



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR

SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Chefia do CTAA

João Fernando Marques — Chefe

Itamar Cabral de Carvalho Junior — Chefe Adjunto Técnico

Servilho J. Giannetti — Chefe Adjunto de Apoio

CTAA
C 1172
J981

2
—
21
—



SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Lair Chaves Cabral

Químico, M.S. em Tecnologia de Alimentos, Pesquisador do CTAA

Regina Celia Della Modesta

Engenheiro Agrônomo, M. S. em Ciência dos Alimentos, Pesquisador do CTAA

Unidade: AI - sede	
N.º Ous.	
Origem: Doação	
N.º Registro: 497105	

EDITOR: Comitê de Publicações do CTAA/EMBRAPA
Endereço: Rua Jardim Botânico 1024 - Parte
22.460 Rio de Janeiro, RJ.

Cabral, Lair Chaves

A soja na alimentação humana por Lair Chaves Cabral e Regina Célia Della Modesta. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CTAA, 1981. ...p. 54 (EMBRAPA. CTAA.Documentos, 1)

1. Soja - Alimentação Humana-Usó. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rio de Janeiro, RJ. II. Modesta, Regina Célia Della. colab. III. Título. IV. Série.

APRESENTAÇÃO

Com o presente trabalho o Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar da EMBRAPA, inaugura a série "Documentos" que periodicamente será colocada à disposição da comunidade técnico-científica contendo informações relevantes sobre a tecnologia de alimentos.

"Soja na Alimentação Humana" vem coroar os esforços dispendidos pelos pesquisadores de diversas instituições na busca de alternativas tecnológicas para o uso da soja na alimentação humana.

Os números subsequentes objetivarão também dar a mais ampla divulgação possível sobre importantes aspectos relacionados à tecnologia de alimentos e de suma importância para o país.

João Fernando Marques

Chefe do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRITIVO.	5
OBTENÇÃO E USO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DE SOJA.....	12
1. Produtos não desengordurados.....	13
1.1. Farinha de soja integral.....	13
1.2. Bebida de soja.....	17
1.3. Soja tostada.....	20
1.4. Soja frita.....	21
1.5. Soja cozida.....	23
2. Produtos do óleo bruto.....	25
2.1. Lecitina.....	25
2.2. Óleos refinado e desodorizado.....	27
3. Produtos do farelo desengordurado cru.....	29
3.1. Farinha de soja desengordurada.....	29
3.2. Concentrado protéico.....	31
3.3. Isolado protéico.....	31
3.4. Proteína vegetal texturizada.....	35
4. Produtos de tradição oriental.....	37
4.1. "Shoyu".....	38
4.2. "Miso"	40
4.3. "Natto".....	42
4.4. "Tempeh".....	44
4.5. "Sufu".....	47
4.6. "Tofu".....	48

4.7. "Kori-tofu".....	48
4.8. "Yuba".....	49
4.9. "Kinako".....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

R E S U M O

No Brasil e na maioria dos países em desenvolvimento, a deficiência proteica é um dos principais problemas dietéticos. Atualmente, uma das melhores soluções para esse problema é a soja, pois representa a melhor fonte de proteína dentre os vegetais comuns e também constitui-se na proteína de mais baixo custo que se conhece.

Este trabalho de revisão mostra a composição, o valor nutritivo, a tecnologia e os usos da soja e de seus principais derivados, visando dar subsídios para que este alimento venha a ser mais utilizado e assim contribuir para minorar a subnutrição.

A B S T R A C T

Most of the developing countries, including Brazil, still have protein deficiency in the diet certain population groups. Soybean is presented today as part of the solution to this problem, since it is a good protein source of low cost.

This paper reviews the chemical composition, the nutritive value and the technology of soybeans and its products. Its intention is to contribute to a larger scale utilization of soybeans.

INTRODUÇÃO

A deficiência protéica é um dos principais problemas dietéticos encontrados nos países em desenvolvimento. Embora os produtos de origem animal constituam a melhor fonte de proteína, o seu alto custo e a sua limitada disponibilidade restringem o seu uso, principalmente pelas classes menos favorecidas. Conseqüentemente, é necessário e urgente que se incentive o uso de proteína vegetal, de baixo custo e de boa qualidade²¹. Atualmente uma das melhores respostas para esse problema é a soja, pois, representa a melhor fonte de proteína dentre os vegetais comuns²³ e também constitui-se na proteína de mais baixo custo que se conhece².

O grão de cultivares de soja comercial, além de conter cerca de 40% de proteína, contém aproximadamente 21% de óleo e encerra uma quantidade apreciável de sais minerais, vitaminas e carboidratos¹⁷.

O teor protéico de soja comparado com o do leite (3,5%), feijão (20%) e carne (20%) é realmente bem alto²³.

O teor em óleo de soja, comparado com o do leite de vaca (3,5%) e o do feijão comum (1,5%), é consideravelmente elevado²³.

O fator econômico é bastante importante. Um homem entre 23 e 50 anos requer 56 gramas de proteína e 2.700 calorias por dia²³. Considerando que a soja *in natura* custa aproximadamente Cr\$ 20,00 o kg, o processamento custa mais Cr\$ 20,00 e que uma pessoa necessita de 20% a mais de proteína de soja para obter o equivalente em proteína animal, calcula-se que sua necessidade diária em proteína seria satisfeita com 168 g de soja com 40% de proteína custando apenas Cr\$ 5,72 fornecendo ainda quase 20% de suas necessidades calóricas sem custo adicional.

Considerando-se que a produção de soja no Brasil, da safra de 1979/80,

foi de aproximadamente 15 milhões de toneladas³⁵, observa-se que essa quantidade seria teoricamente suficiente para suprir as necessidades anuais em proteína de mais de duas vezes a população brasileira.

Diante dessas considerações pode-se admitir que a soja possui um enorme potencial para minorar a subnutrição mundial. Assim, esse trabalho visa oferecer subsídios para um melhor aproveitamento da soja na alimentação humana.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRITIVO

Os grãos de cultivares comuns de soja variam da forma quase esférica a alongada ou achatada; e o peso de 100 sementes varia entre 10-20g. A semente contém aproximadamente 8% de casca, 90% de cotilédone e 2% de hipocótilo. A cor da casca varia, do amarelo ao amarelo claro⁹. Existindo, porém, grãos de casca preta e marrom.

A composição química aproximada do grão integral e de seus componentes encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição química de soja em grão e de seus componentes (base seca)

	Componente (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinza (%)	Carboidratos*
Soja integral	-	40,2	21,0	4,9	33,9
Cotilédone	90,3	42,8	22,8	5,0	29,4
Casca	7,3	8,8	1,0	4,3	85,9
Hipocótilo	2,4	40,8	11,4	4,4	43,4

* Calculados por diferença {100 - (proteína + óleo + cinza) }

Ref. KAWAMURA¹⁷

O principal valor da soja na nutrição é devido ao seu alto teor de proteína de boa qualidade. Sua composição em aminoácidos essenciais (Tabela 2), comparada com o padrão da FAO indica que, com exceção dos sulfurados, ela apresenta um bom balanço com respeito aos demais⁹.

TABELA 2 - Composição em aminoácidos de proteína de soja (g/16g nitrogênio)

Aminoácidos	Padrão em aminoácidos(FAO)*	Soja**
Isoleucina	4,2	4,5
Leucina	4,8	7,8
Lisina	4,2	6,4
Metionina	2,2	1,3
Sulfurados		
Cistina	4,2	1,3
Fenilalanina	2,8	4,9
Tirosina	2,8	3,1
Treonina	2,8	3,9
Triptofano	1,4	1,3
Valina	4,2	4,8
Arginina	-	7,2
Histidina	-	2,5
Alanina	-	4,3
Ácido aspártico	-	11,7
Ácido glutâmico	-	18,7
Glicina	-	4,2
Prolina	-	5,5
Serina	-	5,1

* GORDON¹³

** FAO¹¹

O PER (coeficiente de eficiência protéica), da soja quando adequadamente processada, é de aproximadamente 2,0 (80% do padrão caseína cujo PER é 2,5)¹⁵.

O óleo de soja contém cerca de 15% de ácidos graxos saturados e em torno de 85% de ácidos graxos insaturados (Tabela 3). Sendo rico em ácidos graxos essenciais, o óleo de soja encontra-se entre os melhores óleos vegetais usados na dieta humana. Possui ainda um alto teor de tocoferóis e fosfatídios (aproximadamente 1,8%)⁹.

TABELA 3 - Composição em ácidos graxos do óleo de cinco cultivares de soja produzidas no estado de São Paulo - safra 1973

Ácidos graxos	Cultivares de Soja				
	IAC-2	Sta. Rosa	Viçoja	Mineira	Davis
<u>Saturados</u>					
Mirístico	0,08	0,08	0,07	0,09	0,04
Palmítico	10,30	11,60	11,25	10,81	11,06
Palmitoléico	0,12	0,12	0,12	0,05	0,23
Estearico	4,00	3,21	4,37	3,35	3,29
<u>Insaturados</u>					
Oléico	20,83	21,38	21,86	20,59	26,84
Linoléico	58,18	57,27	55,63	58,01	52,95
Linolênico	6,18	6,16	6,27	6,61	5,16
Behênico	0,29	0,19	0,42	0,48	0,40

Ref. COSTA⁹

A soja contém cerca de 34% de carboidratos, mas uma considerável proporção está presente como galactanas, pentosanas, hemicelulose e celulose que são

pobremamente utilizados. Ao contrário de outros legumes, há pouco ou nenhum amido na soja. Entre os açúcares livres, a sacarose, a rafinose e a estaquiase estão presentes em quantidades apreciáveis (Tabela 4)⁹. Esses açúcares (principalmente rafinose e estaquiase) estão associados com a incidência da flatulência, cuja intensidade, depende da microflora do trato intestinal de cada indivíduo²⁵. A produção de gases está relacionada a ausência de atividade da α -galactosidase no mesmo, assim, esses açúcares não digestíveis passam através do intestino grosso, onde são fermentados por microrganismos com a formação de gases¹. Entretanto, isto não apresenta maior problema, pois o povo brasileiro, de um modo geral, está acostumado a ingestão diária de leguminosas tais como feijão, ervilha etc. que também contêm quantidades significantes desses oligossacarídeos¹⁰.

TABELA 4 - Composição em carboidratos de soja

Componentes	Teor médio na soja integral (%)
Celulose	4,0
Hemicelulose	15,0
Estaquiase	3,8
Rafinose	1,1
Sacarose	5,0
Outros açúcares	5,1

Ref. KAWAMURA¹⁷

A soja é uma fonte razoavelmente rica em minerais (Tabela 5), tais como fósforo, ferro e magnésio, sendo uma fonte moderada de cálcio. O fósforo e o cálcio presentes são, entretanto, pouco utilizados devido a quantidade presente

de ácido fítico (ácido inositol hexafosfórico) presente na soja³¹.

TABELA 5 - Composição em minerais da soja

Componentes	Teor (mg/100g)
Cálcio	220-280
Fósforo	590-660
Ferro	8-18
Potássio	340-380
Sódio	1670-2090
Magnésio	220-240
Enxofre	410
Iodo*	0,01
Cobre*	12

* Teores em ppm

Ref. SHURPALEKAR³¹

A soja é uma boa fonte de algumas vitaminas do complexo B, sendo que o teor de tiamina é particularmente alto. Outras vitaminas presentes em quantidades significantes são E e K (Tabela 6)³¹.

Na soja crua, assim como na maioria das leguminosas existem alguns fatores antinutricionais como inibidores da tripsina, hemaglutininas, saponinas, glicósídeos, isoflavonas e fatores antivitaminicos. Entretanto, eles não apresentam problemas, pois são destruídos ou inativados pelo calor úmido, sendo que a velocidade de destruição ou de inativação depende do tamanho da partícula, temperatura e umidade inicial^{9,12}. Inibidores da tripsina, por exemplo, que são os mais resistentes ao calor, podem ser destruídos em soja reidratada (com 50 a

TABELA 6 - Teores de vitaminas de soja

VITAMINA	Teor ($\mu\text{g/g}$ soja)
Tiamina	11,0 - 17,5
Riblofavina	3,4 - 3,6
Niacina	21,4 - 23,0
Piridoxina	7,1 - 12,0
Biotina	0,8
Ácido pantotênico	13,0 - 21,5
Ácido fólico	1,9
Inositol	2300
Colina	3400
Caroteno (como provitamina A)	0,18 - 2,43
Vitamina E	1,4
Vitamina K	1,9

Ref. SHURPALEKAR³¹

60% de umidade) em água em ebulição por apenas 5 minutos. Entretanto, se for usada soja seca são necessários 20 minutos em água em ebulição, para destruir esses inibidores¹².

