação em condições padronizadas para investigar esse parâmetro que é crítico em produtos de natureza semi-instantânea.

A curva da FIGURA 13 mostra a estreita relação entre a capacidade de absorção de água (a frio) e o teor de farinha de soja desengordurada das bases protêicas. A capacidade de absorção de água se reduz em quase 100% quando o teor de soja cresce de 20% para 50% na mistura, mostrando um comportamento semelhante ao do volume específico. Entretanto, podemos dizer que todas as bases têm boa capacidade de absorção de água quando comparamos os valores obtidos com os dados apresentados para a capacidade de retenção de água de proteína texturizada, flocos de soja e carne com 10% de gordura: 0,80, 0,60 e 0,53 g de líquido retido/g de amostra respectivamente (TAKAHASHI & CIA; 1981). A determinação da capacidade de absorção de água fornece informações sobre a água fixada nas cadeias protêicas e sobre a água de embebição, absorvida à maneira de esponja. A água absorvida é importante pois confere ao produto alimentício feito com as bases protêicas uma suculência adequada.

5. Taxa de Rehidratação das Bases Protêicas

É importante salientar que o teste relatado para a avaliação da capacidade de absorção de água (III.B.6.2) foi feito à temperatura ambiente, condição que não representa a situação ideal do produto pronto que vai ser cozido em água fervente ou quase fer

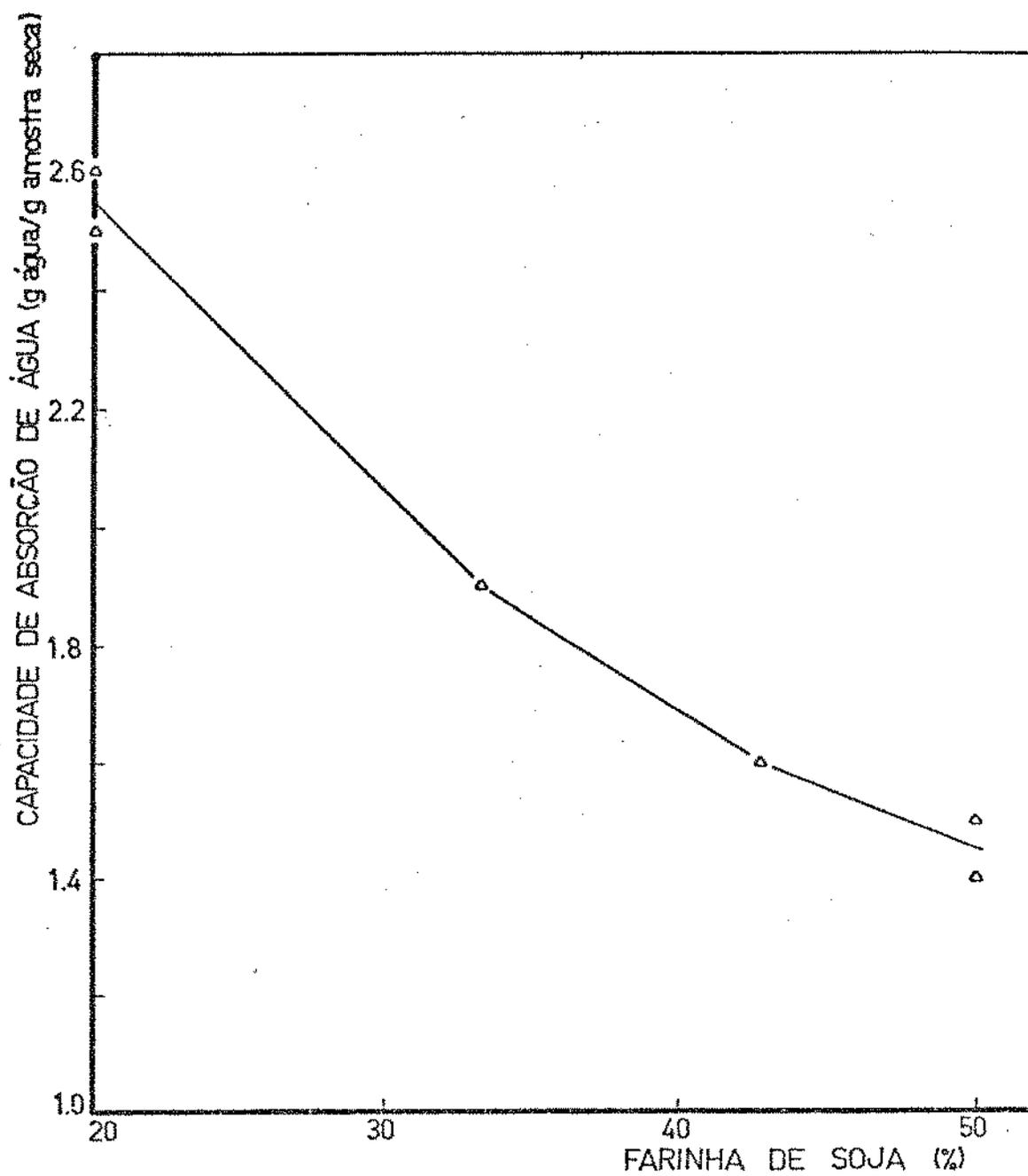


FIGURA 13 - Relação entre a capacidade de absorção de água e o teor de farinha de soja desengordurada das bases protéicas A, B, C e D.

vente. Por essa razão foram também realizados testes de rehidratação (ganho de água) a quente e esse parâmetro foi avaliado durante um certo tempo que por motivo de praticidade não deveria exceder trinta minutos.

A FIGURA 14 mostra a evolução do ganho de água com o tempo para as bases A, B, C e D.

Observou-se um grande ganho de água com a rehidratação a quente. De um modo geral, o ganho de água, para as quatro formulações, foi bastante rápido durante os primeiros dez minutos do processo. Observa-se porém que para quantidades maiores de farinha de soja nas misturas este parâmetro diminui e é notoriamente menor no caso da base com 50% de farinha de soja desengordurada. Pode-se inferir destes dados que o teor farinha de trigo na mistura é o responsável pela absorção da maior parte da água de rehidratação.

Os produtos não perderam seus formatos durante a rehidratação, apenas tendo aumentado de volume devido à absorção de água. Esse aumento de volume conferiu ao produto um aspecto esponjoso, porém fibroso. A textura das bases hidratadas era similar à da carne, ou seja, quando um pedaço era partido, a estrutura fibrosa era exposta e mostrava certa elasticidade antes de finalmente se romper. Isto nos leva a crer que o produto hidratou-se adequadamente. A proteína hidratada apropriadamente tem uma estrutura "aberta" com grandes alvéolos o que não acontece com a proteína mal hidratada (ANDERSON, 1974). O mesmo autor sugere, baseado em estudos de LABUZA *et al.* (1970), um mecanismo que explica a influência da absorção de água nas propriedades reológicas da proteína de soja texturizada.

Os resultados obtidos com as bases confirmam a idéia de MURRAY & STANLEY (1980) de que a combinação de mais de uma matéria prima possibilita a otimização das qualidades funcionais e nutricionais de produtos texturizados ou extrudados.

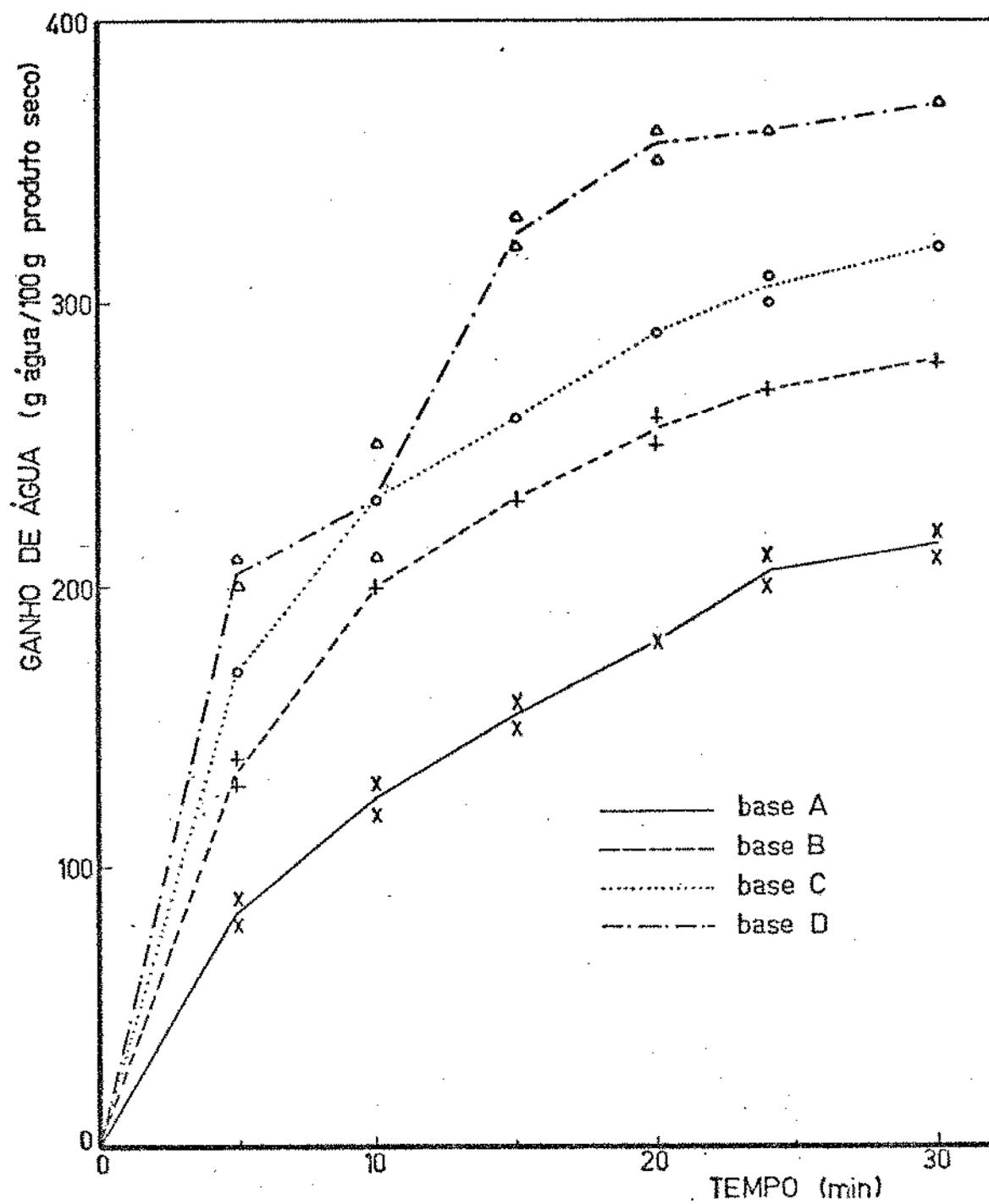


FIGURA 14 - Relação entre as taxas de rehidratação e as porcentagens de farinha de soja desengordurada nas bases proteicas A, B, C e D.

6. Influência dos Tipos de Fermentos e Gordura Vegetal Hidrogenada no Volume Específico, Capacidade de Absorção de Água e Taxa de Rehidratação das Bases Protêicas.

Em uma outra série de testes foram examinados diversos fermentos químicos para uma eventual substituição do fermento biológico. Nas condições de preparo das bases, os fermentos químicos se mostraram menos eficientes tanto em relação ao volume específico, capacidade de absorção de água (a frio) e taxa de rehidratação (a quente).

Um experimento típico foi feito com as bases A e C e os resultados podem ser vistos na FIGURA 15 e no QUADRO 17.

A fórmula comercial foi a que apresentou resultados mais próximos dos do fermento biológico. Os agentes puros bicarbonato de amônia e cremor tártaro aparentemente não tiveram uma taxa de liberação de CO_2 suficientemente alta nas condições de cocção pré-estabelecidas nos métodos para o fermento biológico comercial. O CO_2 deve ser liberado antes da estrutura se formar por causa da expansão das bolhas de gás no forno (EL-DASH, CAMARGO & MANCILLA DIAZ, 1982). Se a estrutura se forma antes da liberação máxima do gás isto resulta num menor volume e conseqüentemente pior absorção de água. A eventual necessidade de uma temperatura e tempo de cocção maiores nos levou a descartar o uso de fermentos químicos neste processamento.