O tratamento térmico, no entanto, deve ser cuidadosamente controlado para assegurar um melhor valor nutritivo principalmente da proteína. Uma pequena exposição ao calor não inativa todos os fatores antinutricionais. Por outro lado, se o tratamento for muito prolongado, os produtos de soja podem escurecer, havendo uma perda no aproveitamento dos aminoácidos, particularmente da lisina²⁴.

Várias técnicas são utilizadas para verificar a eficiência do processa-

mento térmico. Esta pode ser verificada pela determinação do índice de nitrogênio solúvel (INS), índice de proteína dispersível (IPD) e atividade ureática.

O calor desnatura as proteínas dos produtos de soja, tornando-as menos solúveis em água. Na prática, esta desnaturação é medida pela determinação do INS ou IPD, que mede a solubilidade ou dispersibilidade da proteína em solução comparada a proteína total, sendo expressa em porcentagem. A soja *in natura* apresenta um IPD ou INS em torno de 90% e um produto de soja adequadamente processado possui um IPD ou INS de aproximadamente 20%^{24,26}

Existe na soja uma enzima chamada urease. Sua resistência ao calor é praticamente igual à resistência do fator antripsina. Sendo assim, escolheu-se determinação da atividade ureática dos produtos de soja como sinal para a presença ou ausência do fator antripsina no mesmo, por se tratar de um método menos complicado e menos demorado para a determinação do inibidor de tripsina.

O método padrão para urease dado pelo American Association of Cereal Chemists Methods depende da medida do pH resultante da formação de amônia quando produtos de soja são encubados com solução tampão de uréia. Um produto sem receber tratamento térmico apresenta uma atividade ureática em torno de 2,0, quando adequadamente processado essa atividade residual é de aproximadamente 0,05 a 0,15^{24,26}.

A despeito do alto valor alimentício da soja, o seu uso no Brasil e na maioria dos países ocidentais é limitado, principalmente devido ao sabor e ao odor desagradáveis que certos produtos dessa leguminosa apresentam. Entretanto, tem sido demonstrado que o sabor e odor característicos desses produtos não estão presentes no grão original, mas são o resultado de processo enzimático devido principalmente a ação da lipoxigenase. Foi observado que quando as paredes celulares da soja são rompidas ou danificadas, na presença de umidade, o sabor e o odor desagradáveis se desenvolvem com uma rapidez extraordinária.

Uma vez desenvolvidos sabor e odor, não é mais possível eliminá-los totalmente e nem mascará-los^{22,26}.

Foi comprovado que alimentos preparados com soja podem apresentar um paladar agradável se as enzimas presentes forem inativadas antes de qualquer rompimento dos tecidos do grãos¹⁸. Como os fatores anti-nutricionais, a velocidade de inativação da lipoxigenase depende da temperatura, umidade inicial e tamanho da partícula. Em soja integral com 50% a 60% de umidade um tratamento de menos de 5 minutos em água em ebulição são suficientes para inativá-la¹².

OBTENÇÃO E USO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DE SOJA

A soja, originária da Ásia Oriental, era utilizada como alimento bem antes dos primeiros escritos chineses que datam de 2838 a.C. Até hoje, ela é muito usada pelos povos dessa região³².

Dentre os alimentos mais populares de tradição oriental, estão incluídos os fermentados como "miso", "shoyu", "tempeh", "sufu", "natto" etc, e o "leite" de soja que é consumido ao natural ou na forma de coalhada - "tofu"^{14,32,39}

Nos Estados Unidos, maior produtor mundial de soja, e em outros países ocidentais, a utilização da soja como alimento humano tem seguido caminhos diferentes; com exceção do "shoyu" (molho de soja) nenhum dos outros alimentos orientais é consumido em quantidades significantes. Nesses países os produtos mais importantes são aqueles derivados do farelo desengordurado cru, tais como: farinha, PVT (proteína vegetal texturizada), concentrado protéico, isolado protéico etc., e os derivados do óleo bruto, tais como, óleo de cozinha, margarina, maionese etc³⁹.

A partir da soja pode-se obter 4 grupos distintos de produtos: produtos não desengordurados, produtos do óleo bruto, produtos do farelo desengordurado cru e produtos de tradição oriental (gráfico 1).

1. Produtos não desengordurados:

Os principais produtos não desengordurados obtidos da soja são: farinha integral, bebida de soja ("leite" de soja), soja tostada, soja frita e soja cozida.

1.1. Farinha de soja integral

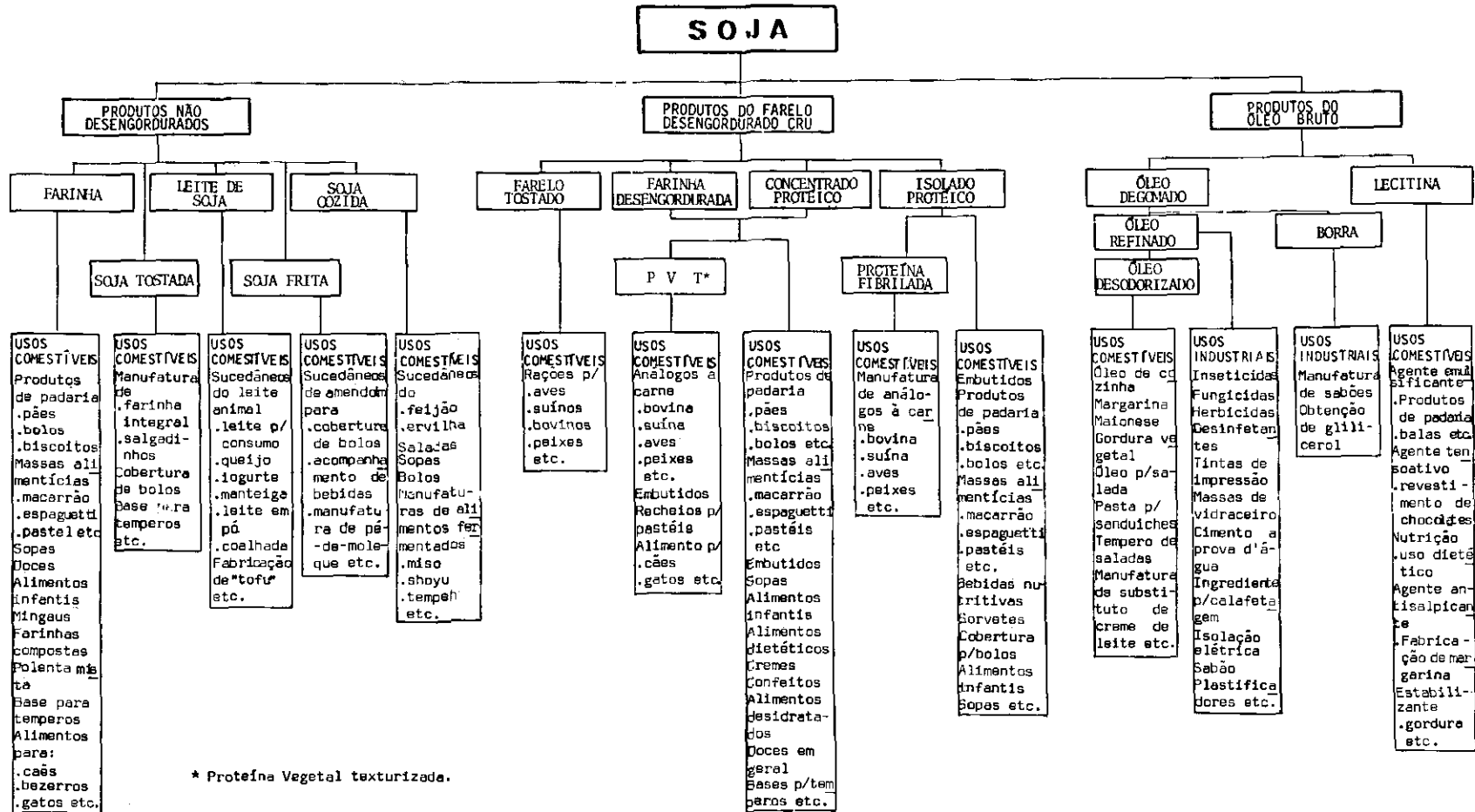
Vários tipos de farinha de soja integral são produzidos no mundo. As mesmas podem ser divididas em duas principais categorias: para usos gerais e para branqueamento em pães³⁶.

Um tipo de farinha de soja integral para uso geral é fabricado pela The British Arkady Co. Ltd.²⁴ (Fig.1). Os grãos de soja selecionados são limpos a seco para remover pedaços de pedra, poeira, sementes estranhas, metais, pedaços de caule etc. Em seguida são lavados para retirar impurezas aderentes e recebem um tratamento térmico em cozedores contínuos, controlados para dar condições adequadas de calor. Esta é a fase mais importante na produção desse tipo de farinha, pois o tratamento térmico necessário para inativar o sistema de enzimas lipoxigenase e os fatores antinutricionais, quando inadequado, diminui o valor nutricional e/ou as qualidades funcionais do produto final.

Depois da secagem dos grãos cozidos, estes são quebrados para soltarem as cascas que são retiradas por um sistema de peneiras e aspiradores, produzindo endosperma puro. Este produto é moído e classificado. A fração grossa retorna para o moinho, sendo a farinha (fração fina que deve passar numa peneira de 100 mesh) levada ao empacotamento.

Os outros tipos de farinha para uso geral, são fabricados pelos mesmos processos básicos, mas pode haver diferença de detalhes, na prática, em dife-

GRÁFICO DE UTILIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA SOJA



rentes fábricas³⁶. Por exemplo, tratamento térmico com vapor ou em água em ebulição, descascamento anterior ou posterior ao tratamento térmico, uma adicional etapa de maceração do grão de soja cru etc.

Estando a fábrica adequadamente equipada, os processos de obtenção da farinha de soja integral não requerem mão-de-obra especializada e o número de operários necessários é relativamente pequeno. Uma fábrica de uma tonelada por hora pode ser operada por quatro homens: dois atendendo a fábrica e dois na embalagem³⁶.

A farinha de soja integral quando adequadamente processada apresenta um excelente valor nutritivo, sendo importante para aplicações na indústria de alimentos. Ela é de grande interesse por causa do valor nutritivo de sua proteína, mas não pode ser negligenciado o fato de que é também uma boa fonte de vitaminas e minerais, e uma excelente fonte de óleo rico em ácidos graxos polinsaturados³⁶.

A composição química de um tipo de farinha de soja integral pode ser observada na Tabela 7.

TABELA 7 - Composição química de uma farinha de soja integral

Componentes	%
Proteína	40,5
Óleo (incluindo lecitinas)	20,5
Umidade	6,6
Fibra	2,3
Cinza	4,5
Carboidratos (por diferença)	25,6

Ref. PRINGLE²⁴

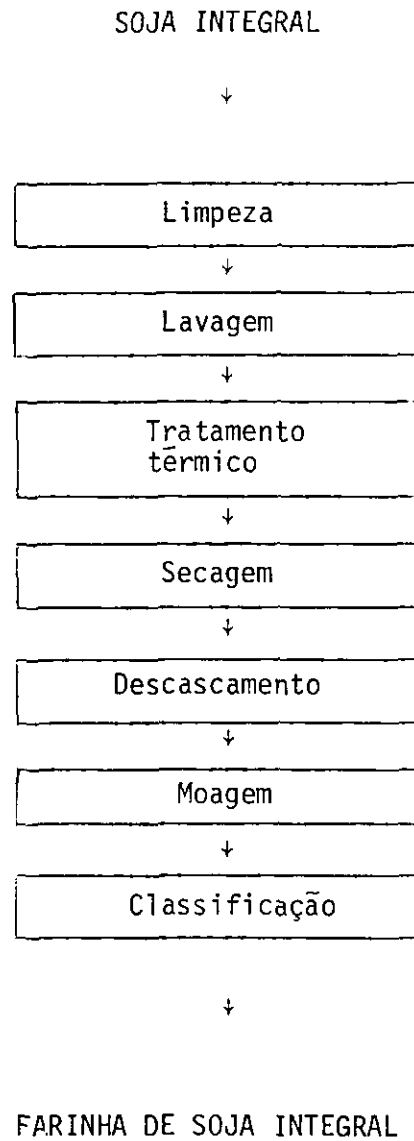


Figura 1 - Fluxograma para produção de farinha de soja integral

Ref. PRINGLE²⁴

Dentre os diversos usos das farinhas de soja integral pode-se citar: considerável aplicação como emulsificante e estabilizante natural em alimentos; massas alimentícias, substituindo ingredientes mais caros como ovo, leite e gordura, bem como estabilizando a estrutura da massa, aumentando a sua umidade e conseqüentemente a vida de prateleira; na elaboração de alimentos infantis; em alimentos dietéticos etc. É também ideal em aplicações especializadas na indústria de rações, principalmente para animais jovens que necessitam de grande quantidade de energia e de proteína para atingir um crescimento máximo²⁴.

As farinhas de soja processadas para branqueamento na indústria de pães, não sofrem tratamento térmico, uma vez que as enzimas presentes devem permanecer ativas até que o processo de branqueamento tenha sido completado. A lipoxigenase fixa o oxigênio atmosférico através da formação de peróxidos. Este oxigênio é utilizado para o branqueamento dos pigmentos da farinha de trigo. Além disso, esse tipo de farinha melhora as qualidades nutricionais do pão e aumenta a sua vida de prateleira²⁴.

1.2. "Bebida" de soja ("leite" de soja)

O "leite" de soja é tradicionalmente obtido no Oriente por maceração dos grãos, trituração com água, tratamento térmico e filtração para remover os sedimentos³⁷. Este produto que é bastante apreciado e muito consumido pelos orientais, tem tido aceitação limitada pelos povos do ocidente. Isto se deve ao sabor e odor indesejáveis provocados principalmente, pelo sistema de enzimas lipoxigenase²².

Como já foi visto, a reação entre enzimas e substrato (lipídios) se processa quando os grãos de soja são danificados na presença de umidade. O sistema de enzimas é facilmente destruído pelo calor, mas como o processo convencional de produção de "leite" de soja se baseia na obtenção do extrato hidros-

solúvel, o calor necessário para inativá-lo insolubiliza parte das proteínas, diminuindo o rendimento em proteínas hidrossolúveis²². Numerosas modificações do processo convencional têm sido feitas para minimizar o problema do sabor e odor, mas nenhuma tem sido realmente efetiva.

Algumas dessas modificações são: trituração com água quente, maceração dos grãos com alcali, trituração com ácidos, adição de flavorizantes etc^{6, 32, 37}. Essas, melhoram o "flavor" (sabor e odor) mas, geralmente, resultam em menor aproveitamento da proteína em relação ao processo tradicional do Oriente^{22, 37}.

Dessas modificações, talvez a mais efetiva seja a desintegração da soja com água em ebulição. Desta forma, obtêm-se concomitantemente, a inativação da maior parte da lipoxigenase antes que possa produzir os compostos responsáveis pelo sabor e odor desagradáveis e a extração de grande parte da proteína antes que se torne insolúvel pelo calor. Com base nessa técnica, foi desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL um processo contínuo para produção de "leite" de soja, quer na forma esterilizada quer na pasteurizada (Fig.2). O "leite" de soja produzido nessas condições apresenta gosto e odor agradáveis que lembram os de cereais⁶.

Com o emprego do processo desenvolvido pelo ITAL obtêm-se para cada quilo de soja descascada, o rendimento médio de 9,3 kg de "leite" (extrato hidrossolúvel) com uma composição média de 3,5% de proteínas, 2,2% de gorduras e 6,5% de sólidos totais, e 1,7 kg de resíduos insolúveis com 15% de sólidos. A composição desse extrato em aminoácidos e ácidos graxos é semelhante à da soja utilizada como matéria-prima e o seu valor nutricional, conforme avaliado pelas determinações de PER (coeficiente de eficiência protéica) e NPR (relação protéica líquida) é de cerca de 75% do da caseína. Esse produto que tem como marca comercial o nome VITAL, obteve média de aceitação de 77% quando testado nos sabores chocolate e baunilha, durante 5 dias, por cerca de 1947 escolares na fai

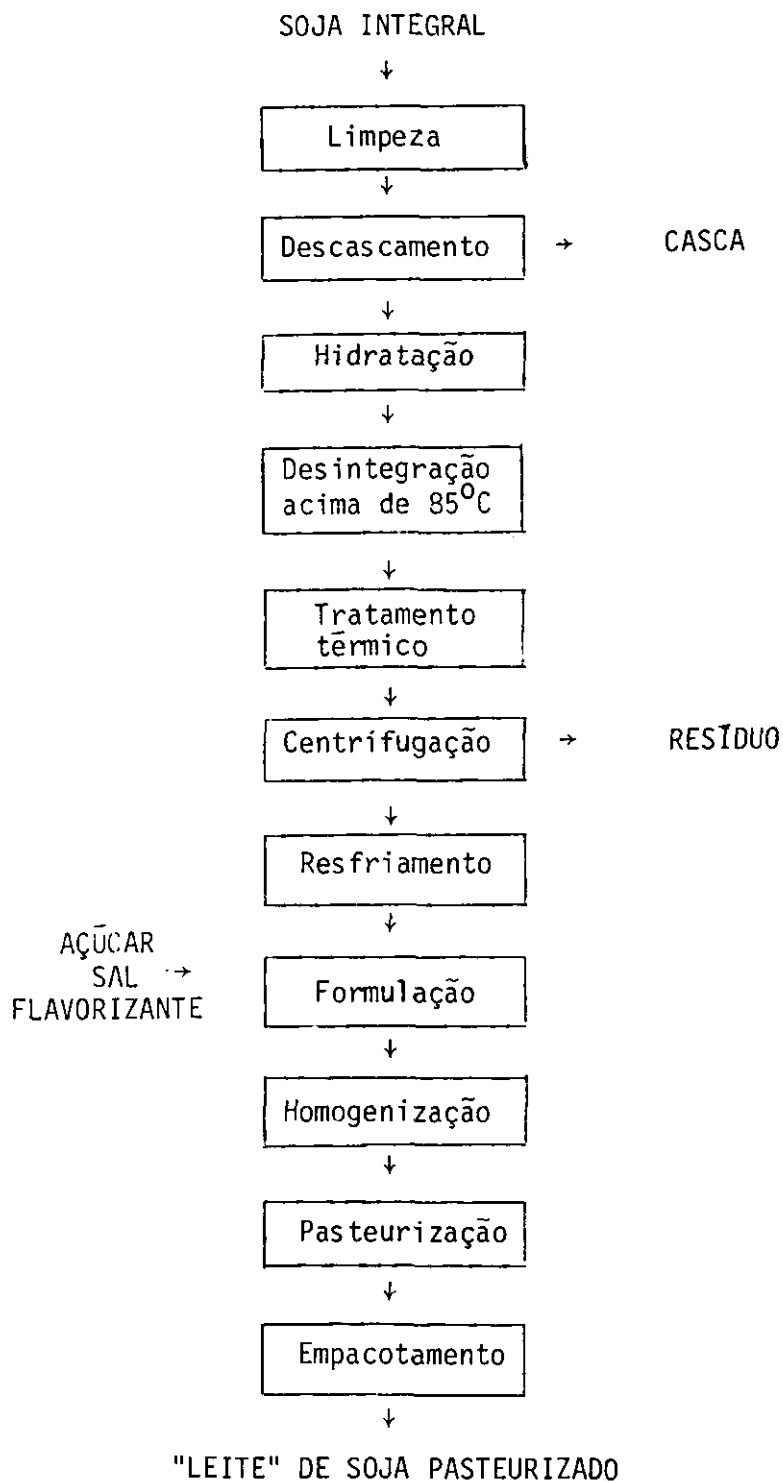


Figura 2 - Fluxograma para produção de "leite" de soja pasteurizado.

Ref. COSTA⁶

xa etária de 6 a 14 anos. Em termos de aparência, ele se compara ao leite de vaca e seu preço é pelo menos a metade do leite animal⁶.

Um tipo de "leite" semelhante ao produzido no ITAL, porém em pó é fabricado industrialmente pela OLVEBRA e pode ser encontrado nas prateleiras dos principais supermercados do Brasil. Este "leite" que possui marca comercial NOVO-MILK ou NOVAVIDA é comercializado puro e enriquecido com carboidratos, vitaminas, sais minerais e adicionado de sabores morango, laranja, chocolate e banana.

Recentemente foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Illinois²² um novo processo de produção de "leite" de soja que se baseia na transformação de todo o grão de soja em partículas coloidais, através de um tipo especial de homogeneizador. Assim, pode-se aplicar um tratamento térmico para inativar os sistemas de enzimas lipoxigenase antes da trituração dos grãos. Os pesquisadores que desenvolveram este processo afirmam que o "leite" assim obtido apresenta um melhor sabor e odor, maior rendimento em sólidos que os dos processos convencionais.

O "leite" de soja é utilizado como sucedâneo do leite animal, e tem sido largamente usado na alimentação para crianças intolerantes à lactose (hipolactasia-baixo nível de lactase na mucosa intestinal)²³.

No oriente, o "leite" é bastante utilizado na fabricação do "tofu" e "sufu" (queijo de soja)¹¹.

1.3. Soja tostada

É um produto usado por donas de casa que têm o hábito de consumir soja, pela simplicidade da sua obtenção, através da simples secagem dos grãos até conseguir uma cor marrom e aroma desejado³².

Os grãos moídos em forma de farinha são utilizados como ingredientes na confecção de croquetes, em panificação, base para temperos etc.

Devido a temperatura normalmente usada para tostagem, o valor nutritivo desse produto é inferior ao da farinha integral descrita anteriormente. Apresenta uma cor mais escura e um sabor bem mais acentuado que a farinha de soja integral.

1.4. Soja frita

É um produto que apresenta um sabor semelhante ao do amendoim e pode ser obtido através de 2 processos⁵ (Fig. 3).

- a) Processamento A - Os grãos de soja, depois de descascados, são cozidos até obter a consistência desejada. Após o cozimento, drena-se o excesso de água e procede-se fritura dos grãos, até a obtenção de uma coloração dourada. Em seguida, drena-se o excesso de óleo dos grãos, adiciona-se sal e embala-se o produto frio em latas ou em saquinhos de polipropileno. O sal pode ser adicionado na água de cozimento.
- b) Processamento B - Os grãos de soja descascados são hidratados por aproximadamente 2 horas a temperatura ambiente, e em seguida fritos em óleo, após ter-se drenado a água em excesso dos grãos. Em seguida, procede-se conforme feito no processamento anterior.

O produto obtido contém, em média: 37% de óleo, 0,35% de água e 35,70% de proteína.

Comparando-se sensorialmente os 2 processos, observou-se que o cozimento da soja antes da fritura (processamento A) conferiu ao produto final melhor textura e sabor.

Em testes de aceitação com pessoas que desconheciam soja frita observou-

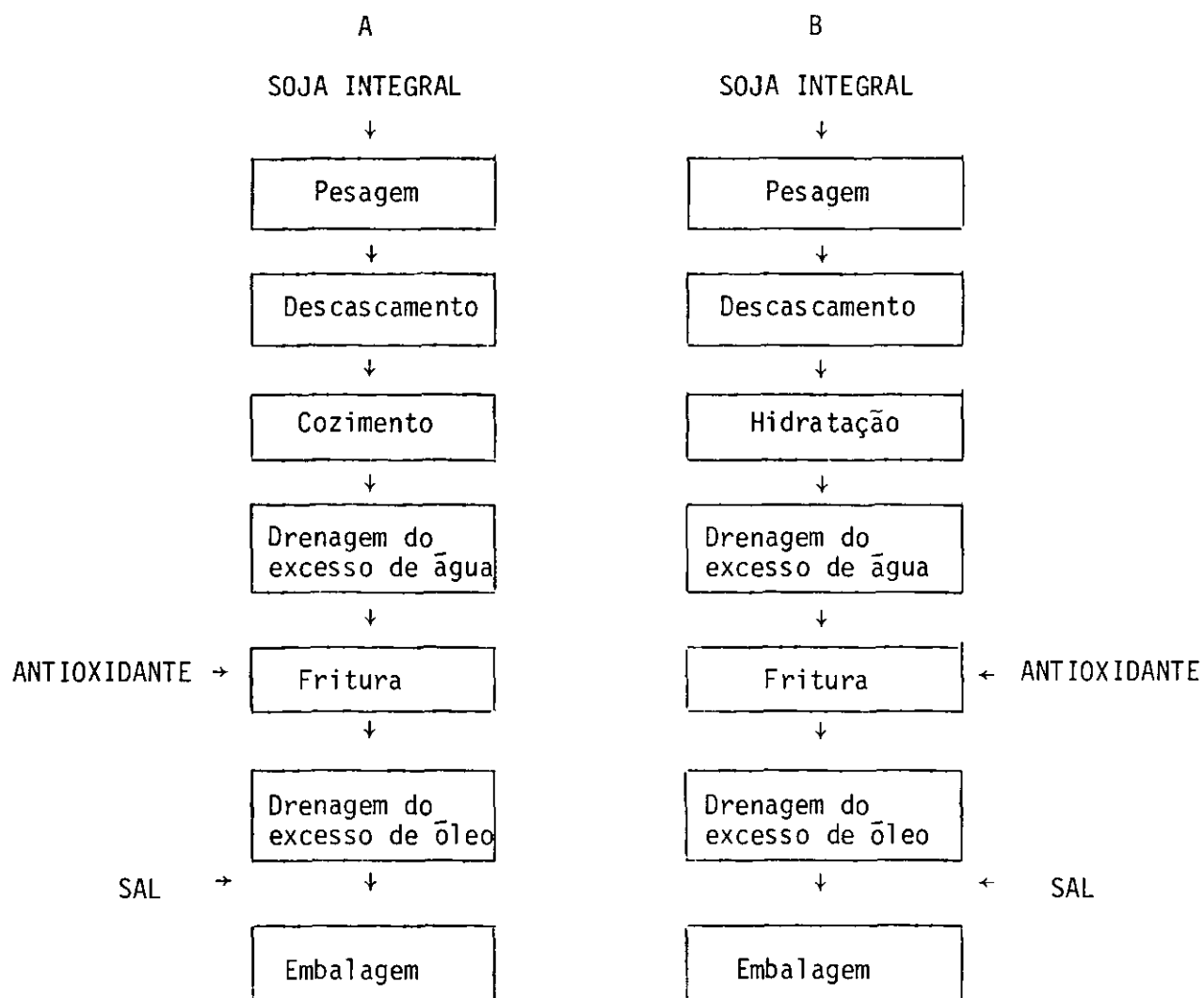


Figura 3 - Fluxograma da obtenção de soja frita
Ref. CARVALHO et alii⁵

se que o sabor foi classificado, em todos os casos, como "gostei muito" e a textura como "ótima". As observações colhidas quanto ao que mais o provador gostou do alimento referiram-se principalmente ao sabor e a textura crocante.