Outra variável pesquisada foi o efeito da inclusão de gordura vegetal hidrogenada nas misturas. De acordo com EL DASH *et al.* (1982) uma das funções da gordura na panificação é aumentar o volume de pães e a qualidade de conservação. De acordo com o autor, a adição de 1 a 5% de gordura ajuda a reter os gases produzidos no processo de panificação, efeito este explicado com base na

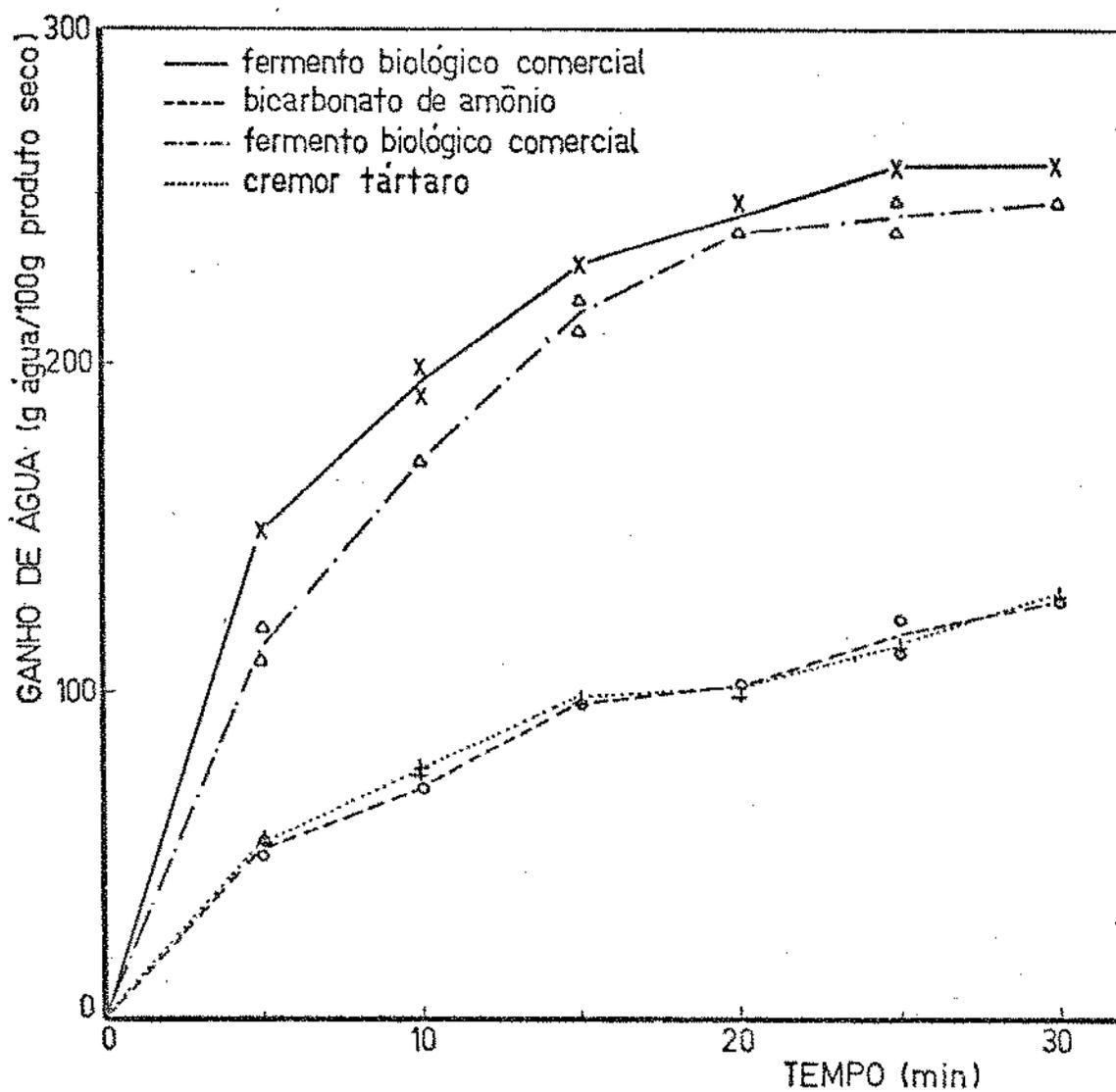


FIGURA 15 - Comparação entre as taxas de reidratação da base proteica C preparada com fermento biológico comercial (6%), bicarbonato de amônia (0,5%), cremor tártaro (2%) e fermento químico comercial (3%).

QUADRO 17 - Comparação entre o volume específico (Ve) e capacidade de absorção de água a frio (caa) das bases protéicas A e C preparadas com fermentos químicos e biológico em diferentes porcentagens.

Fermentos Utilizados	Base A		Base C	
	Ve (cm ³ /g)	caa (g Água/g Amos- tra seca)	Ve (cm ³ /g)	caa (g Água/g Amos- tra seca)
Fermento Biológico Comercial (3%)	1,43	1,93	1,60	2,03
Fermento Biológico Comercial (6%)	1,56	2,05	1,63	2,35
Fermento Químico Comercial (0,5%)	1,60	1,26	1,57	1,88
Fermento Químico Comercial (3%)	1,60	1,83	1,63	2,00
Bicarbonato de Amonia (0,5%)	1,25	1,30	1,26	1,30
Cremer Tártaro (2%)	1,43	1,40	1,50	1,45

modificação da extensibilidade da massa. Outros efeitos da gordura nos produtos de panificação são o de produzir textura mais ave-ludada com células mais uniformes e a habilidade de ajudar na ab-sorção de ar durante a mistura.

Foram feitos ensaios com as bases A e C para se verifi-car os efeitos da gordura nas bases. A influência sobre o ganho de água das bases é mostrado na FIGURA 16. Os dados para a capaci-da-de de absorção de água (a frio) e volume específico constam do QUA-DRO 18.

Tanto a base A como C apresentaram discretas melho-ras nestes parâmetros com a adição de gordura à mistura. Um maior efei-to favorável foi observado para a base C com relação à taxa de re-hidratação enquanto que a base A apresentou valores levemente supe-riores de volume específico e capacidade de absorção de água a frio. Decidiu-se, portanto, que a inclusão de gordura vegetal hi-drogenada não produziu resultados significantes e que as bases de-veriam ser avaliadas por mais um critério: a resistência à desinte-gração.

7. Resistência das Bases Protêicas à Desintegração.

Amostras das bases protêicas A, B, C e D contendo ou não gordura vegetal hidrogenada, foram submetidas a um teste de desin-tegração durante a cocção. Os cubinhos de base protêica foram fer-vidos dez minutos e o material desintegrado, expresso como porcen-tagem do total submetido à fervura, aparece no QUADRO 19.

Deste quadro se pode verificar que todas as bases sem gordura são bastante firmes e não se esfrelam na cocção. A in-clusão da gordura influencia negativamente na coesão das massas dan-do porcentagens maiores de material esfarelado.

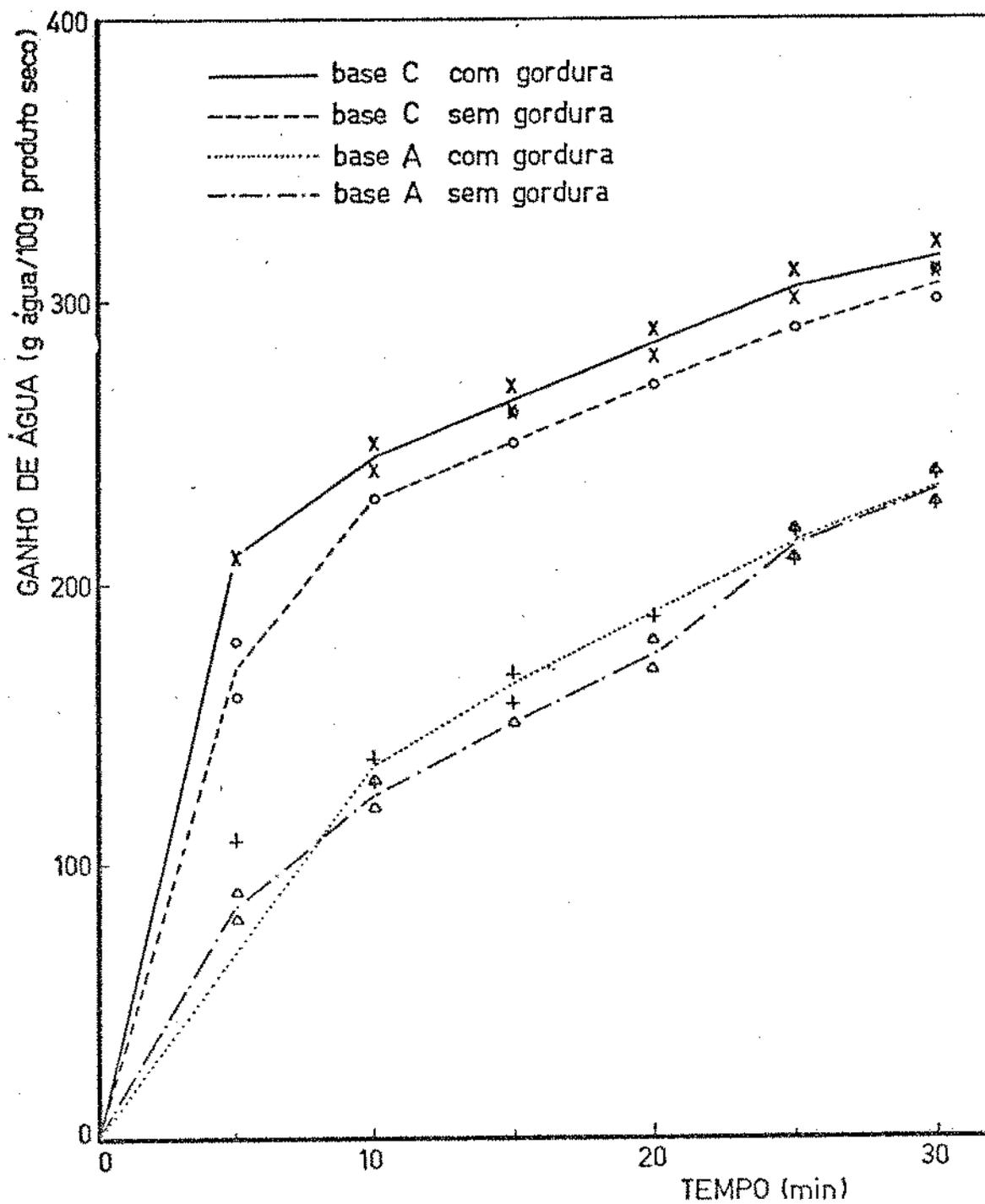


FIGURA 16 - Taxas de rehidratação das bases proteicas A e C preparadas com fermento biológico comercial (6%) e gordura vegetal hidrogenada (0% e 5%).

QUADRO 18 - Volume específico (Ve) e capacidade de absorção de água, a frio (caa) das bases protéicas A e C preparadas com adição (5%) ou não de gordura vegetal hidrogenada.

Amostras	Ve (cm ³ /g)	caa (g água/g amostra seca)
Base A com gordura	1,53	1,75
Base A sem gordura	1,34	1,48
Base C sem gordura	1,76	1,95
Base C sem gordura	1,60	1,90

QUADRO 19 - Resistência à desintegração durante a fervura dos cubinhos (1,5 x 1,5 x 1,0 cm) das bases protéicas desidratadas A, B, C e D preparadas com adição (5%) ou não de gordura vegetal hidrogenada.

	Amostras sem Gordura				Amostras com Gordura			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Desintegração (%)	0,20	0,20	0,20	0,50	1,00	2,00	2,00	3,50

Após a análise dos dados das propriedades das bases até aqui apresentados, decidiu-se continuar a pesquisa utilizando-se somente a base protéica C, preparada com fermento biológico comercial (6%) e sem gordura vegetal hidrogenada, já que esta base apresentou um teor aceitável de proteínas, boa absorção de água e resistência à desintegração.

B. PREPARO DA BASE PROTÉICA COM ADIÇÃO DE PESCADO SALGADO TRITURADO.

1. Composição Química da Merluza Salgada Triturada e da Base Protéica C, com e sem Pescado.

Inicialmente, pesquisou-se o efeito da adição de 10% e 20% de sólidos totais de pescado salgado triturado na mistura crua da base C, com a finalidade de se obter uma massa fibrosa com sabor característico de pescado.

A composição centesimal da merluza salgada utilizada nesta prova e na confecção do produto final consta do QUADRO 20.

Com relação à concentração de sal para a conservação da merluza foi usada a salga forte, na qual a salmoura formada pela água removida do músculo atingiu a proximidade do seu ponto de saturação, o que corresponde a mais ou menos 30% de sal em relação ao peso de matéria-prima, sendo esta concentração recomendada por SANCHES & LAM (1965). Usando essas condições, BASTOS (1977) obteve peixe salgado e seco com 19 - 23% de NaCl para umidades na faixa

QUADRO 20 - Composição centesimal da merluza salgada e da base protéica C contendo 0%, 10% e 20% de sólidos totais de merluza salgada e triturada (Base seca).

Componentes	Merluza salgada	Base C contendo pescado		
		0%*	10%*	20%*
Proteínas (N x 6,25) (%)	49,74	28,70	30,41	32,56
Lipídios totais (%)	2,45	1,53	1,62	1,71
Cinzas (%)	40,17	2,19	5,98	9,79
Carboidratos (%)	7,64	67,58	61,98	55,94
NaCl (%)	39,36	0,00	3,94	7,87

*Porcentagens de Sólidos Totais de Pescado.

de 50 - 33%. O resultado obtido (39,36% em base seca) confirma estes valores. Os valores para os outros componentes se aproximam dos encontrados por vários autores para outras espécies de pescado salgado, prensado e seco (SANCHEZ & LAM, 1965; BERAQUET *et al.*, 1975; CONTRERAS GUZMÁN, QUEIROZ, ROA & MEJA, 1977; AMANAJÁS, 1978).