1.5. Soja cozida

É um produto de obtenção e uso quase que exclusivamente caseiro. Para sua confecção, a soja deve ser limpa, macerada de 8 a 12 horas. Em seguida, deve ser bem lavada para eliminar parte das substâncias solúveis, responsáveis pela formação de espuma. Após a lavagem, os grãos são previamente cozidos em panela aberta, mantendo em ebulição por cerca de 15 minutos e depois sob pressão por cerca de 30 minutos ou até atingir a textura desejada.

Os grãos de soja cozidos inteiros podem ser usados como feijão ou em mistura com este³⁰, como ervilha, para confecção de saladas etc.

Os grãos cozidos e amassados podem ser usados para confecção de croquetes, patês, sopas, mingaus etc. Misturados com cereais para confecção de bolos, pães, macarrão, pastéis, bolo salgado e muitos outros usos dependendo da criatividade de cada um.

O uso da soja como feijão apresenta alguns inconvenientes, sendo o principal deles a ausência de amido, que impede a formação de caldo espesso durante o cozimento, prejudicando também a textura. Algumas das recomendações para minimizar esse problema são: mistura de soja com feijão comum; cozimento com raízes e tubérculos, farinha de trigo, maizena ou outro amiláceo³⁰.

O uso de soja em mistura com feijão comum pode apresentar alguns inconvenientes, destacando-se: diferença no tempo de cocção entre os produtos, a formação de espuma e aparência heterogênea da mistura.

As seguintes recomendações são feitas para minimizar esses problemas:

- a) utilizar feijão de cor (mulatinho, rosinha, roxinho etc) e não feijão preto que confere uma aparência desagradável ao produto final. O uso de feijão de cor em mistura com soja, após o cozimento, confere uma cor quase que homogênea;
- b) a mistura deve ser feita pelo consumidor;
- c) macerar a soja e o feijão separadamente;
- d) lavar bem a soja após a maceração, a fim de retirar parte das substâncias solúveis, responsáveis pela formação da espuma;
- e) cozinhar a soja previamente em panela aberta por cerca de 15 minutos a fim de desnaturar as proteínas solúveis em água, principais causadoras da espuma;
- f) após esse período de cozimento, sem pressão, misturar o feijão e cozinhar sob pressão até a textura desejada (aproximadamente 30 minutos).

Um estudo comparativo entre feijão comum (rosinha), e sua mistura com soja (1:1) mostrou³⁰:

- a) um aumento em proteína de 19,4 para 27,9%;
- b) um aumento dos lipídios totais de 3,5 para 13,2%;
- c) uma diminuição nos carboidratos totais de 68,8 para 47,2%;
- d) uma melhoria no balanço de nutrientes;
- e) um aumento de 60% no valor biológico das proteínas;
- f) em teste de aceitação com 1.000 pessoas, entre elas professores, estudantes e funcionários da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, consegue-se um índice de aceitação de 95,7% quando eles não sabiam que o produto era uma mistura de feijão e soja.

2. Produtos do óleo bruto

O óleo bruto é comumente obtido por um processo que envolve: limpeza da soja, quebra para soltar as cascas dos cotilédones, descascamento, condicionamento, laminação (atualmente tem-se usado muito laminação e extrusão), extração com solvente (mais comumente com hexano) e dessolventização da miscela (óleo + solvente)^{9,15}(Fig. 4).

A partir do óleo bruto obtêm-se lecitina, óleo degomado, óleo refinado e desodorizado, além de uma borra usada para fabricação de sabões e glicerina.

2.1. Lecitina

A lecitina é obtida pela degomação do óleo bruto. Comumente isto é feito por hidratação e separação do precipitado por centrifugação, da seguinte maneira: os fosfatídios, as proteínas e outros componentes coloidais são solúveis no óleo bruto. Quando se adiciona água ou vapor saturado ao óleo, estas matérias se hidratam e aumentam de peso, separando-se da massa do óleo em forma de coágulos, facilmente aglomeráveis e separáveis por centrifugação²⁸ (Fig. 4).

Após a separação, as gomas são secadas para retirar a água. Como a sua viscosidade é muito alta, é inadequada a sua utilização. Assim, ela sofre uma fluidificação com óleo, até que o teor de fosfatídios fique em torno de 60% e a viscosidade máxima torne-se aproximadamente a metade da inicial. O produto assim obtido é denominado genericamente de "lecitina de soja" comercial não branqueada. Quando ela sofre branqueamento, normalmente feito com peróxido de hidrogênio, é denominada "lecitina de soja" comercial branqueada²⁸.

A composição de uma lecitina de soja comercial é a seguinte²⁸:

lecitina - 20%

cefalina - 20%
fosfoinositol - 21%
óleo de soja - 30%
umidade, açúcares e outras gomas - 4%

A lecitina de soja pode ser utilizada em vários setores da indústria de alimentos²⁸. Entre eles:

a) indústrias de chocolate: a lecitina de soja adicionada ao chocolate facilita a dispersão das gorduras de diferentes pontos de fusão diminuindo a viscosidade e portanto, possibilitando o trabalho a temperaturas mais baixas, evitando a perda de aromas voláteis.

Pode-se diminuir o gasto da manteiga de cacau, permitindo o uso de gorduras hidrogenadas, podendo-se obter a viscosidade necessária para obtenção de um produto de melhor qualidade.

A aparência, textura, gosto e aroma do chocolate melhoram sensivelmente com o uso de lecitina;

b) indústrias de leite em pó: o leite em pó comum, apresenta pouca dispersibilidade em água, esse problema é resolvido na prática pelo processo de instantanização, onde é usado a lecitina devido às qualidades dispersantes, emulsificantes e antioxidantes. A lecitina aumenta a estabilidade e o tempo de vida útil do leite;

c) indústrias de biscoito: além das vantagens apresentadas pelo uso da lecitina em biscoitos quanto à qualidade do produto, permite diminuir a quantidade de gorduras nas formulações, melhorando as qualidades físicas da massa para o processamento posterior, além de reduzir as quebras do produto;

d) indústrias de margarina: a adição de 0,15 a 0,25% de lecitina na margarina evita que a mesma apresente separação de componentes durante os períodos de armazenamento.

A lecitina confere à margarina melhor textura, retém a umidade, impede o salpico durante o resfriamento, evita respingos durante a fritura, protege as vitaminas (antioxidante), aumentando desta forma o tempo de vida útil do produto;

- e) indústrias de sorvete: devido à propriedade da lecitina de atuar como inibidor da cristalização, a adição de 0,10% de lecitina de soja confere ao sorvete uma textura mais fina e promove uma melhor emulsificação dos diversos ingredientes;
- f) indústrias de massas alimentícias: o uso de lecitina na fabricação de massas alimentícias auxilia na dispersão e fixação do pigmento β -caroteno, conferindo maior uniformidade de cor e brilho ao produto final. As quantidades indicadas para uso de lecitina de soja podem ir de 0,2% a 0,5% de fosfolipídios calculado sobre o peso da massa;
- g) indústrias de panificação: é recomendável o uso de lecitina em panificação devido às suas propriedades emulsificantes e de retenção de água. O pão lecitinado conserva-se com as características de pão fresco por tempo mais longo que os pães feitos sem adição de lecitina. Esse resultado é de especial interesse nos casos de farinhas mistas e, principalmente, em pães tipo americano, obtendo-se produtos de maior volume e textura mais homogênea.

2.2. Óleos refinado e desodorizado

São obtidos pela refinação do óleo degomado, e subsequente desodorização (Fig. 4).

São utilizados como óleo de cozinha e na fabricação de maionese, margarina, tempero para salada, óleo para salada, pasta para sanduiche, gordura vegetal, e na elaboração de produtos farmacêuticos¹².

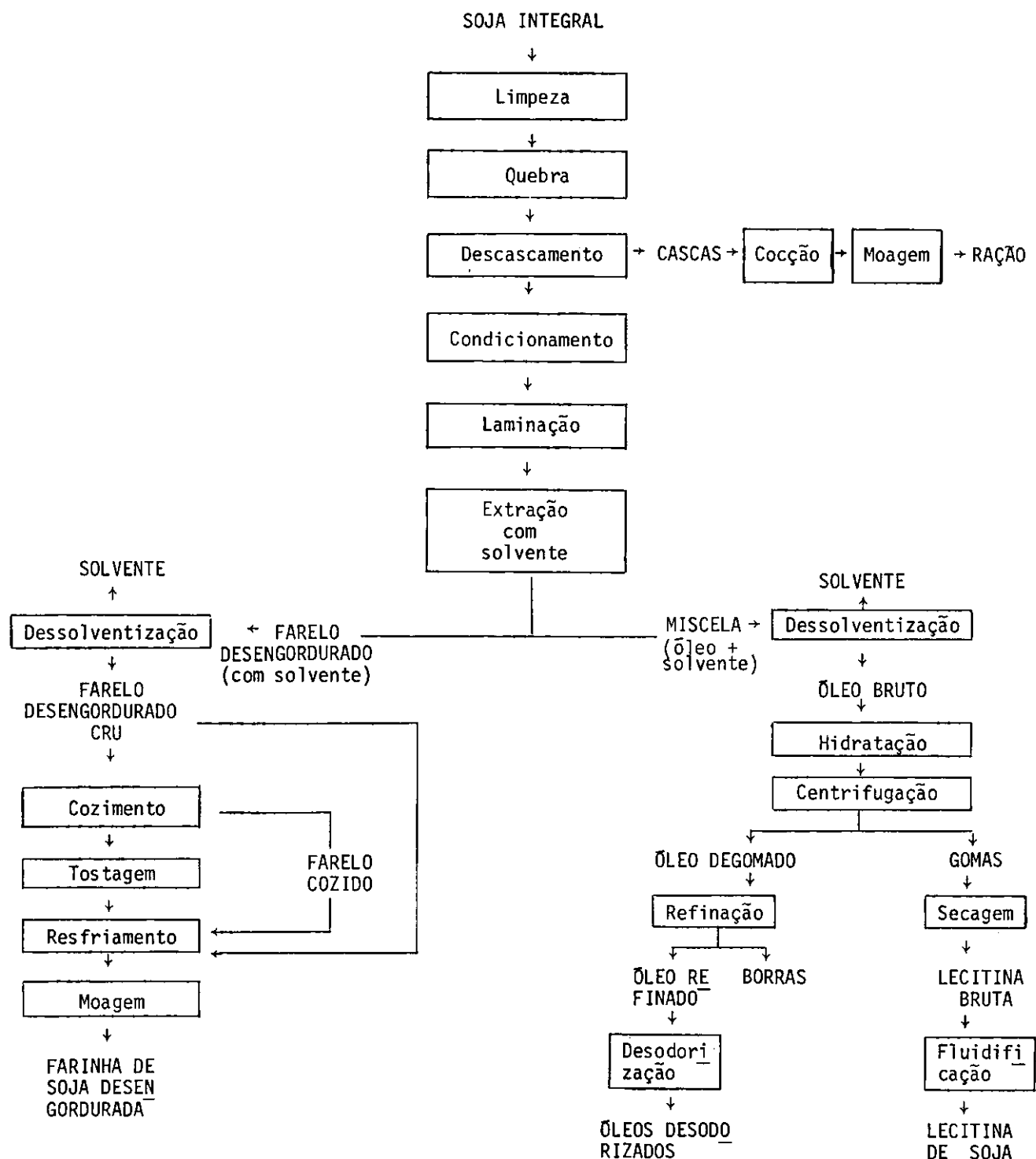


Figura 4 - Fluxograma de obtenção de óleo, lecitina e farinha desengordurada de soja.

Ref. COSTA⁵, JOHNSON¹³ e ZILIO³⁰

A borra proveniente da refinação, composta principalmente de ácidos graxos livres e gliceróis, é usada para a fabricação de glicerina e sabões.

3. Produtos do farelo desengordurado cru

O farelo desengordurado cru é obtido pela limpeza da soja, quebra, descascamento, tratamento térmico, laminação, extração do óleo com solvente e des-solventização do farelo^{7,9,15,16} (Fig. 4).

Para a utilização como ração animal, o farelo pode ser obtido sem muito rigor quanto a matéria-prima, tratamento térmico etc. Já o farelo desengordurado cru para fabricação de farinhas, PVT, concentrado protéico, isolado protéico, hidrolizado protéico etc., exige uma matéria-prima de melhor qualidade e maior controle no tratamento térmico a fim de se obter um produto com melhores características nutricionais e funcionais.

O farelo desengordurado para utilização na alimentação humana deve ser produzido com uma matéria-prima que contenha, no máximo, 2% de material estranho, 20% de sementes partidas, 13% de umidade e 1,5% de ácidos graxos livres⁹.

3.1. Farinha de soja desengordurada

A farinha desengordurada, contendo no mínimo 50% de proteína (Tabela 8) pode ser considerada como o mais importante produto industrializado da soja. Isto se explica pelo fato dela ser largamente utilizada no enriquecimento protéico de diversos alimentos, bem como, empregado na obtenção de produtos como PVT, isolado protéico, concentrado protéico etc.^{9,15,16}.

Tal farinha, pode ser derivada do farelo desengordurado cru, um "subproduto" do óleo, é um dos produtos mais baratos derivados da soja¹⁹.

Para sua produção, o farelo desengordurado cru ou cozido ou tostado obtido de uma matéria-prima de boa qualidade sofre uma moagem de modo que 97% das partículas passem em peneira de 100 mesh (Fig. 4).

O farelo que não recebe aquecimento depois da dessolventização é denominado farelo desengordurado cru e possui um alto IPD de 50 a 80%. Quando recebe um aquecimento úmido moderado antes do resfriamento é chamado farelo cozido e tem um IPD entre 25 e 50%. Uma grande quantidade de calor úmido aplicado ao produto dessolventizado dá origem a um farelo tostado cujo IPD varia de 12 a 25%⁷.

Alguns fabricantes, para produzir uma farinha de melhor qualidade, retiram parte da casca aderida ao cotilédone remanescente do descascamento, e além disso fazem uma classificação do farelo para retirar as partículas pequenas e grandes que receberam um tratamento térmico inadequado, utilizando, realmente, para a produção de farinha, a fração média⁴⁰.

A farinha de soja a ser usada em alimentos que não recebem aquecimento apreciável durante o seu processamento, deve sofrer um tratamento térmico suficiente durante a sua fabricação para destruir os fatores antinutricionais¹⁹.

TABELA 8 - Composição típica de farinha, concentrado e isolado de soja (base seca)

Componente	Farinha	Concentrado	Isolado
Proteína	56,0	72,0	96,0
Gordura	1,0	1,0	0,1
Fibra	3,5	4,5	0,1
Cinza	6,0	5,0	3,5
Carboidratos (solúveis)	14,0	2,5	0
Carboidratos (insolúveis)	19,5	15,0	0,3

A farinha de soja além de ser usada para a produção de PVT, isolado proteico e concentrado proteico é largamente utilizada para melhorar as características nutricionais e/ou funcionais de diversos sistemas de alimentos^{7,16,19,38} (Tabela 9).

3.2. Concentrado proteico

O concentrado proteico de soja, contendo no mínimo 70% de proteína (Tabela 8) é produzido da farinha desengordurada de granulometria especial (mais grossa que a farinha) e de alto IPD (Fig. 5). Os açúcares, os minerais e outros constituintes solúveis são lixiviados com água acidificada (pH aproximadamente 4,5) ou solução alcóolica (60 - 80%). Num processo alternativo, o material desengordurado recebe um tratamento térmico (úmido) e extração com água dos constituintes solúveis. Em seguida, a parte proteica nos 3 processos é seca por atomização^{9,15,16,40}.

3.3. Isolado proteico

O isolado proteico contendo, no mínimo, 90% de proteína (Tabela 8) é preparado da farinha de soja desengordurada de granulometria especial e de alto IPD. A proteína é extraída com solução alcalina e separada do resíduo insolúvel. É precipitada com solução ácida (pH aproximadamente 4,5) e o precipitado proteico é então separado, lavado e seco por atomização^{9,15,16,40} (Fig. 6).

Para obtenção do proteinato de soja faz-se uma neutralização do precipitado proteico para então se proceder a secagem (Fig. 6).

TABELA 9 - Propriedades funcionais de produtos protéicos de soja usados como ingredientes de alimentos

Propriedades funcionais	Forma usada de proteína	Sistema de alimentos
Emulsificação		
.Formação	F,C,I	Salsichas, mortadela, linguiça. Pães, bolos, sopas.
.Estabilização	F,C,I	"Chantilly" simulado, sobremesas congeladas. Salsichas, mortadela, linguiça. Sopas.
Absorção de gordura		
.Promoção	F,C,I	Salsichas, mortadela, linguiça, patês de carne.
.Prevenção	F,I	Rosquinhas fritas, panquecas
Absorção de água		
.Absorção	F,C	Pães, bolos
.Retenção	F,C	Macarrão, balas, confeitos, etc. Pães, bolos.
Textura		
.Viscosidade	F,C,I	Sopas, molho, "chili"
.Para formar gel	I	Carne moída simulada
.Formação de tiras ("Shred")	F,I	Carne simulada
.Formação de fibras	I	Carne simulada
Formação de massa de pão	F,C,I	Produtos de padaria
Formação de filmes	I	Salsichas, mortadela
Adesão	C,I	Linguiças, carnes de lanche, patês de carne, pão de carne e pãezinhos, presunto sem osso. Carnes desidratadas.
Coesão	F,I	Produtos de padaria. Macarrão. Carnes simuladas.
Elasticidade	I	Produtos de padaria. Carne simuladas.
Controle de cor		
.Branqueamento	F	Pães
.Escurecimento	F	Pães, panquecas, "waffles"
Aeração	I	"Chantilly" simulado, sobremesas, balas, etc.

F,C,I representa farinhas, concentrados e isolados, respectivamente
 Ref. WOLF³⁸

FARINHA DE SOJA DESENGORDURADA
(Alto IPD)

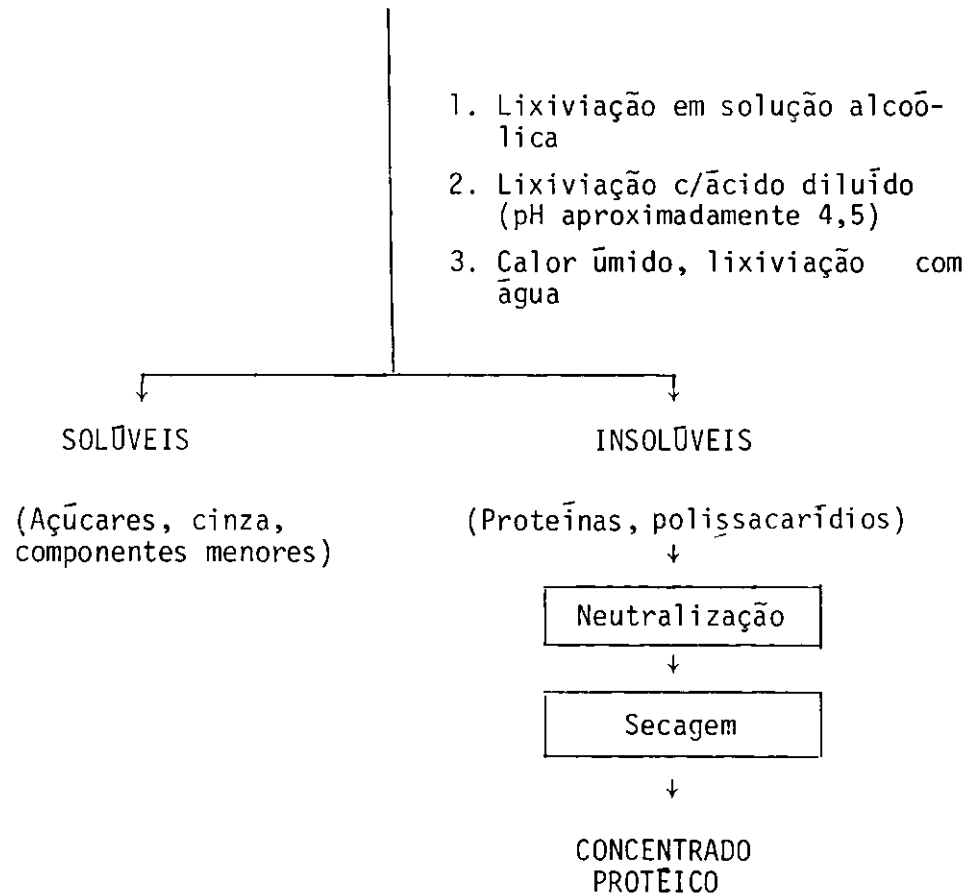


Figura 5. Fluxograma para obtenção de concentrado protéico de soja
Ref. HORAN ¹⁵



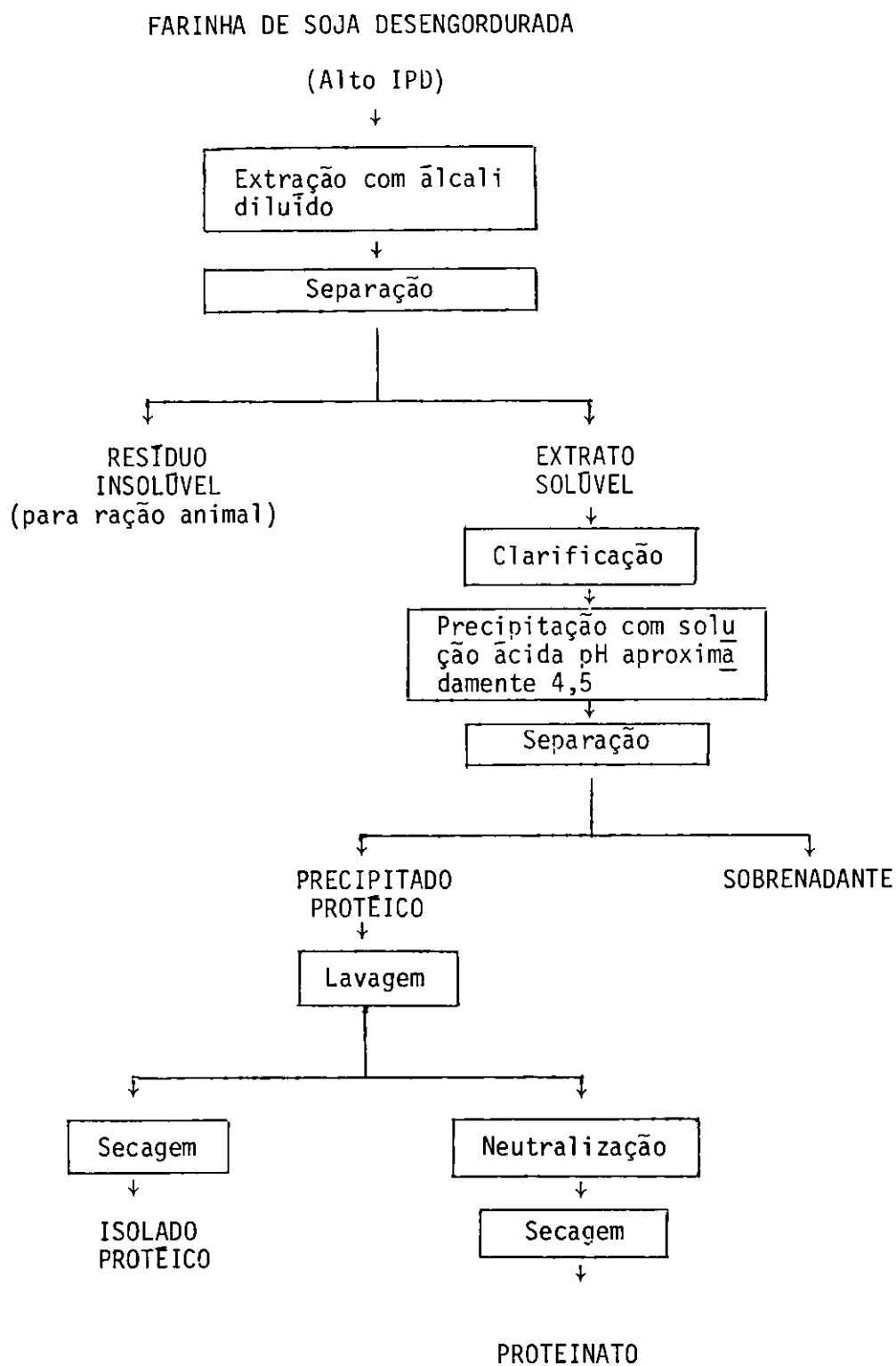


Figura 6. Fluxograma de obtenção de isolado protéico e proteinato de soja.