A composição das fórmulas com 10% e 20% de sólidos totais de pescado também constam do QUADRO 20. Verifica-se que a adição desses níveis de pescado contribuem com uma porcentagem razoável de sal (3,94% e 7,87%) e uma porcentagem pouco relevante de proteína quando comparada com a base C sem pescado.

2. Taxas de Rehidratação das Bases Protéicas A e C, com e sem Pescado.

O efeito da inclusão do pescado salgado triturado na mistura crua sobre a rehidratação das bases protéicas pode ser observado nas FIGURAS 17 a e 17 b, onde se comparam as bases C e A.

Verifica-se, claramente, que as bases com peixe salgado apresentaram um ganho de água inferior em mais de 50% quando comparado com a rehidratação das bases sem pescado.

O material com pescado era denso e duro rehidratando-se mal tanto a frio quanto a quente. De acordo com EL DASH *et al.* (1982) foi verificado que para produtos de panificação, um teor de sal acima de 2% exerce um efeito inibidor na levedura usada na fermentação da massa. Provavelmente o teor de sal fornecido pelo pescado afetou negativamente a velocidade de formação de gás e a obtenção de uma textura mais porosa que beneficiaria a rehidratação das bases protéicas.

A inclusão de mais de 20% de sólidos totais na forma de

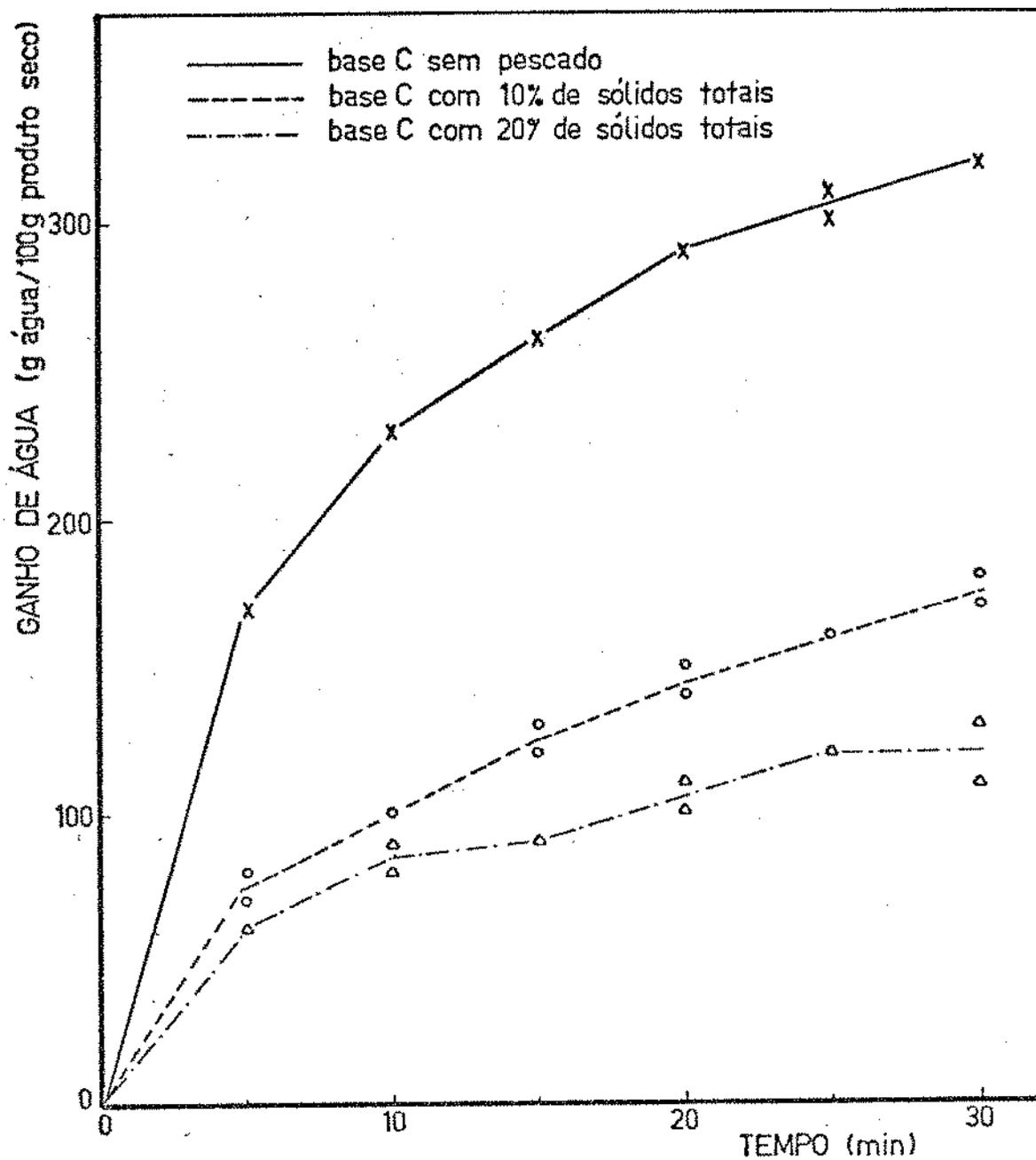


FIGURA 17a - Taxas de rehidratação da base proteica C sem pescado e com 10% e 20% de sólidos totais de peixe.

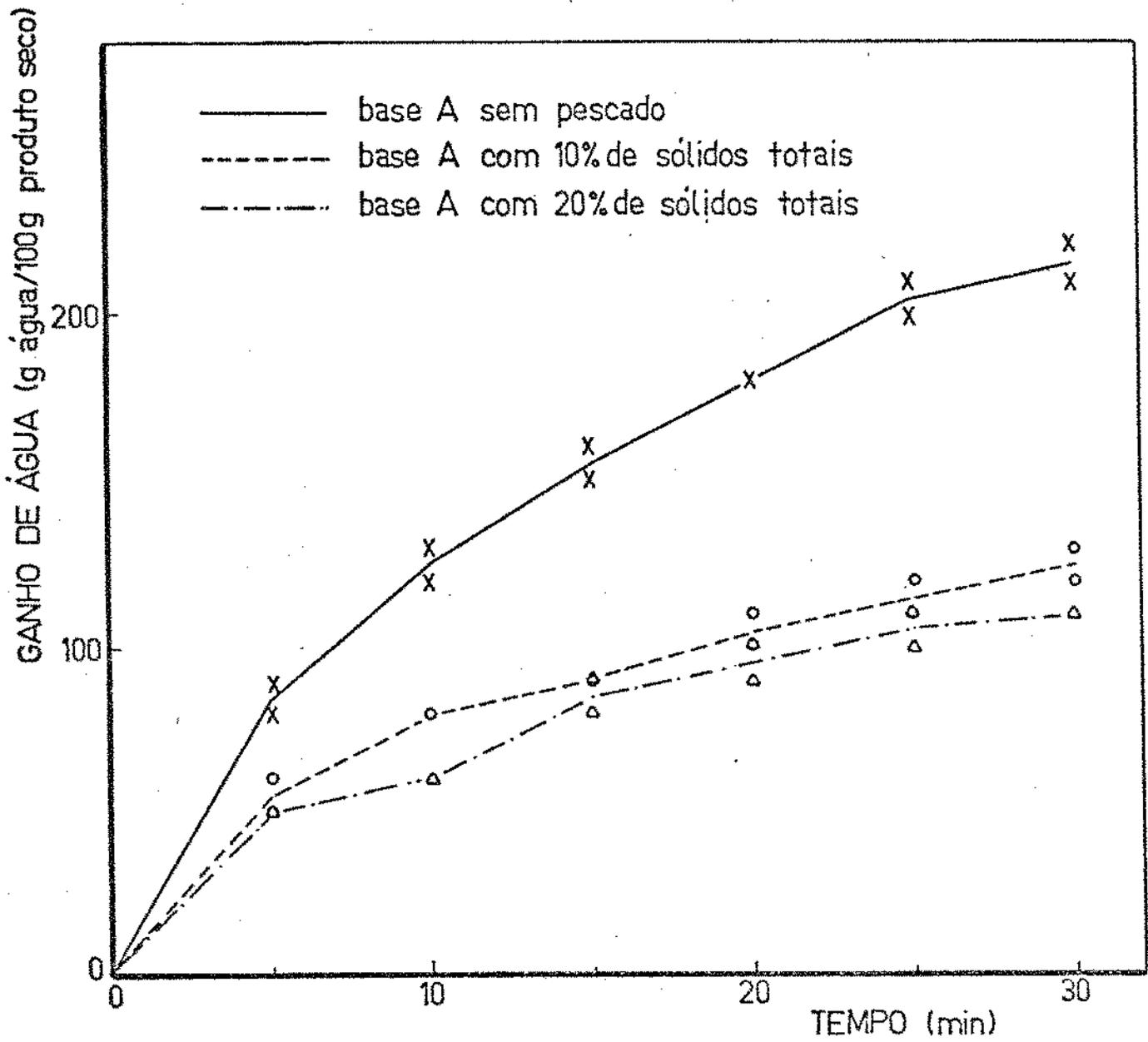


FIGURA 17b - Taxas de rehidratação da base proteica A sem pescado e com 10% e 20% de sólidos totais de pescado.

pescado pioraria ainda mais as propriedades de rehidratação, razão pela qual se descartou a inclusão do pescado diretamente na massa da base

C. ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO QUÍMICA E FUNCIONAL, DO PRODUTO FINAL (BOLINHOS DE PEIXE).

Após comparar os efeitos negativos da incorporação do pescado salgado triturado na massa crua, decidiu-se preparar a base protéica até o cozimento (etapa 6 do Fluxograma da FIGURA 5) e adicionar o pescado nesta fase, para a confecção dos bolinhos de peixe. Devido ao fato de que tanto o pescado salgado quanto a base protéica tem uma umidade em torno de 40 - 45%, a capacidade de adesão entre ambos os ingredientes é pequena. Entretanto, deve-se salientar que ambos os materiais são plásticos e adotam qualquer formato quando submetidos à moldagem por pressão. Mesmo assim, foi necessária a utilização de um elemento ligante na confecção dos bolinhos de peixe.

1. Efeito dos Ligantes na Manutenção do Formato dos Bolinhos de Peixe.

Dentre as várias opções de ligantes testou-se a utilização de gordura vegetal hidrogenada, amido e farinhas gelatinizadas, clara de ovo e misturas desses ingredientes. As quantidades utilizadas foram as menores possíveis para dar liga e não alterar muito

o peso e quantidade de carboidratos já presentes nos bolinhos. O QUADRO 21 mostra as propriedades ligantes dos vários ingredientes avaliadas pela resistência dos bolinhos à desintegração durante a cocção em água fervente por dez minutos.

Deste experimento ficou estabelecido que os ligantes 4, 6 e 7 eram os mais adequados para manter a coesão das partículas após a fervura. Estes resultados encontram confirmação na literatura. ARELLANO (1982) desenvolvendo um produto salgado, prensado e seco à base de carne de cação e farinha de milho, observou uma melhora no esfarelamento do produto após rehidratação quando se usou 10% de clara de ovo como ligante. HORAN (1974) também observa o fato de que apesar da albumina do ovo ser um excelente ligante para fibras trefiladas usadas em muitos produtos análogos de carne, ela apresenta alguma deficiência em produtos simulando carne moída, após rehidratação. O mesmo autor menciona Kjelson que melhorou as características da albumina através da mistura deste ligante com farinha de trigo e farinha de soja desengordurada.

Porém, os ligantes 6 e 7 apresentam a desvantagem de precisar cozimento e resfriamento prévio da farinha antes da mistura com a clara de ovo, sendo esta a escolhida para ligante nos bolinhos de peixe. O teor de clara de ovo não foi objeto de outros estudos pois na proporção de 10% sobre os ingredientes (base + peixe) faz um bom efeito ligante e não introduz demasiada água, que posteriormente teria que ser removida na secagem.

2. Preparo e Secagem dos Lotes 1, 2 e 3 de Bolinhos de Peixe.

Os lotes 1, 2 e 3 foram formulados com a intenção de se verificar a facilidade de dessalga, as propriedades funcionais e

QUADRO 21 - Efeito de vários ligantes na manutenção do formato dos bolinhos de peixe durante a cocção em água fervente por dez minutos.

Ligante	(%)	Desintegração	Aparência/Textura
1. Farinha de trigo gelatinizada	10	Parcial	Esfarelamento superficial, textura firme
2. Amido de milho gelatinizado	10	Parcial	Esfarelamento superficial, textura mole
3. Gordura vegetal hidrogenada	10	Total	Esfarelamento e quebra do bolinho, textura das partículas pouco firme.
4. Clara de ovo fresca	10	Nenhuma	Nenhum esfarelamento, textura firme e elástica.
5. Clara de ovo fresca	10	Nenhuma	Nenhum esfarelamento, textura algo mole.
6. Clara de ovo fresca mais farinha de trigo	10	Nenhuma	Nenhum esfarelamento, textura firme e pouco elástica.
7. Clara de ovo fresca mais farinha de trigo mais soja desengordurada.	10	Nenhuma	Nenhum esfarelamento, textura firme e elástica.

sensoriais, e os problemas de moldagem e secagem que o acréscimo de pescado à base protéica poderia acarretar. Os bolinhos, preparados de acordo com III.B.4, foram moldados e desidratados, levantando-se as curvas de secagem que aparecem na FIGURA 18. As condições de secagem foram as mesmas utilizadas para as bases protéicas.