Ref. HORAN¹⁵

3.4. Proteína vegetal texturizada (PVT)

O PVT comumente conhecido como "carne de soja" é um tipo de alimento que apresenta algumas características semelhantes a carne tais como, aparência, textura, cor etc. Ele pode ser obtido da farinha desengordurada (alto IPD), de concentrado protéico ou do isolado protéico, porém a matéria-prima mais usada é a farinha^{1º}.

A transformação do material desengordurado em PVT é realizada mediante a utilização de um extrusor (Fig. 7).

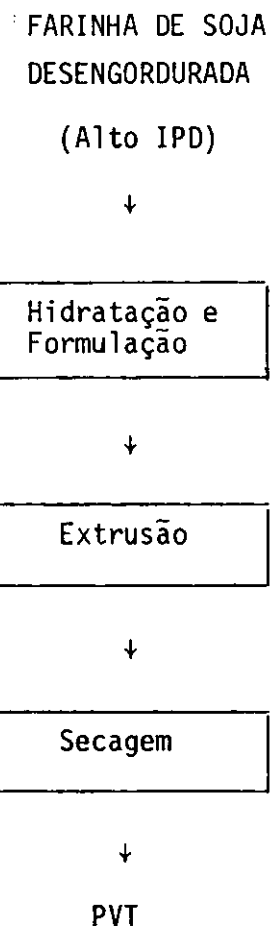


Figura 7 - Fluxograma da obtenção de PVT.

O material desengordurado é conduzido a um misturador que faz parte do extrusor onde é hidratado (20 a 30% de água). Esta fase pode ser aproveitada para a incorporação de corantes, aromatizantes e outros¹⁸.

O material hidratado e formulado é então conduzido ao cilindro extrusor dotado de uma série de controles: pressão, velocidade, temperatura, podendo ainda variar o tipo de rosca e trafilagem¹⁸. Essas variáveis são ajustadas em função das características desejadas no produto final. O material de característica amorfa é, então, texturizado, sofrendo acréscimos de temperatura à medida que vai percorrendo o cilindro. Estas temperaturas oscilam entre 110^o-170^oC, e trabalha-se com pressões da ordem de 15,2 x 10⁵ a 25,3 x 10⁵ P. (15 a 25 atmosferas)¹⁸.

O tempo de resistência do produto no extrusor é uma função do desenho da rosca e da velocidade de rotação da mesma. Normalmente está situado entre 30 e 180 segundos¹⁸.

A relação temperatura/tempo de residência é um fator muito importante, pois não sendo convenientemente controlado, sobretudo quando superar os limites máximos, poderá provocar uma diminuição da lisina disponível, e uma caramelização dos carboidratos, e inclusive carbonização do material, dando origem a um produto de baixa qualidade protéica¹⁸.

Durante o cozimento por extrusão, ocorre uma desnaturação das proteínas e a melhor evidência disto é a redução da solubilidade das mesmas. Com o processo de desnaturação, as fibras formadas pelas proteínas se distendem, convertendo-se em boas emulsificadoras de gases, mantendo, no entanto, uma estrutura plástica e rígida, responsável por uma das características do PVT. Com a saída do material do extrusor, onde o mesmo estava submetido a altas pressões, ocorre uma redução de pressão, que provoca uma expansão do produto. Ainda, neste mesmo momento em que o produto está saindo da trafilagem, ocorre vaporização, do

que resulta um resfriamento rápido do material, com o produto baixando de 150^o-180^oC para 80^oC em questão de segundos, quando então se solidifica¹⁸.

A aparência que se quer dar ao produto é determinada pela configuração dada às aberturas da trafiladora (cabecote). Junto à referida trafiladora, existe um conjunto de facas que corta o produto expandido nos tamanhos desejados¹⁸.

Os produtos saídos da máquina devem ser, então, secados e esfriados, sendo posteriormente embalados. Com uma embalagem adequada, os mesmos se conservam por períodos longos, não havendo necessidade de refrigeração¹⁸.

O sucesso que o PVT já alcançou até agora, e o seu futuro promissor, são resultados da aplicação das técnicas de extrusão, que vieram fornecer uma nova dimensão ao processamento de alimentos¹⁸.

O PVT pode ser usado em diversos sistemas de alimentos com finalidade de melhorar suas características nutricionais e/ou funcionais, mas é utilizado principalmente na indústria de embutidos e hamburger. Recentemente o PVT tem encontrado alguma aceitação para uso doméstico¹⁸.

4. Produtos de tradição oriental

A soja e os cereais têm sido utilizados há muito tempo como substratos para microorganismos a fim de se obter alimentos fermentados de excelente qualidade. Esses produtos, apresentam vantagens sobre outros alimentos derivados da soja, no que se refere a um aumento nas qualidades organolépticas, evitando, ao mesmo tempo a deterioração²⁰.

Uma grande variedade de alimentos de soja foi desenvolvido, sendo os quatro mais importantes: "shoyu", "miso", "tempeh" e "tofu". Os produtos fermentados, "miso" e "shoyu", contribuem com aminoácidos para a dieta. A sua maior

importância, entretanto, reside no seu uso mais como flavorizante do que como nutriente. Tendo um alto teor de proteína e gordura, o "tofu" dá uma substancial contribuição à nutrição. "Tempeh", que é muito usado na Indonésia, tem um bom "flavor" sendo ainda rico em proteína e gordura¹⁴.

Outros alimentos bastante populares no Oriente são "sufu", que é um tipo de queijo produzido na China pela fermentação do leite de soja, "nato", "kori-tofu", "yuba", "yuba", "kinako" etc²⁰.

4.1. "Shoyu" (molho de soja)

O "shoyu" é um líquido de sabor salgado, cor marron avermelhada e aroma característico, produzidos durante a fermentação. Utilizam-se soja, trigo e sal para a sua preparação^{14, 20}.

A fermentação do "shoyu" é essencialmente uma hidrólise enzimática de proteínas, carboidratos, e outros constituintes da soja e trigo resultando em peptídios, aminoácidos, açúcares, alcôois, ácidos e outros compostos de baixo peso molecular, através das enzimas do *Aspergillus oryzae*, bactérias e leveduras. A preservação do produto é conseguida pelo sal adicionado e pelo ácido láctico formado pelas bactérias¹⁴.

Processo de fabricação: tradicionalmente, "shoyu" é feito da soja integral; entretanto, atualmente tem sido empregada a farinha de soja desengordurada (Fig. 8) isenta de material estranho; na farinha é aspergida uma certa quantidade de água, cozinhando-a em vapor durante 50 a 60 minutos sob pressão de $8,8 \times 10^4$ P ($0,9 \text{ kg/cm}^2$). Em seguida é resfriada até $35^\circ - 40^\circ\text{C}$ quando é misturado ao trigo torrado e moído. Na mistura, são inoculados esporos de *A. oryzae*, deixando-a em câmara morna por 45 a 65 horas para dar condições de crescimento ao fungo. Obtém-se o "koji" que possui coloração amarelada. Ao "koji" adiciona-se salmoura a 20%, obtendo-se o "maromi" que deve ser agitado vigorosamente

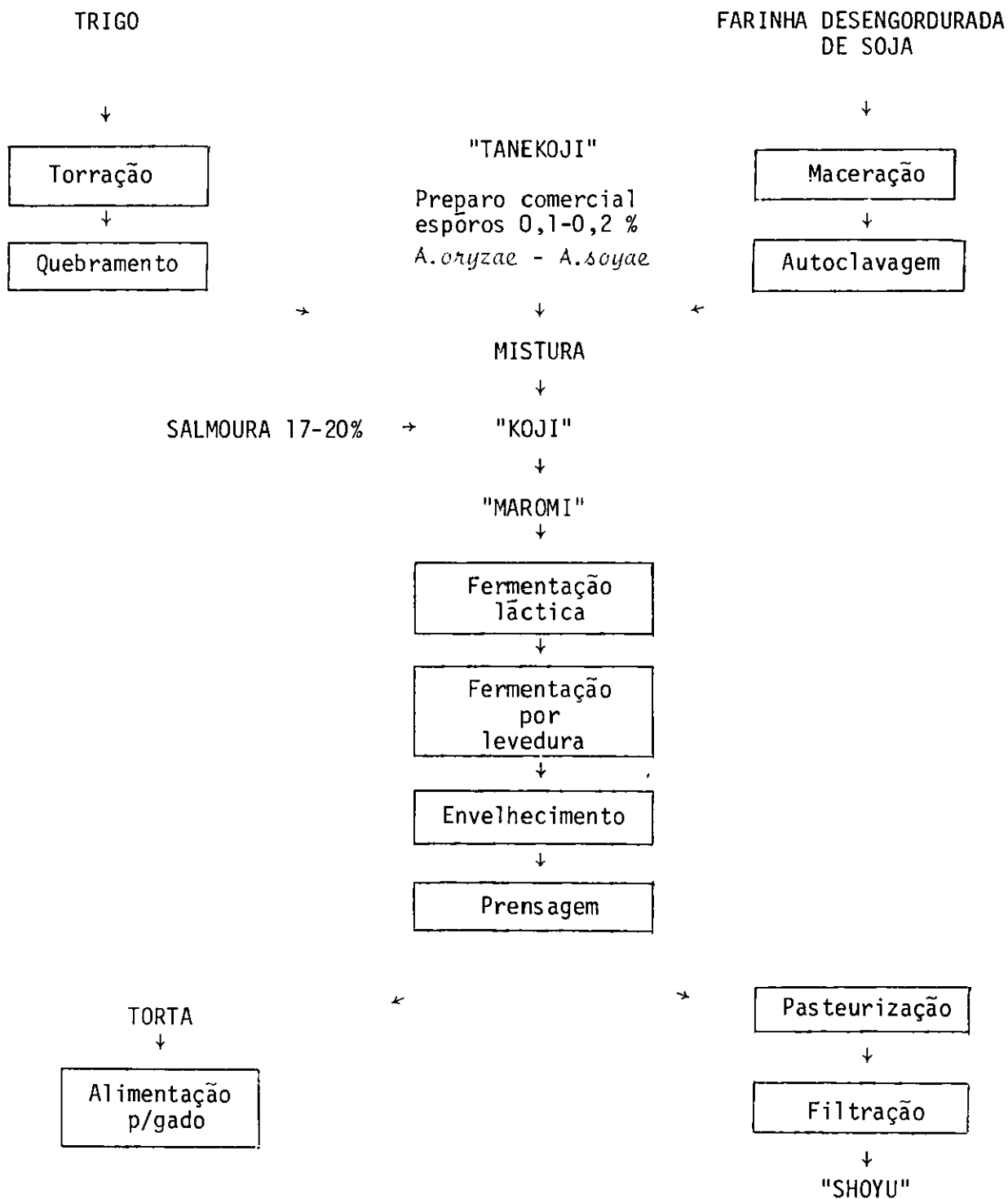


Figura 8 - Fluxograma do processamento do "shoyu"

Ref. HESSELTINE¹⁴ e MENESES²⁰

para se tornar homogêneo. A fermentação do "maroni" é efetuada em tanques durante 8 a 12 meses, com freqüente agitação para evitar crescimento de microorganismos anaeróbicos. Terminada a fermentação, o produto é prensado, separando-se a parte líquida que é o "shoyu" bruto e a torta. Em seguida, o "shoyu" bruto é pasteurizado, filtrado e engarrafado²⁰.

A composição química do "shoyu"²⁰ é a seguinte:

Nitrogênio	1,5%
Carboidratos	3-4%
Sal	18%
pH	4,6-5,1

4.2. "Miso"

O "miso" é um alimento preparado pela fermentação de soja e sal com ou sem arroz em proporções que variam de acordo com o tipo desejado.

Processo de fabricação: inicialmente prepara-se o "koji", inoculando-se esporos de *Aspergillus oryzae* em arroz cozido a vapor. Incuba-se por 2 dias e mistura-se a soja cozida, sal e água até 50% de umidade. A mistura é fermentada em tanques de concreto ou de madeira a 35°C. Após a fermentação, o produto é envelhecido durante duas semanas a temperatura ambiente até se obter uma pasta uniforme, que está pronta para embalagem e distribuição (Fig. 9). O produto possui consistência pastosa e é utilizado em sopas e como tempero²⁰.