As curvas da FIGURA 18 mostram que para se atingir umidade em torno de 10% são necessárias nada menos do que seis horas aproximadamente. Esse tempo é muito superior ao necessário para secar as bases protéicas puras, mostrado na FIGURA 12, que não excede três horas. Evidentemente, o formato e o tamanho dos bolinhos foi um fator importante para este maior tempo de secagem.

A evaporação nas primeiras horas de secagem se processa nas camadas mais externas do produto. Na secagem prolongada a migração da água das camadas mais internas até a superfície do produto, de onde ela se evaporará, se processa mais lentamente, nas etapas finais da desidratação (BASTOS, 1977). No presente estudo, o limite entre a velocidade constante e velocidade decrescente de secagem (umidade crítica) fica difícil de ser detectado pois a secagem dos bolinhos é mais uniforme.

A secagem é também influenciada pelo efeito de película e a concentração de NaCl, a qual se eleva à medida que caminha a secagem, fixando mais fortemente a água. A umidade adicional devido à clara do ovo também coopera para um pequeno aumento no tempo de secagem.

Esse dado porém, parece estar de acordo com estudos de CONTRERAS GUZMÁN (1984) que secou texturizado de soja com 65% de plasma sanguíneo em estufa com ar circulante a várias temperaturas na faixa de 52 - 70°C. Nestas condições o tempo de secagem não variou muito, ficando em torno de cinco horas. ARELLANO (1982), usando as mesmas condições de secagem desta pesquisa, levou aproximadamen

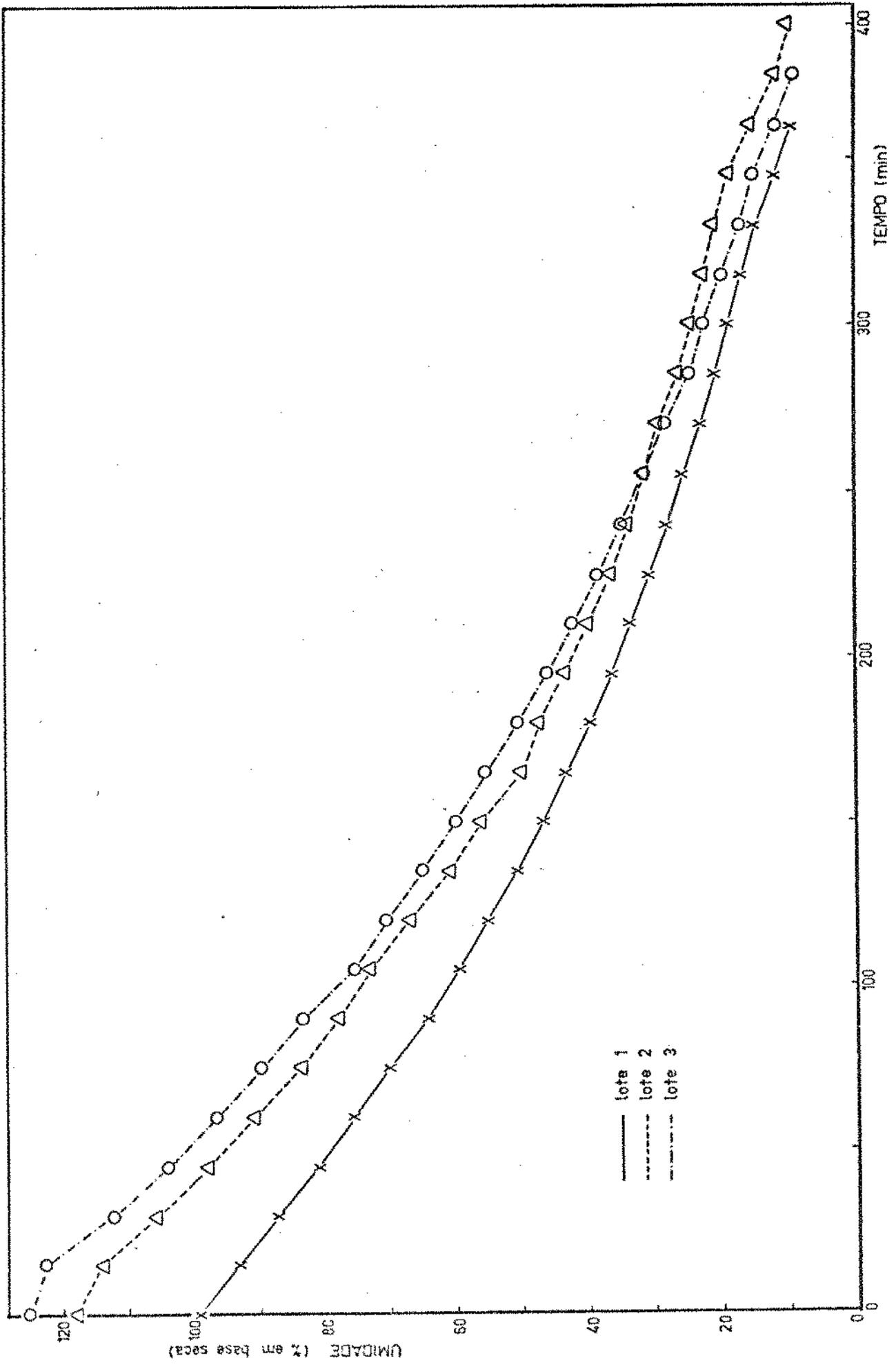


FIGURA 18 - Comparação das curvas de secagem dos lotes 1, 2 e 3 de bolinhos de peixe.

te sete horas para reduzir de 40 para 10% a umidade de um produto (em forma de hamburger) salgado e seco à base de carne de caçãõ e farinha de milho.

De um modo geral, não se observaram diferenças importantes na velocidade de secagem dos três lotes. As diferenças parecem ser resultado das diferenças de umidade inicial e coesão das partículas nos produtos. A velocidade média de evaporação de água foi de 71,80; 77,16 e 81,66 gramas de água/hora/kg de matéria-prima submetida à secagem para os lotes 1,2 e 3, respectivamente. Baseado nisto pode-se concluir que o aumento da porcentagem de pescado salgado favoreceu a secagem.

3. Composição Centesimal dos Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3.

Nos bolinhos de peixe desidratados foi determinada a composição centesimal dos diferentes lotes, a qual aparece no QUADRO 22.

O teor de lipídios dos três lotes é muito baixo em função das matérias-primas utilizadas: farinha de soja desengordurada, peixe magro, farinha de trigo e ovalbumina; esta baixa porcentagem de lipídios minimizarã os problemas de peroxidação na estocagem. O teor de cinzas inclui a porcentagem de NaCl, portanto, na realidade, este gira em torno de 2%.

4. Relação entre a Taxa de Rehidratação (a quente) e os Teores de Pescado Salgado dos Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3.

O estudo da rehidratação dos bolinhos de peixe secos é mostrado nas curvas da FIGURA 19.

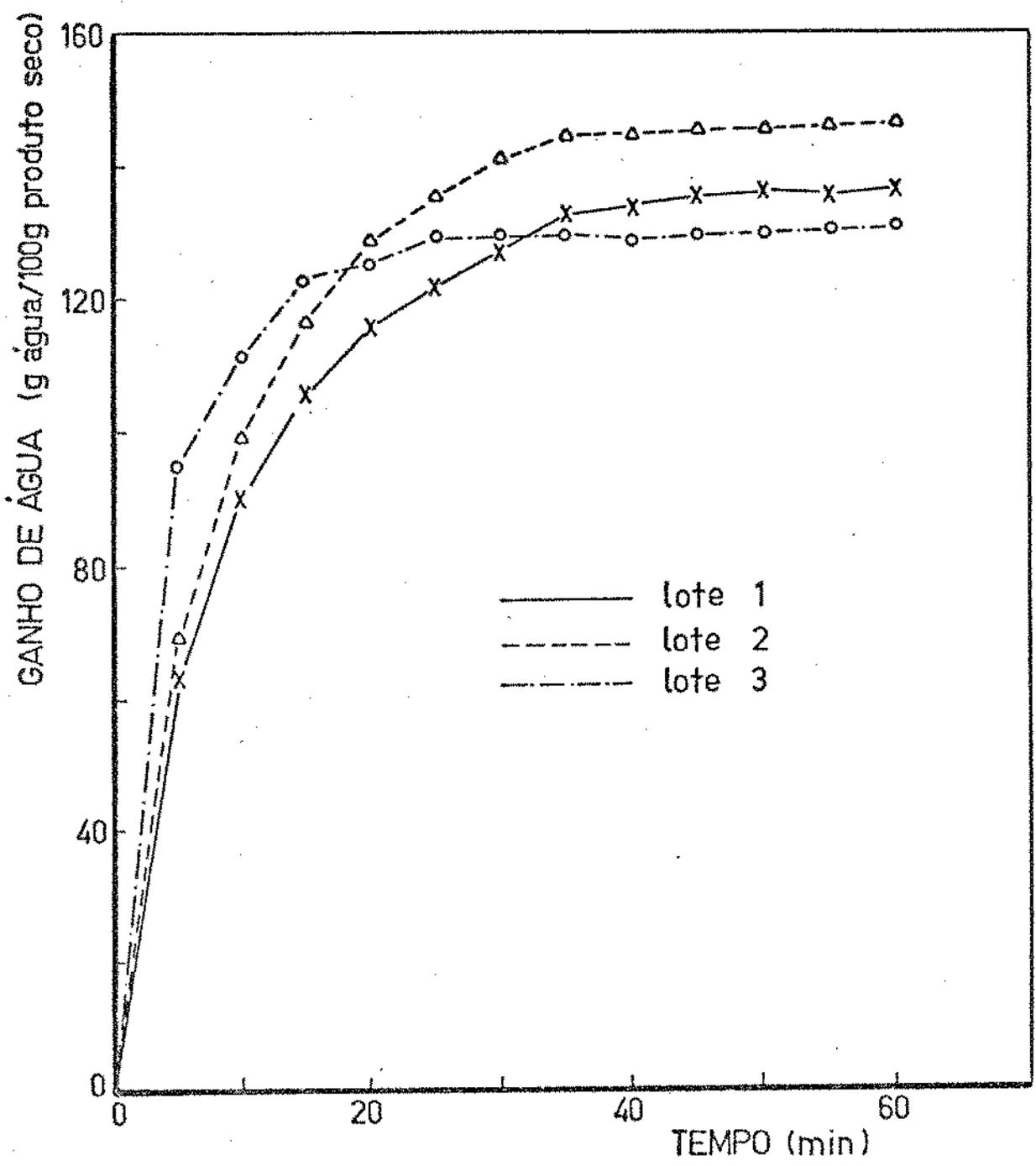


FIGURA 19 - Taxas de rehidratação dos lotes 1, 2 e 3 de bolinho de peixe.

QUADRO 22 - Composição centesimal dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3.

Componentes (%)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Água	49,70	51,50	53,80
Proteínas* (N x 6,25)	36,20	38,50	39,10
Lipídios totais*	0,60	1,10	1,30
Cinzas*	13,90	18,40	23,40
Carboidratos*	49,30	42,00	36,20
NaCl*	12,40	16,50	21,50

* - Valores em base seca.

Observa-se que os bolinhos ganham água rapidamente chegando a praticamente dobrar seu próprio peso nos dez minutos iniciais da rehidratação dando um produto com 50% de umidade. A partir daí, o ganho de água é mais lento ficando após uma hora com teores de água entre 56,5 e 59,4%.

Da FIGURA 19 se percebe ainda que no período inicial de dez minutos as inclinações das curvas de rehidratação obedecem a seguinte ordem: Lote 3 > Lote 2 > Lote 1 indicando que a velocidade de ganho de água é mais ou menos proporcional à quantidade de peixe no produto. Porém, em tempos de hidratação maiores, a influência dos carboidratos das fórmulas passa a ter maior importância. Possivelmente o efeito acelerante inicial é devido ao teor de sal e não exatamente ao teor de proteínas do pescado.

Ao final da rehidratação, obteve-se um produto que pode

ser consumido inteiro, após fritura. O produto não perdeu o formato tendo apenas aumentado o seu volume. Este aumento de volume conferiu ao produto um aspecto e textura semelhantes às de um produto cárneo. Isto parece confirmar os estudos de MURRAY & STANLEY (1980) com co-extrudados de proteína de soja e peixe, que observaram que a textura melhorou com a adição do peixe à soja.

5. Perda de NaCl dos Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3 durante a Rehidratação.

Um aspecto muito importante para o produto em questão é a perda de NaCl (ou velocidade de dessalga) dos bolinhos de peixe que é mostrada nas curvas da FIGURA 20.