Há várias classes de "miso" diferindo em cor e conteúdo de sal. A cor, varia do esbranquiçado a um marrom escuro, e é classificado como "miso" pálido, vermelho ou branco²⁰. Quanto ao conteúdo de sal, se este for maior que 10%, o produto é denominado "salgado", e se menor que 7% é denominado "doce", por ser rico em açúcar²⁷.

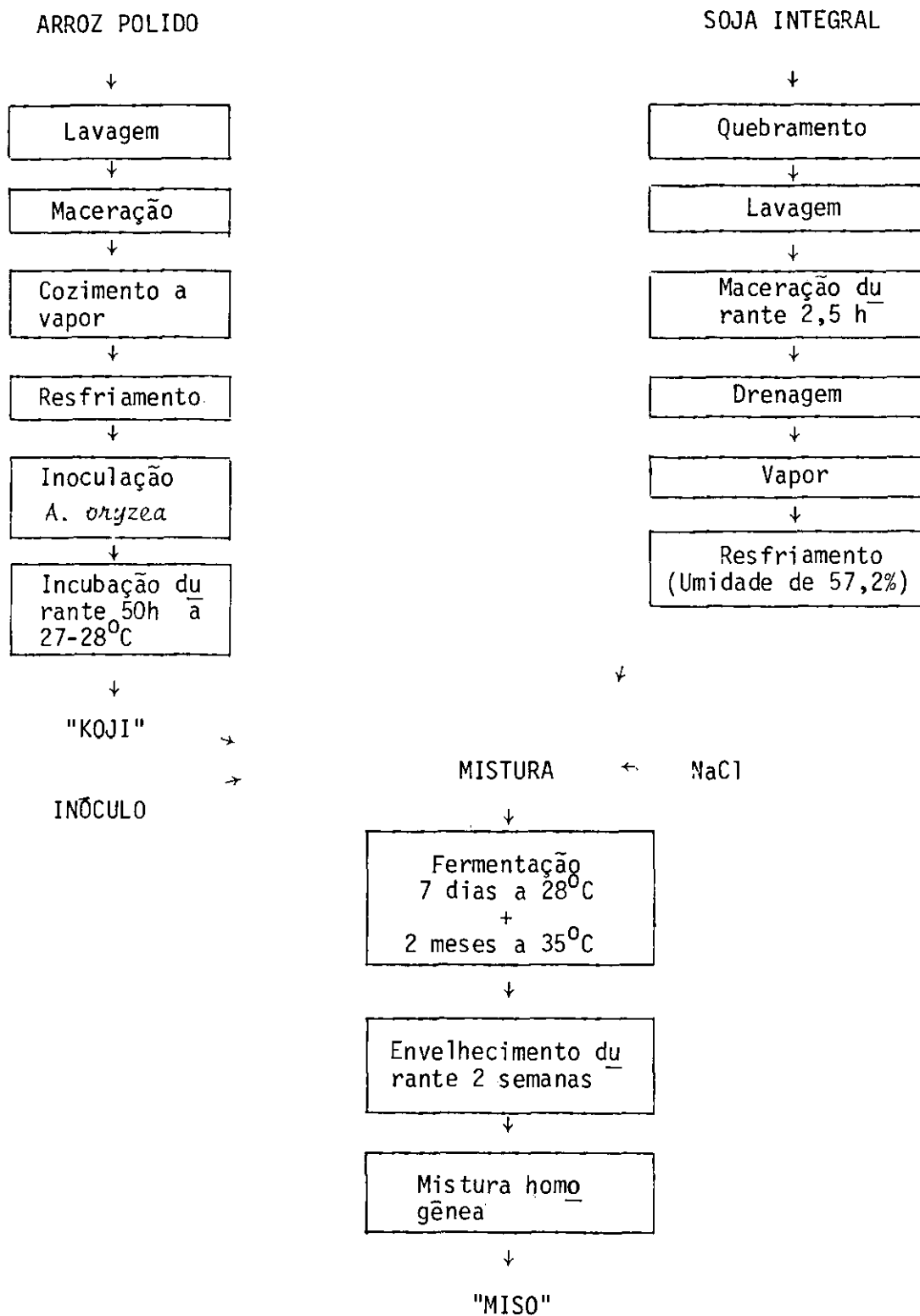


Figura 9 - Fluxograma do processamento do "miso"
Ref. HESSELTINE¹⁴ e MENESES²⁰

O tipo obtido, depende da soja cozida e da concentração de sal, porém, não de estirpe do *A. oryzae*. O "miso" branco é feito com baixa concentração de sal (4 a 8%), de maneira a permitir uma rápida fermentação; o amarelo e o marrom, ao contrário, são preparados com alta concentração salina (11 a 13%). A quantidade de arroz pode variar. Para o "miso" branco é igual ou maior que de soja, para o amarelo ou marrom é de 40 a 50%. Geralmente, contém 48 a 52% de umidade, sendo que com 45% é demasiadamente duro e com 55% é excessivamente mole. O branco requer poucas semanas de fermentação e o marrom vários meses²⁷.

4.3. "Natto"

O "natto" é outro produto fermentado de soja, é um dos poucos produtos em que as bactérias predominam durante a fermentação¹¹. É obtido pela fermentação de soja cozida com o *Bacillus subtilis* (*B. natto*). A superfície da soja cozida cobre-se com um filme viscoso, que apresenta a propriedade de formar filamentos longos ao ser tocado pelos dedos. Quanto maior o comprimento dos filamentos, tanto melhor a qualidade do produto, que é utilizado em mistura com arroz cozido e como tempero de diversos pratos²⁷. Por causa de seu "flavor" característico e aparência viscosa, é bem conhecido no Japão, mas não é tão consumido como o "miso"¹⁴.

Os enzimas proteolíticos do *B. subtilis*, ao agirem sobre o substrato, hidrolisam parcialmente a proteína, tornando a textura mais macia, o que resulta no aumento de sua digestibilidade. Não há nenhuma mudança no teor de gordura e fibra durante 24 horas de fermentação, mas os carboidratos desaparecem quase que totalmente. Há, também, um acréscimo no teor de vitamina B₂¹⁴.

Processo de fabricação: os grãos integrais de soja são macerados durante a noite e depois aquecidos em um cozedor, sob pressão de 1,0 a 1,5 kg/cm²,

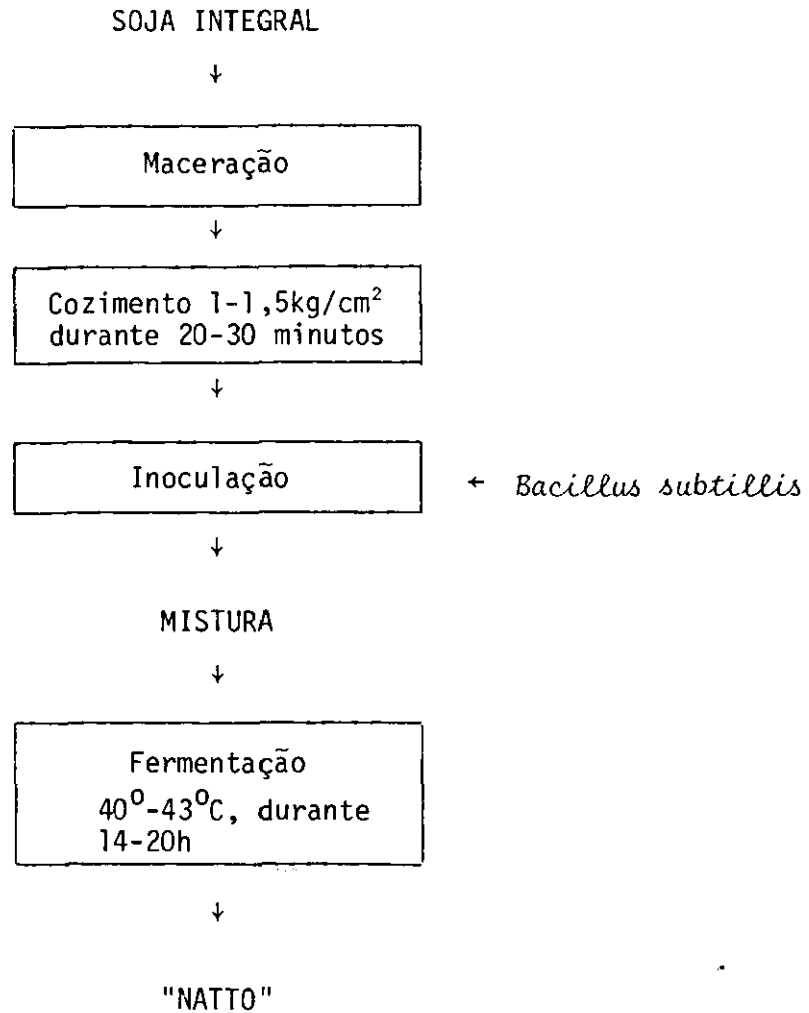


Figura 10 - Fluxograma do processamento de "natto"
Ref. MENESES²⁰

durante 20 a 30 minutos, até tornar-se tenros. Inoculam-se suspensão de esporos de *B. subtilis* na soja cozida²⁰(Fig. 10).

O produto inoculado é acondicionado em saquinhos de polietileno ou em caixas de papelão ou em palhas de arroz. Encuba-se em salas de fermentação a 40^o-43^oC, durante 14 a 20 horas²⁰.

4.4. "Tempeh"

O "tempeh" é um dos alimentos de soja mais importantes na Indonésia. É preparado pela fermentação da soja descascada e cozida, por diversas linhagens de *Rhizopus*. Como resultado da fermentação há um aumento em sólidos solúveis, ácidos graxos livres e vitaminas, enquanto o nitrogênio total e a composição em aminoácidos permanecem praticamente constantes. Entretanto, não se tem comprovado aumento no valor nutritivo e na digestibilidade da soja pela fermentação com *Rhizopus*²⁰.

Processo de fabricação - os métodos para o preparo do "tempeh" variam na Indonésia, mas, em princípio, as etapas são as seguintes: os grãos de soja são macerados em água durante a noite para facilitar a retirada da casca. Os grãos descascados são cozidos em água fervente durante 30 minutos e depois distribuídos em bandejas para secagem da camada superficial. Pequenas quantidades de "tempeh" provenientes de fermentações prévias, são incorporadas como inóculo nas bandejas, com o que o material está pronto para a embalagem. Os pacotes são mantidos à temperatura ambiente por 1 a 2 dias, período em que o fungo se desenvolve formando micélios que unem os grãos de soja entre si, produzindo um bolo branco compacto (Fig. 11). Esse produto é o "tempeh" cru de cor branca e aroma fresco, agradável²⁰.

O "tempeh" pode ser consumido frito em óleo vegetal ou em sopa.

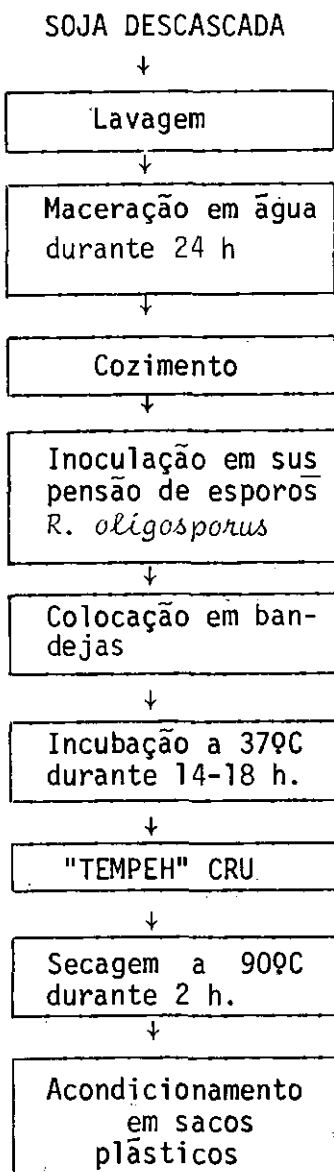


Figura 11 - Fluxograma do processamento de "tempeh"