Nas condições do teste, a perda de sal é bastante rápida bastando 15 a 20 minutos para deixar os produtos com um teor de sal em torno de 4,5%. Este valor é bastante aceitável pois no preparo final do bolinho reidratado, com molho por exemplo, este sal se distribuiria no total. Teria sido preferível que os bolinhos ficassem menos concentrados em sal, pois a velocidade de dessalga depende do teor inicial de NaCl, porém a necessidade de se empregar pescado salgado em proporções adequadas sensorialmente e nutricionalmente tornou isto inevitável. Porém, é tecnicamente possível se preparar peixes com menores teores de NaCl sem prejudicar sua conservação, possibilidade esta que deve ser estudada no futuro.

Entretanto, podemos afirmar que a rehidratação mostrou-se efetiva na retirada de sal do produto.

O uso de pescado salgado em lugar de fresco, como já mencionado anteriormente, permite uma manipulação mais simples, elimina a necessidade de refrigeração, viabiliza a fabricação do produto nas entresafas e economiza energia de desidratação.

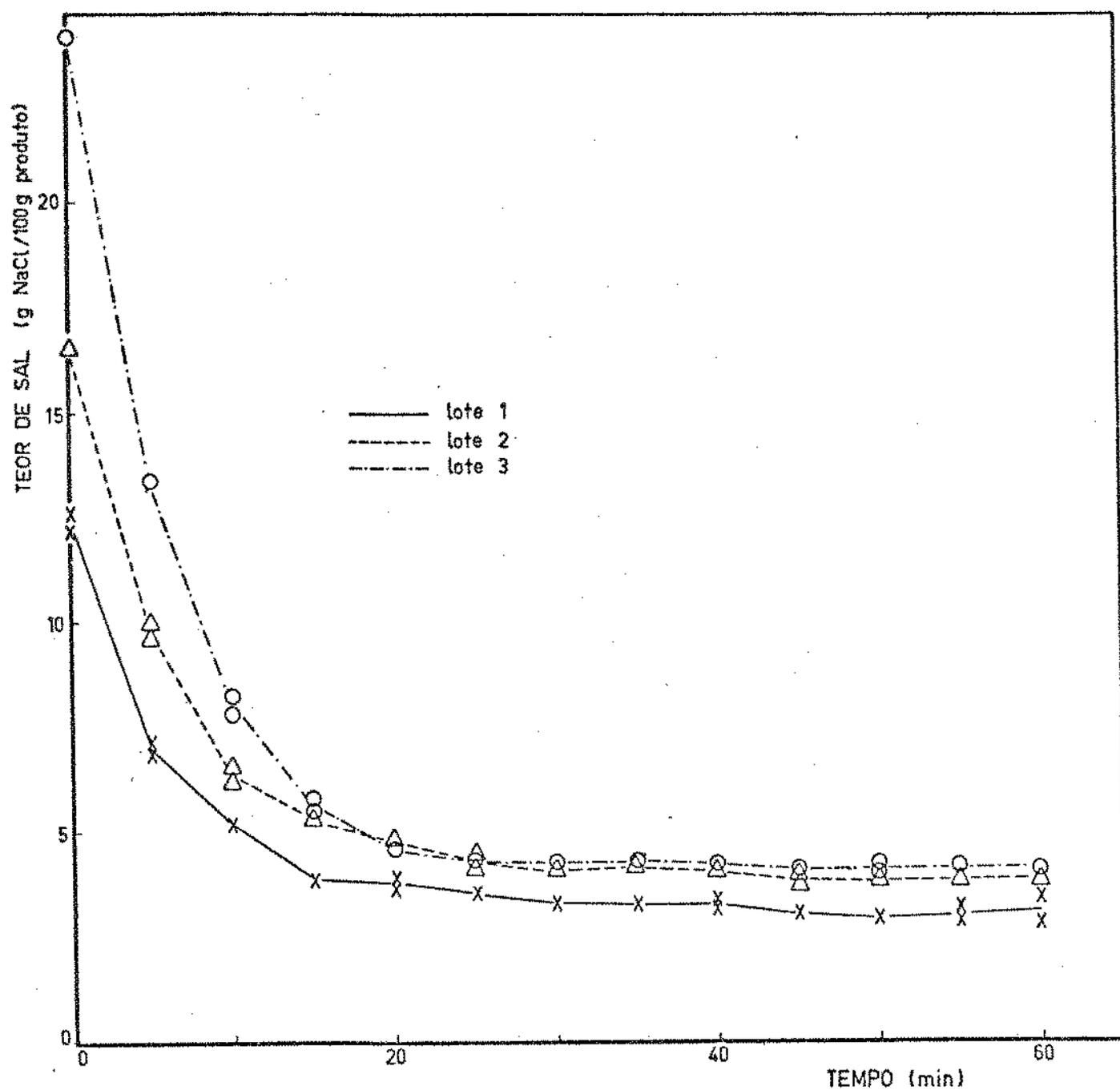


FIGURA 20 - Perda de sal dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3 durante a rehidratação.

D. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO PRODUTO FINAL

O lançamento de um novo produto alimentício não poderia prescindir dos resultados da análise sensorial para a verificação da sua aceitabilidade pelo consumidor. Até que novos métodos sejam desenvolvidos, a medida definitiva da aceitação ou avaliação de propriedades texturais deve ser feita pelo ser humano no produto final permitindo assim o reconhecimento das propriedades texturais dadas pela combinação de todos os ingredientes (WILCKE *et al.*, 1979).

A presente pesquisa visou encontrar no bolinho de peixe uma combinação que comportasse o máximo de farinha de soja desengordurada e texturizada pelo processo descrito em B.2. e o mínimo de peixe salgado triturado, de sorte a manter as características organolépticas de um bolinho típico de peixe, portanto favorecendo o consumo de pescado e oferecendo ao consumidor um produto de custo menor e alto teor protéico.

1. Avaliação do Sabor para os Bolinhos dos Lotes 1, 2 e 3, Fritos e Fritos Adicionados de Molho de Tomate.

O QUADRO 23 mostra as avaliações obtidas para o Sabor nas diferentes fórmulas de bolinho de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate.

A análise de variância revelou que para o sabor há uma diferença significativa entre as amostras dos lotes de bolinhos fritos a nível de 1% e que todas as amostras diferem entre si. A melhor média foi obtida pelas amostras do lote 1 e a pior pelas amostras do lote 3 sendo que as médias das amostras dos lotes 2 e 3 foram bastante baixas. Isto nos leva a crer que a pre

sença do sal em maiores quantidades nas amostras 2 e 3 (16,50 e 21,50 g/100 g de produto seco respectivamente) tenha influído negativamente no sabor do produto. Essa hipótese é corroborada pelos comentários de alguns provadores que acharam as amostras demasiado salgadas.

Nos lotes de bolinhos fritos e adicionados de molho não houve diferença significativa entre as amostras e verifica-se pelos valores médios obtidos que a adição de molho melhorou substancialmente o sabor das amostras 2 e 3 provavelmente mascarando o efeito negativo do sal já descrito acima. Neste caso a utilização de aproximadamente 35% de pescado (Lote 1) já seria suficiente para conferir ao produto um sabor aceitável e característico de pescado.

QUADRO 23 - Resultados médios de sabor para os bolinhos de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate.

Lotes com Diferentes % de Pescado	Sabor	
	Bolinho frito	Bolinho frito mais molho de tomate
1	6,35	5,89
2	3,68	5,94
3	4,61	6,44

2. Avaliação da Textura para os Bolinhos de Peixe dos Lotes 1, 2 e 3 Fritos e Fritos Adicionados de Molho de Tomate.

O QUADRO 24 mostra os resultados obtidos para a textura nos diferentes lotes de bolinhos de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate.

QUADRO 24 - Resultados médios de textura para os bolinhos de peixe fritos e fritos adicionados de molho de tomate.

Lotes com Diferentes % de Pescado	Textura	
	Bolinho Frito	Bolinho frito mais molho de tomate
1	5,98	5,68
2	6,28	6,47
3	6,48	6,67

Com relação à textura, a análise de variância nos revela que não há diferença significativa entre as amostras dos lotes de bolinhos fritos donde se conclui que a inclusão de aproximadamente 35% de peixe (Lote 1) é suficiente para conferir boa textura do produto e que a base protéica texturizada possui boas qualidades de agente extensor contribuindo também positivamente para a textura na proporção utilizada no Lote 1. Entre as amostras a ordem decrescente de preferência entre os lotes foi:

Lote 3 > Lote 2 > Lote 1

Com a adição de molho nas amostras, verificou-se uma diferença significativa entre elas ao nível de 5% e que todas as amostras diferiam entre si. A melhor média foi a das amostras do Lote 3 e a menor a das amostras do Lote 1. A adição do molho provocou um efeito negativo na textura das amostras do Lote 1, que continham a menor porcentagem de pescado, provavelmente devido ao amolecimento dos "grits" de base protéica texturizada presentes em maior quantidade e já rehidratados. Quando comparamos os valores médios destes lotes com os lotes de bolinhos fritos verifica-se que o molho não causou uma mudança significativa na textura dos bolinhos e que apenas melhorou levemente a textura das amostras dos lotes 2 e 3, mantendo a ordem decrescente de preferência acima mencionada.

Podemos concluir que para o caso de bolinhos fritos a utilização de aproximadamente 35% de pescado salgado (Lote 1) é suficiente para produzir um produto final de bom sabor e textura. Para o caso de bolinhos fritos adicionados de molho de tomate essa porcentagem de pescado deve aumentar para aproximadamente 65% (Lote 3) para se obter uma compensação para o amolecimento da amostra e um equilíbrio de sabor, uma vez que apesar do molho neutralizar o gosto de sal excessivo deve-se lembrar que o mesmo também mascara o sabor de pescado do produto.

E. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO PRODUTO FINAL (BOLINHOS DE PEIXE) E DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NA SUA ELABORAÇÃO.

A contaminação microbiana em produtos de peixe salgados ou curados é geralmente baixa a menos que tenha havido uma intensa contaminação da superfície desses produtos. Somente microrganismos halofílicos que não têm significância a nível de saúde pública podem se desenvolver nestes alimentos (NICKERSON & SINSKEY, 1972; SPECK, 1976; International Commission on Microbiological Specification for Foods, 1980). Nos produtos fortemente salgados (mais de 10% de NaCl) a deterioração microbiana pode se dar por microrganismos moderada ou extremamente halófilos (SPECK, 1976; LEITÃO, 1981). Estas bactérias são aeróbias obrigatórias e crescem à temperatura ótima de 37°C (KIZEVETTER *et al.*, 1969). De acordo com NICKERSON, *et al.* (1972) e SPECK (1976) não existem padrões microbiológicos para produtos fortemente salgados, as bactérias halofílicas não são patogênicas ao homem e somente *Staphylococcus aureus* pode oferecer perigo de intoxicação; DEL VALLE, HINOJOSA, BARRERA & DELA MORRA (1973) observaram uma baixa contaminação microbiana em pescado salgado, sendo que a mesma decrescia após dois meses de estocagem; a presença de *Staphylococcus aureus* não foi detectada. WOJTOWICS, FIERHELLER, LEGENDRE & REGIER (1977) também observaram crescimento reduzido em pescado salgado e seco processado pelo método de salga rápida desenvolvido por Del Valle e colaboradores.

De acordo com a ICMSF (1980) a qualidade microbiológica das massas de cereais pode ser mantida com o uso de ingredientes de boa qualidade e boas condições sanitárias.

O QUADRO 25 apresenta o resultado das contagens totais

de bactérias mesófilas, coliformes, fungos e leveduras para a base protéica C, merluza salgada triturada e bolinhos de peixe desidratados dos Lotes 1, 2 e 3.

QUADRO 25 - Contagem total de bactérias mesófilas, coliformes, fungos e leveduras na base protéica C, na merluza salgada triturada e nos bolinhos de peixe desidratados dos Lotes 1, 2 e 3.

Contagem Total (microrganismos/g)	Base Protéica C	Merluza Salgada Triturada	Bolinho de Peixe		
			Lote 1	Lote 2	Lote 3
Bactérias Mesófilas	$4,45 \times 10^2$	$2,60 \times 10^2$	$9,90 \times 10^3$	$8,50 \times 10^2$	$4,90 \times 10^3$
Coliformes	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Fungos e Leveduras	$1,00 \times 10$	$4,50 \times 10$	$6,5 \times 10$	$1,55 \times 10^2$	$1,25 \times 10^2$

A contagem total de bactérias mesófilas mostra que as condições de processamento dos produtos foram satisfatórias e que estes estão dentro dos padrões microbiológicos exigidos cujos limites de tolerância são de 10^4 e 10^5 microrganismos/g, respectivamente, para proteína de soja texturizada, e produtos que necessitam cocção antes do consumo, de acordo com instruções de uso, conforme a Resolução 20/76 e 14/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA, 1977, 1979).

Na pesquisa de coliformes observou-se a não produção de

gãs, o que indica que os produtos foram elaborados dentro das normas higiênicas compatíveis com as exigências da CNNPA.

Os dados relativos à contagem de fungos e leveduras revelaram que os produtos estão dentro dos limites de tolerância aceitos pela CNNPA e que são de 10^2 e 10^3 microrganismos/g, respectivamente para a proteína de soja texturizada e produtos que necessitam cocção antes do consumo.

O teor de umidade de aproximadamente 10% nos bolinhos de peixe desidratados aliado ao efeito preservador do sal e à baixa atividade de água conseguida através da secagem nos permite inferir que este produto deve se apresentar microbiologicamente estável durante a estocagem à temperatura ambiente.

F. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO PRODUTO FINAL (Bolinhos de Peixe) E DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADOS NO SEU PREPARO.

Na avaliação nutricional dos produtos acima mencionados não se pretende estabelecer valores exatos para a qualidade nutricional dos bolinhos de peixe, mas sim verificar a influência da cocção e secagem na composição de aminoácidos essenciais. Estamos certos de que trabalhos mais detalhados deveriam incluir testes biológicos e determinações de lisina e metionina disponível, assim como determinação de triptofano; porém, para esta primeira fase no desenvolvimento de um novo produto a avaliação do teor de aminoácidos durante o preparo e nas misturas finais é considerada suficiente para focalizar as operações críticas do processamento e as proporções mais adequadas dos ingredientes usados. Aminogramas foram feitos com as matérias-primas, produtos intermediários e produto final e são comentados a seguir. Estimativas de escore químico e energia disponível foram feitas para o produto final pronto para consumo e a sua utilização na composição de refeições é também comentada.

1. Composição de Aminoácidos Essenciais da Farinha de Soja Desengordurada, Farinha de Trigo e Base Protéica C. Influência do Tratamento Térmico na Composição de Aminoácidos.

O QUADRO 26 apresenta as quantidades de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) das matérias-primas e da base protéica C que foi selecionada para o preparo dos diferentes lotes de bolinhos de peixe.

Os dados observados para a farinha de trigo e soja desengordurada são muito aproximados dos relatados por EL DASH *et al.* (1982) e LEINER (1977) respectivamente para esses produtos.

A base protéica apresenta um acréscimo dos aminoácidos essenciais em comparação com a farinha de trigo, porém apresenta-se, ainda, com um baixo teor de lisina e aminoácidos sulfurados. Quando comparada com um análogo de carne texturizado (Quadro 13) verificam-se discrepâncias razoáveis para alguns teores de aminoácidos.

A aplicação de calor no processamento de alimentos tem efeitos benéficos e maléficos e um equilíbrio entre os mesmos é necessário para garantir um produto de alto valor nutritivo (BENDER, 1972). De acordo com OSNER & JOHNSON (1968), perdas nutricionais ocorrem quando aminoácidos são destruídos pelo tratamento térmico ou se tornam metabolicamente não disponíveis. As causas dessas perdas podem ser a interação com carboidratos ou lipídios presentes nos alimentos, embora existam relatos dessas perdas também na ausência desses ingredientes. O mesmo autor observa que, de um modo geral, pequenos danos ocorrem quando a temperatura usada é menor ou igual a 100°C e o período de aquecimento de aproximadamente

QUADRO 26 - Composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da farinha de soja desengordurada, farinha de trigo e da base protéica C. (g/16g N)

Aminoácidos Essenciais	Farinha de Soja Desengordurada	Farinha de Trigo	Base Protéica C
Histidina	2,40	2,00	2,20
Isoleucina	4,60	3,30	4,60
Leucina	7,60	6,90	7,00
Lisina	6,40	1,80	3,40
Metionina	1,30	1,70	1,30
Cistina	1,79	1,40	1,50
Fenilalanina	5,00	5,10	4,90
Tirosina	3,50	2,90	2,70
Treonina	4,40	2,50	3,90
Valina	5,10	4,20	4,60
Total			
Aminoácidos Essenciais	42,09	31,80	36,10
Aminoácidos Sulfurados	3,09	3,10	2,80
Aminoácidos Aromáticos	8,50	8,00	7,60

uma hora. Quando se excedem esses parâmetros, parece claro que quase todos os aminoácidos, especialmente a lisina, podem sofrer redução na sua disponibilidade ou serem destruídos (BENDER, 1972). A umidade e o pH também exercem influência sobre as perdas, mas os dados disponíveis na literatura ainda não possibilitam generalizações (OSNER & JOHNSON, 1968).

Para se calcular a perda de aminoácidos essenciais durante a cocção da base protéica C no forno, seria preciso conhecer qual a composição teórica de aminoácidos da base, calculada a partir de suas matérias-primas levando em conta a contribuição em proteínas de cada ingrediente na proporção 0,5 : 1,0. Com esta informação é possível calcular as mudanças causadas pelo tratamento térmico, que são mostradas no QUADRO 27.

Considerando-se que perdas ou ganhos abaixo de 5% não teriam significância, pois podem ser originados pela adição de levedura ou durante as análises químicas, pode-se concluir que a tirosina, lisina e os aminoácidos sulfurados são os mais afetados pelo calor de cocção. Com relação aos dois últimos, a conclusão é concorde com as observações de vários autores citados em OSNER & JOHNSON (1968), BENDER (1972) e JANSEN (1974). A base protéica é ainda pobre nestes aminoácidos que deverão ser fornecidos pela mistura com pescado salgado.

O tratamento térmico destrói parcialmente aminoácidos nobres mas é indispensável para texturizar a base protéica e inativar fatores antinutricionais que possam ainda existir na farinha de soja desengordurada.

QUADRO 27 - Mudanças na composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da base protéica C, atribuídas à cocção em forno.

Aminoácidos Essenciais (g/16g N)	Base Protéica C (experimental)	Base Protéica C (teórica)	Perda ou ganho de aminoácidos (%)
Histidina	2,20	2,30	-4,40
Isoleucina	4,60	4,50	+2,20
Leucina	7,00	7,40	-5,40
Lisina	3,40	5,40	-37,00
Metionina	1,30	1,40	-7,10
Cistina	1,50	1,66	-9,60
Fenilalanina	4,90	5,10	-3,90
Tirosina	2,70	3,20	-15,60
Treonina	3,90	3,80	+2,60
Valina	4,60	4,80	-4,20
<hr/>			
Total (g/16g N)			
Aminoácidos Essenciais	36,10	39,56	-8,74
Aminoácidos Sulfurados	2,80	3,06	-8,49
Aminoácidos Aromáticos	7,60	8,30	-8,40

2. Composição de Aminoácidos Essenciais do Pescado Salgado Triturado e dos Lotes 1, 2 e 3 de Bolinhos de Peixe. Perda de Aminoácidos na Secagem e Comparação com Padrões Internacionais.

A mistura da base protéica C com merluza salgada triturada para a confecção dos bolinhos de peixe permite obter uma melhor composição de aminoácidos essenciais conforme se observa no QUADRO 28.

A simples observação do total de aminoácidos essenciais nos dá uma idéia imediata do efeito benéfico do pescado na mistura. Nota-se um acréscimo evidente no teor de aminoácidos sulfurados e de lisina, que mesmo nos bolinhos contendo a menor quantidade de peixe (Lote 1) já se encontra em teores acima do padrão da FAO/WHO (1973) que é 5,50 g/16g N). Essa observação é também feita por MURRAY & STANLEY (1980) que verificaram acréscimos de vários aminoácidos, principalmente lisina e metionina, em co-extrudados de proteína de soja e peixe.

A composição em aminoácidos da merluza salgada também é bastante aproximada da apresentada pelo mesmo autor para o bacalhau salgado usado no experimento com os co-extrudados.

A lisina, livre ou ligada, pode ser destruída durante o tratamento térmico ou não ficar metabolicamente disponível devido à reação de Maillard, envolvendo os grupos épsilon-amino da lisina e formando ligações que não são hidrolisadas durante a digestão (BENDER, 1972; JANSEN, 1974). Outras interações proteína-proteína (ligações C-N), independentes da presença de substâncias redutoras podem também causar perdas nutritivas (BENDER, 1972).

Apesar do teor de lisina ser bastante alto nos bolinhos desidratados é de se esperar perda deste aminoácido durante a secagem dos bolinhos. Esta informação se encontra no QUADRO 29.

QUADRO 28 - Composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) da base protéica C, do pescado salgado e dos lotes 1, 2 e 3 de bolinhos de peixe desidratados.

Aminoácidos Essenciais (g/16g N)	Base Protéica C	Merluza salgada	Bolinhos de Peixe		
			Lote 1	Lote 2	Lote 3
Histidina	2,20	2,20	2,40	2,40	2,50
Isoleucina	4,60	5,00	4,50	5,10	5,00
Leucina	7,00	7,80	6,90	8,30	8,30
Lisina	3,40	9,70	5,80	6,40	7,30
Metionina	1,30	3,10	2,10	2,80	2,90
Cistina	1,50	1,08	1,09	0,93	0,95
Fenilalanina	4,90	3,90	4,40	4,70	4,70
Tirosina	2,70	3,20	3,10	3,40	3,70
Treonina	3,90	4,20	4,10	4,10	4,10
Valina	4,60	5,10	4,70	5,70	5,70
Total (g/16gN)					
Aminoácidos Essenciais	36,10	45,28	39,00	43,83	45,15
Aminoácidos Sulfurados	2,80	4,18	3,19	3,73	3,85
Aminoácidos Aromáticos	7,60	7,10	7,50	8,10	8,40

QUADRO 29 - Perda de lisina durante a secagem dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3.

Bolinhos de Peixe	Teores de Lisina (g/16 g N)		Perda de Lisina (%)
	Experimental	Teórico	
Lote 1	5,80	6,40	9,40
Lote 2	6,40	7,40	13,50
Lote 3	7,30	8,20	11,00

Verifica-se que a perda média de lisina durante a secagem dos bolinhos (11,3%) é um valor bastante menor que o da perda de lisina durante a cocção da base protéica C (37,0%) no forno. A secagem não causou outras mudanças importantes na composição de aminoácidos dos bolinhos. Alguns teores aumentaram provavelmente, devido à contribuição da clara do ovo que na proporção utilizada contribuiu com 1,11 g de proteína de excelente composição de aminoácidos essenciais. Contudo, no caso da lisina, a proteína da clara não contribuiu para um aumento pois apresenta 6,64 g de lisina/16 gN contra 9,7 g/16 g N encontrados no peixe, fazendo, portanto, o efeito de diluição. O contrário ocorre com os outros aminoácidos especialmente os sulfurados que apresentaram um aumento médio de 9,50% com respeito às porcentagens teóricas obtidas para os bolinhos a partir de seus ingredientes principais originais: base protéica e pescado salgado.

Uma comparação da composição de aminoácidos essenciais (exceto triptofano) dos três lotes de bolinhos com os teores mínimos recomendados pela FAO/WHO (1973) pode ser encontrado no QUADRO 30.

QUADRO 30 - Proteína padrão e valores de Escore Químico da Base protéica C, merluza salgada e bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3.

Aminoácidos Essenciais	Proteína Pa- drão FAO/WHO 1973 (g/16g N)	Escore Químico				
		Base C	Merluza salgada	Bolinhos Lote 1	Bolinhos Lote 2	Bolinhos Lote 3
Isoleucina	4,00	115	125	113	113	113
Leucina	7,00	100	111	98,6	119	119
Lisina	5,50	61,8	176	106	116	133
Metionina + Cistina	3,50	80,0	119	90,0	106	109
Fenilalanina + Tirosina	6,00	127	118	125	135	140
Treonina	4,00	97,5	105	103	103	103
Valina	5,00	92,0	102	94,0	114	114

Os dados indicam que os três lotes estão dentro dos padrões recomendados se observarmos o teor total dos aminoácidos essenciais. Observando-se valores individuais notamos pequenas diferenças abaixo da proteína padrão para os bolinhos do lote 1.

3. Escore Químico das Matérias-Primas e do Produto Final Pronto para Consumo

O Escore Químico do produto final pronto para o consumo (reidratado e reidratado e frito) foi calculado conforme a definição citada na revisão bibliográfica, usando-se a composição de aminoácidos do produto pronto desidratado, uma vez que BENDER (1972) observa que a fervura em excesso de água não causa danos à proteína do alimento.

No QUADRO 30 observam-se os valores de Escore Químico calculados para todos os aminoácidos essenciais da base protéica C, merluza salgada e dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3.

Considerando-se que a proteína padrão tem Escore Químico 100 (FAO/WHO, 1973) observa-se que somente a base protéica C e os bolinhos do lote 1 têm valores menores (61,8 e 90 respectivamente) sendo que os bolinhos estão muito próximos da proteína ideal. Isto quer dizer que essas proteínas são 61,8% e 90% tão eficientes quanto a proteína padrão em relação às necessidades humanas de aminoácidos essenciais (LIENER, 1972). Os aminoácidos limitantes são a lisina e os sulfurados respectivamente para a base C e os bolinhos do lote 1. Todos os outros valores calculados foram maiores que o valor ideal 100.

4. Composição Centesimal e Energia Disponível do Produto Final Pronto para Consumo.

O QUADRO 31 apresenta os dados de composição centesimal e energia disponível para os bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3 após rehidratação e após rehidratação e fritura em óleo de milho.

A energia disponível foi calculada através da aplicação dos fatores de Atwater (FAO/WHO, 1973) que são 4 kcal, 9 kcal e 4 kcal por grama de proteína, gordura e carboidratos, respectivamente.

Observa-se que o teor de lipídios aumentou aproximadamente 9 - 10 vezes com a fritura, conseqüentemente elevando o valor energético dos bolinhos dos lotes 1, 2 e 3 em, respectivamente, 78,36%, 82,32% e 83,29%.

5. Estimativas de NDPCAL % para os Bolinhos de Peixe e sua Utilização na Composição de Dietas.

Uma avaliação nutricional mais completa dos bolinhos de peixe deverá ser assegurada através de testes biológicos com animais e seres humanos. Porém, baseado em dados desta pesquisa e da literatura é possível ter-se uma idéia do balanço calórico-proteico do produto através do método do NDPCal % de Platt & Miller. (JANSEN, 1974; DAVIDSON *et al.*, 1975).

Esse ensaio teórico permitiu estimar os seguintes valores de NDPCal %: 24,70%, 30,80% e 31,40% respectivamente para os bolinhos dos lotes 1, 2 e 3 após rehidratação e, 15,50%, 18,80% e 22,20% respectivamente para os bolinhos dos lotes 1, 2 e 3 submetidos à fritura após a rehidratação.

QUADRO 31 - Composição centesimal e energia disponível dos bolinhos de peixe dos lotes 1, 2 e 3 após rehidratação e após rehidratação e fritura em óleo de milho.

Componentes (%)	Bolinhos rehidratados			Bolinhos rehidratados e fritos		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Umidade	68,09	65,33	67,78	56,46	52,44	51,91
Proteínas (Nx6,25)	14,43	16,69	15,79	16,15	18,55	20,33
Lipídeos totais	0,49	0,67	1,12	10,43	12,02	9,31
Cinzas	1,60	3,04	3,48	1,78	3,39	4,49
Carboídratos	15,38	14,27	11,82	15,17	13,60	13,95
Energia (Kcal)	123,65	129,87	120,52	220,55	236,78	220,91

Os valores acima confirmam que o produto é altamente proteico e tem um deficiente balanço calórico-protéico uma vez que os valores estimados são bem superiores ao NDPCal % de manutenção (6-8%) e ao NDPCal % de crescimento (8-10%) citados em FAO/WHO (1976). De fato, o produto não foi elaborado para ser consumido sozinho e sim fazer parte de uma refeição acompanhado por exemplo de molho, arroz, batata, pão ou outros alimentos que dariam a refeição o equilíbrio necessário de calorias e proteínas. Tudo parece indicar, portanto, que os bolinhos de peixe se prestam a compor dietas que atingirão os padrões nutricionais recomendados, se formuladas com alimentos complementares e com o cuidado que a composição de uma dieta exige.

V. CONCLUSÕES

- As bases protéicas testadas 1:1, 0,75:1, 0,50:1 e 0,25:1 (farinha de soja : farinha de trigo) apresentaram teores protéicos 34,02%, 31,96%, 28,70% e 24,10%, respectivamente. A proporção 0,50:1 foi considerada a mais adequada em termos de composição química e propriedades funcionais para a elaboração de bolinhos de peixe.
- O aumento do teor de farinha de soja nas bases causou uma diminuição do volume específico, velocidade de secagem, capacidade de absorção de água e taxa de rehidratação e um aumento da resistência das mesmas à desintegração durante cocção em água fervente.
- No preparo das bases os fermentos químicos foram menos eficientes que o fermento biológico em relação aos valores de volume específico, capacidade de absorção de água e taxa de rehidratação. A inclusão de gordura vegetal hidrogenada no preparo das bases não produziu melhoras relevantes nestes parâmetros.
- A adição do pescado salgado diretamente na base protéica 0,50 : 1,00 crua, e posterior cocção e secagem da mistura, resultou num produto muito denso e de baixa rehidratação. Ao contrário, a adição do pescado salgado na base, previamente cozida, produziu um bolinho com estrutura porosa e de rehidratação rápida.
- A secagem dos três tipos de bolinhos levou aproximadamente seis horas para atingir 10% de umidade. Não se observaram diferenças

importantes na velocidade média de secagem dos lotes 1, 2 e 3 que foram respectivamente de 71,80, 77,16 e 81,66 g de água/hora/kg de matéria-prima.

- Os bolinhos desidratados apresentaram teor protéico entre 36,20% - 39,10%, teor de NaCl entre 12,40% - 21,50%, e uma perda de sal na rehidratação bastante rápida bastando 15 - 20 minutos para diminuir o teor de NaCl para 4,5%.
- A rehidratação por dez minutos praticamente dobra o peso dos bolinhos. O produto reidratado não perdeu o formato, aumentou o seu volume e tinha textura parecida à de um produto cárneo.
- Os parâmetros microbiológicos estiveram dentro dos limites exigidos.
- A análise sensorial revelou que aproximadamente 35% de pescado já confere ao bolinho frito bom sabor e textura. Essa porcentagem deve ser 65% para o bolinho frito e com molho de tomate.
- A cocção e secagem da mistura 0,5:1,0 (soja : trigo) causou uma perda de 37,0%, 8,5% e 15,6% de lisina, aminoácidos sulfurados e tirosina respectivamente. Os outros aminoácidos não sofreram mudanças acima de 5%. Comparada com o padrão FAO/WHO a base 0,5:1,0 foi ligeiramente inferior em lisina, sulfurados e valina.
- A mistura da base 0,5:1,0 com pescado salgado para a elaboração de bolinhos, compensou as deficiências dos aminoácidos mencionados, igualando ou excedendo as recomendações da FAO/WHO, apesar da perda de 11,3% de lisina que ocorreu na secagem.

- A energia disponível dos três tipos de bolinhos reidratados aumentou entre 78,4% e 83,3%, com a fritura.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official methods of analysis. 13.ed. Washington, D.C., Association of Official Analytical Chemists, 1980.
- AMANAJÁS, C.C. Trabalho experimental de salga e secagem do cação machote, *carchavinus* sp., processado pelos métodos: salga mista e salga seca. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP, 1978. 22 p. (mimeogr.).
- ANDERSSON, Y. The influence of moisture content on rheological properties of textured soy proteins. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 4. Madrid, Sept. 1974. proceedings. Instituto Nacional de Ciência y Tecnología de Alimentos, 1974. v.2 p.221-229.
- ANON. Crab analog from wheat gluten. Food Eng. Intern. 3(4):43, 1978.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, Rio de Janeiro 43: 384, 1982; 44: 411, 421-422, 440-442.
- ARELLANO, D.B. Desenvolvimento de um produto salgado, prensado e seco à base de carne de cação e farinha de milho. Campinas, 1983. p.21, 38, 42-43. Tese (Mestrado) Fac. Eng. Alim. Agric. Universidade Estadual de Campinas.

- BARTZ, R.L. Soy protein extenders are available to match product texture, colour. Quick Frozen Foods 37(2): 32-33, 1974.
- BASTOS, J.R. Influência da secagem sobre algumas propriedades físico-químicas do músculo de cação branco. Campinas, 1977. p.12, 20, 28, 31. Tese (Mestrado) Fac. Eng. Alim. Agric. - Universidade Estadual de Campinas.
- BEATTY, S.A. & FOUGÈRE, H. The processing of dried salted fish. J. Fish Res. Board. Can. (112): 1-47, 1975.
- BELLO, R.A. & PIGOTT, G.M. A new approach to utilizing minced fish flesh in dried products. J. Food Sci. 44(2): 355, 1979.
- BENDER, A.E. Processing damage to protein food. A review. J. Food Technol. 7(3): 239-250, 1972.
- BERAQUET, N.J. Peixe salgado e seco: um processo rápido de salga. BoI. ITAL 38: 13-27, 1974.
- _____ ; OKADA, M.; FERREIRA, V.L. & MENEZES, H. Um processo rápido de salga e secagem. I) Aspectos de processamento e aceitabilidade. Coletânea do ITAL. 6: 37-50, 1975.
- BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37(8): 911-917, 1959.

BOOKWALTER, G.N.; MUSTAKAS, G.C.; KWOLEK, W.F.; MCGHEE, J.E. & ALBRECHT, W.J. Full-fat soy flour extrusion cooked: properties and food uses. J. Food Sci. 36(1): 5, 1971.

BOTELHO, A.T. & NORT, E. Generalidades sobre o pescado salgado e seco. Conservas de Peixe 262: 19, 24, 1968.

BURGESS, G.H.O. Emerging technology in the fish industry. Quick Frozen Foods Intern. 20(3): 55-56, 129, 1979.

_____. & STANLEY, D.W. A possible mechanism for thermal texturization of soybean protein. Can Inst. of Food Sci. and Technol. J. 9(4): 228-231, 1976.

CAMARGO, C.R.O. O enriquecimento protéico do pão com farinha desengordurada de soja: efeito nas propriedades reológicas da massa e na qualidade do pão. Campinas, 1977. p.42, 124-126. Tese (Mestrado). Fac. Eng. Alim. Agric. - Universidade Estadual de Campinas.

CAMPBELL, M.F. Processing and product characteristics for textured soy flours, concentrates and isolates. J. Am. Oil Chemists' Soc. 58(3): 336-338, 1981.

CASEY, J.F. Designing vegetable proteins to fit market needs. J. Am. Oil Chemists' Soc. 56(3): 398-399, 1979.

CASTELL, C.H.; MACLEAN, J. & MOORE, B. Rancidity in lean fish muscle. IV. Effect of sodium chloride and other salts. J. Fish. Res. Board 22: 929, 1965.

CEGLA, C.F.; MEINKE, W.W. & MATTIL, K.F. Composition and characteristics of aqueous extracted textured vegetable protein flours: soy and cottonseed. J. Food Sci. 42(3): 807-811, 1977.

CNNPA. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº20/76. Brasília, 1977. 7p.

_____. Resolução nº14/78. Brasília, 1979.

CONTRERAS GUZMÁN, E.S. Tecnologia de pescado: anotações de aula. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - UNICAMP, 1977. (mimeogr.).

_____; QUEIROZ, M.I.; ROA, G. & MEJA, J.A. Perspectivas de aplicación de colectores de energia solar para el secado de productos marinhos. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - UNICAMP, 1977. 19p. (mimeogr.).

_____. Desenvolvimento de novos produtos à base de plasma bovino. In: REUNIÃO DO CONSÓRCIO DE INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS NA ÁREA DE NUTRIÇÃO, 5., Campinas, 16-18 dez. 1984. Anais. Campinas, CIBRAN, . p.77-82.

CUTTING, C.L. The influence of drying, salting and smoking on the nutritive value of fish. In: HEEN, E. & KREUZER, R., eds. Fish in nutrition. London, Fishing News, 1962. p.161-179.

DAVIDSON, S.; PASSMORE, R.; BROCK, J.F. & TRUSWELL, A.S. Human nutrition and dietetics. 6.ed. Edinburg, Churchill Livingstone, 1975, p.58, 66-68.

DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. A quick salting process for fish.

I. Evolution of the process. Food Technol. 22(8): 104-106, 1968.

_____ ; HINOJOSA, J.; BARRERA, O. & DELA MORA, R.A. Bacterial counts and rancidity estimates of stored quick-salted cakes. J. Food Sci. 38: 580-582, 1973.

_____. A quick salting process for fish. In: Technical Conference on Fishery Products, Tokyo, 4-11 Dec. 1973. FAO, FII: FP/33/R-10, 50 p., 1973.

EL-DASH, A.A.; MANCILLA DIAZ, N. & CRUZ, R. Trigo: química e controle de qualidade; curso de formação de moleiro jr. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1979. p.80-82.

_____ ; CAMARGO, C.) & MANCILLA DIAZ, N. Fundamentos da tecnologia de panificação. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p.6, 80-84, 135-144. (série tecnologia industrial, 6).

FAO. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Rome, Food Policy and Food Science Service, 1970. 285p. (FAO Nutritional studies, 24).

FAO/WHO. Energy and protein requirements; reports of a Joint FAO/WHO. Ad Hoc Expert Committee. Geneva, WHO, 1973. p.13, 63-65, 72-74, 103. (WHO. Technical report series, 522; FAO. Nutrition meetings report series, 52).

_____. Manual on feeding infants and young children; by M. Cameron and Y. Hofvander. 2.ed. New York, United Nations, 1976. p.168.

- FAVRE, B. Pour une meilleure connaissance des matières protéiques d'origine végétale: principe de fabrication et d'utilisation. Ind. Alim. et Agric. 97(6): 553-558, 1980.
- GALASSI, S. & LERICI, C.R. Il pesce come alimento proteico: sua conservazione e nuove tecniche di utilizzazione. Riv. Sci. Technol. Alim. Nutr. Um. 6(3): 145-152, 1976.
- GEROMEL, E.J. & FORSTER, R.J. Princípios fundamentais em tecnologia de pescados. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p.7- 8, 78, 81 - 84, 87 - 88, 230 - 232. (Série tecnologia industrial, 11).
- GOLDSCHMIEDT, H. Soya proteins in food. Food Trade Review 44 (12): 8, 10 - 13, 1974.
- GRECCHI, D. Salga de peixes. Rev. Nac. da Pesca 14(120): 11 - 13, 1972.
- GUHA, B.C. The role of fish in human nutrition. In: HEEN, E. & KREUZER, R. Fish in nutrition. London, Fishing News, 1962, p. 39-42.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. Adv. Food Res. 10: 356-463, 1960.
- HENNESSEY, J.P. Salted and dried groundfish products. In: Technical Conference on Fish Inspection and Quality Control, Halifax, 15-25 Jul. 1969. FAO-FE: FIC/69/0/15, 6p., 1969.

- HOPKINS, D.T. & STEINKE, F.H. Uses of soy protein in mixed protein systems to meet nutritional needs. J. Am. Oil Chemists' Soc. 58(3): 452 - 455, 1981.
- HORAN, F.E. Meat analogs. In: ALTSCHUL, A.M., ed. New protein foods. New York, Academic Press, 1974. v.1A p.374-375.
- HULSE, J.H. Protein enrichment of bread and baked products. In: ALTSCHUL, A.M., ed., New Protein Foods. New York, Academic Press, 1974. v. 1A p.180 - 182.
- IAFMM. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FISH MEAL MANUFACTURE. Analytical methods for fish meal. Lima, IAFMM/Sociedad Nacional de Pesqueria, 1969. p.26.
- INGRAM, M. & KITCHELL, A.G. Salt as a preservative for foods. J. Food Technol. 2: 1-15, 1967.
- ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microbial ecology of foods. New York, Academic Press, 1980. v.2, p.602, 712.
- IRWIN, M.I. & HEGESTED, D.M. Amino acid requirements of man. J. Nutrition 101: 539 - 566, 1970.
- JACQUOT, R. Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. In: BORGSTRON, G., ed. Fish as Food. N.York, Academic Press, 1961. v.1, p.145 - 205.
- JANSEN, G.R. The amino acid fortification of cereals. In: ALTSCHUL, A.M., ed., New Protein Foods. New York, Academic Press, 1974. v. 1A, cap. 2 p. 40 - 111.

JOUVE, J.L. Les proteines de soja et les denrées alimentaires d'origine animale. Rec. de Med. Vet. 152(1): 9 - 14, 1976.

KHAN, M.N.; RHEE, K.C.; ROONEY, L.W. & CATER, C.M. Bread baking properties of aqueous processed peanut protein concentrates. J. Food Sci. 40(3): 580, 1975.

KIZEVETTER, V.; LAGUNOV, L.; MAKAROVA, T.; MINDER, L. & PODSEVALOV, V. Characteristics of fish as a raw material for industry. In: ZAITSEV, V.; KIZEVETTER, V.; LAGUNOV, L.; MAKAROVA, T.; MINDER, L.; PODSEVALOV, V., eds. Fish curing and processing. Moscow, Mir Publishers, 1969. p. 17 - 91.

KNIES, G. Proteína texturizada de soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A Soja no Brasil. Campinas, Seção de Divulgação - ITAL, 1981. p. 999 - 1001.

KUNITZ, M. Crystallization of a trypsin inhibitor from soybean. Science 101: 668 - 699, 1945.

LABUZA, T.P.; TANNENBAUM, S.R. & KATEL, M. Water content and stability of low-moisture and intermediate-moisture foods. Food Technol. 24(5): 35, 1970.

LEHNINGER, A.L. Bioquímica: componentes moleculares das células; trad. por J. R. Magalhães e outros. 2. ed. São Paulo, Ed. Edgar Blücher, 1976. p. 39 - 43.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia do pescado salgado. Bol. ITAL 16(2): 123 - 147, 1979.

LIENER, I.E. & PALLANSCH, M.J. Purification of toxic substance from defatted soybean flour. J. Biol. Chem. 197: 29-36, 1952.

_____, Nutritional value of food protein products. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds. Soybeans, chemistry and technology. Westport, AVI, 1972. v.1. p.206, 211, 213, 216, 224-226, 232, 245, 248.

LEINER, I.E. Nutritional aspects of soy protein products. J. Am. Oil Chemists' Soc. 54(6): 454A-472A, 1977.

LOPEZ-MATAS, A. Enlatado, curado y otros metodos de preservacion del pescado y elaboraci3n de subproductos; Curso de Capacitaci3n Pesquera. Chile, FAO/ Centro Latino-Americano de Capacitaci3n Pesquera, 1953. p.111-117.

LOVERN, J.A. The lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. In: HEEN, E. & KREUZER, R., eds. Fish in nutrition. London, Fishing News (book) Ltd., 1962. p.88-111.

LYON, L. Propularity of extrusion processing places added demands on flavorings. Food Prod. Develop. 14(1): 58-60, 1980.

MENCIA-MORALLES, F.; NUNES, M.; AMADO, A.L.; SOUZA, R.S. & LEITE, L.N. Avalia3o da ind3stria pesqueira brasileira: capacidade, produ3o e mercado. Bras3lia, FAO/SUDEPE, 1976. (PDP documentos t3cnicos, 20).

MORAES, M.A.C. M3todos para avalia3o sensorial de alimentos. 3.ed. Juiz de Fora, Mosteiro Santa Cruz, 1981. 80p.

- MOORE, K. Soy processing developments spawn improved analogs and extenders. Food Prod. Develop. 14(3): 26-28, 1980.
- MORALES, J.; BOURGES, H. & CAMACHO, J.L. Utilization of soya protein in highly nutritious low-cost products in Mexico. J. Am. Oil Chemists' Soc. 58(3): 374-376, 1981.
- MUNRO, I.C. & MORRISON, A.B. Effects of salting and smoking on protein quality of cod. J. Fish. Res. Board. Can. 22(1): 13-16, 1965.
- MURRAY, B.P.; STANLEY, D.W. & GILL, T.A. Improved utilization of fish protein - co-extrusion of mechanically deboned salted minced fish. Can. Inst. of Food Sci. and Technol. J. 13(3): 125-130, 1980.
- MUSTAKAS, G.C.; GRIFFIN Jr., E.L.; ALLEN, L.E. & SMITH, O.B. Production and nutritional evaluation of extrusion-cooked full-fat soybean flour. J. Am. Oil Chemists' Soc. 41: 607, 1964.
- _____. & SOHNS, V.E. Soy processes, equipment, capital and processing costs. Cereal Foods World 24(8): 320-323, 325 337-339, 1979.
- NICKERSON, J.T. & SINSKEY, A.J. Microbiology of foods and food processing. New York, Elsvier, 1972. p.157-158.
- NOGUCHI, E. Salted and dried marine products. In: Utilization of marine products. Tokyo, Overseas Technical Cooperation Agency, 1972. cap.5, p 57-69.
- OLCOTT, H.S. Oxidation of fish lipids. In: HEEN, E. & KREUZER, R., eds. Fish in nutrition. London, Fishing News, 1962. p.112.
- OSNER, R.C. & JOHNSON, R.M. Nutritional changes in protein during heat processing. J. Food Technol. 3(2): 81-86, 1968.

PEREIRA, L. & CAMPOS, S.D.S. Soya protein products for institutional feeding systems. J. of Am. Oil Chemists' Soc. 58(3): 355-362, 1981.

RACKIS, J.J.; MCGHEE, J.E.; HONIG, D.H. & BOOTH, A.N. Processing soybeans into foods: Selected aspects of nutrition and flavor. J. Am. Oil Chemists' Soc. 52: 249A, 1975.

RAO, V.S. & VAKIL, V.K. Improvement of baking quality of oilseed-enriched wheat flour by addition of gluten and soyalecithin. J. Food Sci. and Technol. 17(6): 259-262, 1980.

RIOS, E.C. Variação estacional da composição química do pescado. Ann. Assoc. Brasil. 16: 1 - 4, 1957.

ROHR, R. A soja: fonte de saúde, longevidade e economia; sua industrialização e seus derivados; palestra; Encontro com a Soja, 2.ª Ponta Grossa, 11-14 maio 1972. São Paulo, Cooperativa Agrícola de Cotia, 1972. p.1-2, 22-23.

_____. A soja: fonte protéica mais importante do mundo atual; poderosa arma contra a subnutrição; palestra; Londrina, s.d. Campinas, s.d. p.1, 11-12.

RONSIVALLI, L.J. The role of fish in meeting the world's food needs. Marine Fish. Review. 38(6): 1 - 3, 1976.

SANCHEZ, J.T. & LAM, R.C. Princípios técnicos de salado y secado del pescado; estúdios químicos de la sal en el litoral. Lima, IMARPE (Instituto del Mar del Peru), 1965. p.3-37. (Informe, 9).

- SAVOY, C.F.; HEINIS, J.L. & SEALS, R.G. Improved methodology for rapid and reproducible acid hydrolysis of food and purified proteins. Anal. Biochem. 68: 562 - 571, 1975.
- SHELEF, L.A. & MORTON, L.R. Soybean protein foods: use and acceptance in institutional feeding. Food Technol. 30(4): 44, 46, 48, 50, 1976.
- SIDWELL, V.D.; LAGALLY, H.R. & AMBROSE, M.E. Nutritional and chemical evaluation of various fish and shellfish proteins. Abstracts of papers. Am. Chem. Soc. 168, AGFD 66, 1974.
- SIMMONDS, D.H. Wheat gluten: food for thought - thoughts for food. Food Technol. in Austr. 28(3): 84 - 86, 1976.
- SLAVIN, J.W. Outlook on the future developments in the refrigeration and freezing of fish. In: INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION. Advances in the refrigerated treatment of fish. Boston, 1981. p.589-594. (Commissions C2, D1, D2, D3).
- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Historical background. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds., Soybeans, chemistry and technology. Westport, AVI, 1972a. v.1 p.22.
- _____ & _____. Chemical composition of the seed. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds., Soybeans, chemistry and technology. Westport, AVI, 1972b. v.1 p.64, 67 - 68, 73, 75 - 76, 86.
- _____ & _____. Processing soy flours, proteins concentrates and protein isolates. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., eds., Soybeans, chemistry and technology. Westport, AVI, 1972c. v.1, ch.3, p. 294 - 338.

- TRAVAGLINI, D.A. & VITTI, P. Soja em farinhas e produtos desidratados de preparo rápido. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., eds. A Soja no Brasil. Campinas, Seção de Divulgação - ITAL, 1981. p.872 - 880.
- UMEMOTO, S. Fundamentals of chemical experiments. In: Utilization of marine products. Tokyo, Overseas Technical Coop., 1972.
- VAN DENOVER, R. Soy protein improves fabricated fish fillets. Food Eng. Intern. 2(4): 47, 1977.
- VITTI, P. & LEITÃO, R.F.F. Massas alimentícias e pães enriquecidos com soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. eds. A Soja no Brasil. Campinas, Seção de Divulgação - ITAL, 1981. p.881 - 885.
- VOSKRESENSKY, N.A. Salting of herring. In: BORGSTROM, G., ed. Fish as Food. New York, Academic Press, 1965. v.3, p.107 - 131.
- WAGGLE, D.H.; DECKER, C.D. & KOLAR, C.W. Soya products in meat, poultry and seafood. J. Am. Oil Chemists' Soc. 58(3): 341 - 343, 1981.
- WATANABE, T.; EBINE, H. & OKADA, M. New protein food technologies in Japan. In: ALTSCHUL, A.M., ed. New protein foods. New York, Academic Press, 1974. v.1A cap.9 p.415-450.
- WATERMAN, J.J. The production of dried fish. Rome, FAO, 1978. 52p. (FAO Fisheries Technical papers, 160).
- WHITAKER, D.R. World fisheries situation. Quick Frozen Foods Intern. 1: 68 - 70, 1980.

WHITAKER, D.R. The most epochal event in the history of world fisheries development. Quick Frozen Foods Intern. 1: 124 - 129, 1981.

WILCK, H.L.; WAGGLE, D.H. & KOLAR, C.K. Textural contribution of vegetable protein products. J. Am. Oil Chemists' Soc. 56(3): 259 - 261, 1979.

WOJTOWICZ, M.B.; FIERHELLER, M.G.; LEGENDRE, R. & REGIER, L.W. A technique for salting lean minced fish. Halifax, Department of Fisheries and Environment, 1977. 75p. (Fisheries and Mariner Service. Technical Report nº 731).

WOOD, P.S. & FRANKLIN, J.E. Texturised soya proteins. Food Proc. Ind. 43(516): 32 - 33, 1974.

ZAITSEV, V. Salting and marinading. IN: ZAITSEV, V.; KIZEVETTER, I.; LAGUNOV, L.; MAKAROWA, T.; MINDER, L. & PODSEVALOV, V., eds. Fish curing and processing. Moscow, Mir Publishers, 1969. p. 198 - 260.

ZANGELMI, A.C.B.; TAGLIONATTO, M.A.; DIAS, E.L. & LANGE, D.A. Produtos de Soja: leite, farinha e outros. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p.1 - 6, 17, 22 - 23, 49 - 58. (Série Tecnologia Industrial, 10).