Ref. MENESES²⁰

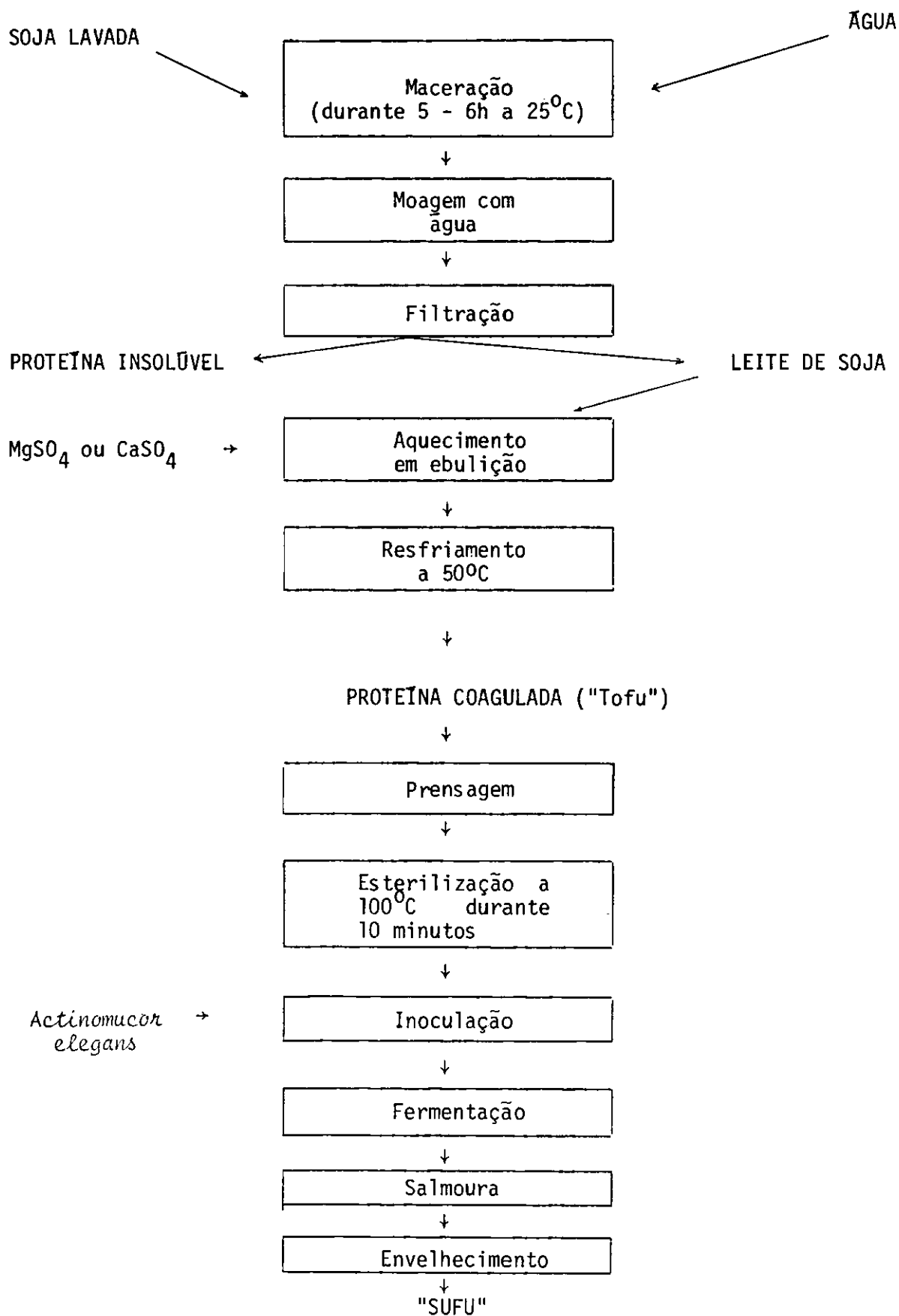


Figura 12 - Fluxograma do processamento do "sufu"
Ref. HESSELTINE¹⁴ e MENESES²⁰

TABELA 10 - Composição química do "tempeh"

Componentes	Soja descascada não fermentada (%)	"Tempeh"(*) desidratado (%)
Umidade	7,95	6,38
Nitrogênio	7,25	7,76
Matéria graxa	22,37	25,84
Ácidos graxos livres	0,35	25,49

(*) "Tempeh" produzido de soja descascada macerada durante a noite com água acidulada com ácido lático e depois cozida durante 40 minutos a 100°C.

Ref. MENESES²⁰

4.5. "Sufu"

O "sufu", também conhecido como queijo chinês, é produzido pela ação de um fungo sobre cubos de leite de soja coagulados—o "tofu", que é consumido como condimento e largamente utilizado na cozinha chinesa²⁰.

Processo de fabricação: a soja é lavada, macerada durante a noite e moída com água. Coleta-se o leite de soja, separando-o do material insolúvel e aquece-se até a ebulição. Em seguida, coagulam-se as proteínas do leite com sulfato de cálcio ou de magnésio e prensa-se até obter um coágulo em forma de bolo. O "tofu" assim obtido possui teor elevado de umidade, gosto e aroma agradáveis e é incluído na dieta diária dos chineses e japoneses. Para a produção do "sufu", procede-se uma prensagem até que o teor de umidade do coágulo caia para 83%. O "tofu" matéria-prima usada para fazer-se "sufu" contém, em média, 9,1% de proteínas insolúveis, 0,4% de proteínas solúveis e 4,0% de lipídios. Corta-

se o coágulo em pedaços de 4 x 2 x 2 cm, que são colocados, a seguir, durante 1 hora, em uma salmoura ácida com 6,0% de NaCl e 2,5% de ácido cítrico. A esterilização é feita com ar quente a 100°C durante 15 minutos, sendo que este tratamento previne o crescimento de bactérias. Coloca-se as cubetas em bandejas e inocula-se com *Actinomyces elegans*, incubando-se durante 3 a 7 dias, período em que ocorre o desenvolvimento do fungo e a formação de um micélio branco. Após esse período, as cubetas são colocadas em salmoura com 2 a 5% de sal e vinho de arroz com cerca de 10% de álcool, deixando-se envelhecer durante 40 a 60 dias. O produto final é macio e apresenta coloração amarelo-pálido, com gosto e aroma agradáveis. Essas características podem ser modificadas pela introdução, na salmoura de envelhecimento, de uma pasta de arroz fermentado, pimenta e arroz vermelho²⁰ (Fig.12).

4.6. "Tofu"

O "tofu", alimento não fermentado da soja, é fabricado com proteínas hidrossolúveis, sendo que o produto típico contém 88% de água, 6,7% de proteínas e 3,5% de gordura³².

Durante sua fabricação (Fig. 12), as proteínas são coaguladas e precipitadas numa massa gelatinosa por adição de sais de Ca ou Mg, sendo que, atualmente, o sal mais usado é o sulfato de cálcio²⁷. Uma vez obtido, o "tofu" é usado em sopas ou frito em óleo³².

4.7 "Kori-tofu"

O "kori-tofu" é um produto desidratado e sua fabricação consiste em coagular as proteínas com cloreto de cálcio, a partir do "leite" de soja. Após forte e vigorosa agitação, o coágulo é prensado, lavado, cortado em fatias e depois esfriado a 15°C, mantendo-se esta temperatura durante 3 semanas. Por esse

processo a proteína é modificada e toma um aspecto esponjoso²⁷.

Após o esfriamento, efetua-se a secagem e o produto é então tratado com amoníaco gasoso, em câmara fechada. Este tratamento com amoníaco dá ao produto um grande poder absorvente tornando-se solúvel quando colocado em água quente²⁷.

O "kori-tofu" pode ser guardado por muito tempo, em face do seu baixo conteúdo de água. Sua composição se assemelha ao "yuba", que contém mais de 50% de proteínas e aproximadamente 25% de gordura²⁷.

4.8. "Yuba"

O "yuba" é obtido da película que se forma na superfície do "leite" de soja, quando este é aquecido à temperatura próxima de ebulição. Depois de se retirar a primeira película, outras se formam sucessivamente, até que a proteína esteja praticamente esgotada²⁷.

4.9. "Kinako"

O "kinako" é uma farinha finíssima de soja, que se obtém moendo a soja que foi torrada em tambores rotativos até se conseguir o aroma desejado. A sua produção é pequena, sendo usada principalmente na preparação de pastéis de arroz²⁷.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil, 2º produtor mundial de soja, apesar de possuir tecnologia e um parque industrial capaz de produzir a maioria dos produtos aqui apresentados,

com exceção do óleo e de seus derivados, ainda não tem aproveitado significativamente a soja, para o consumo direto na alimentação humana.

Em um país, como o nosso, onde milhares de crianças e adultos morrem anualmente por desnutrição, onde outras milhares tornam-se intelectualmente deficientes por falta, principalmente de proteína e onde a proteína animal torna-se cada vez mais escassa e inacessível à população economicamente menos favorecida, a soja poderia ser uma das principais soluções para esses problemas.

Apesar da riqueza nutricional da soja e do que pode representar na solução dos problemas nutricionais, é ainda um alimento novo, principalmente para o mundo ocidental. Sendo assim, requer um bom planejamento para treinar e educar o consumidor, a fim de que este excelente alimento seja eficientemente utilizado para minorar a subnutrição humana.

REFERÊNCIAS

- 1- AKPAPUNAM, M.A. & MARKAKIS, P. Oligosaccharides of 13 american cultivars of cowpeas (*Vigna sinensis*). J. Food Sci, Chicago, 44: 1317-21, 1979.
- 2- ANTUNES, P.L. Algumas propriedades físico-químicas e nutricionais das proteínas de soja (*Glycine max* (L) Merrill). Campinas, Faculdade de Tecnologia de Alimentos, 1974. 86p. (Tese MS - Tecnologia de Alimentos).
- 3- CAMARGO, R. A utilização da soja na alimentação humana. B. inf. Assoc. Paul. Med., Piracicaba, 5(3): 6-9, 1963.
- 4- CAMARGO, R. Produção de alimentos derivados da soja por via microbiana. B. inf. ABIA/SAPRO, 16: 16-24, 1975.
- 5- CARVALHO, R. et alii. Estudo sobre o processamento e estabilidade de soja frita. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 16(1):99-115, 1979.

- 6- COSTA, S.I. A soja na produção de alimentos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. Anais. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1979. p. 235-43.
- 7- COSTA, S.I. Farinha de soja desengordurada. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 29: 47-59, 1972.
- 8- COSTA, S.I. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo. Colet. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 5: 305-19, 1973/74.
- 9- DE, S.S. Technology of production of edible flours and protein products from soybean. Agric. Serv. Bull. (11): 1-158, 1971.
- 10- DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Uso da soja como feijão. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E USOS DE ALIMENTOS DERIVADOS DA SOJA, Campinas, 1978.
- 11- FAO. Food Policy and Food Service, Nutrition Division, Rome. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. Rome, 1970, p. 56-57 (FAO. Nutritional Studies, 24).
- 12- FERRIER, L.K. Simple processing of whole soybean. In: WHIGHAM, D.K. ed. SOYBEAN PRODUCTION, PROTECTION AND UTILIZATION, Addis Abeba, Ethiopia, 1974. Proceedings. Urbana, College of Agriculture/University of Illinois, 1975, p. 178-188. (INTSOY, 6).
- 13- GORDON, J.F. Algal proteins and the human diet. In: LAWRIE, R. A., ed. Protein as human food. Westport, Avi, p. 328-45.
- 14- HESSELTINE, C.H. & WANG, H.L. Fermented soybean food products. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., ed. Soybean: Chemistry and Technology. Westport, Avi, 1972. v.1. p.389-419.
- 15- HORAN, F.E. Soy protein products and their production. J. Am. Oil. Chem. Soc. Champaign, 51: 67A-73A, 1974.

- 16- JOHNSON, D.W. Soybean processing, products, characteristics, and uses. In: WHIGHAM, D.K. ed. SOYBEAN PRODUCTION, PROTECTION AND UTILIZATION. Addis Abeba, Ethiopia, 1974. Proceedings. Urbana, College of Agriculture/University of Illinois, 1975. p.157-173. (INTSOY 6).
- 17- KAWAMURA, S. Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOYBEAN PROTEIN FOODS. Peoria, Illinois, 1966. Proceedings, Washington DC, U.S. Department of Agriculture, 1967. p. 249-54 (ARS-71-35).
- 18- KNIES, G. Produção de proteína texturizada de soja. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E USOS DE ALIMENTOS DERIVADOS DA SOJA, Campinas, 1978.
- 19- KELLOR, R.L. Defatted soy flour and grits. J.Am.Oil Chem Soc., Champaign, 51: 77A-80A, 1974.
- 20- MENESES, T.J.B. Alimentos e molhos obtidos por fermentação da soja e cereais. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 31: 49-63, 1972.
- 21- MUSTAKAS, G.C. et alii. Full-fat soybeans flours by continuous extrusion cooking. Adv. Chem. Ser., Washington, 57: 101-11, 1966.
- 22- NELSON, A.I. et alii. Illinois process for preparation of soy milk. J.Food Sci., Chicago, 41: 57-61, 1976.
- 23- NELSON, A.I. et alii. Development of whole soybean foods for home use: rationale, concept and examples. In: Whole soybean foods for home and village use. Champaign, College of Agriculture/University of Illinois, 1978. p. 1-4 (INTSOY 14).
- 24- PRINGLE, W. Full fat soy flours. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, 51: 74A-76A, 1974.
- 25- RACKIS, J.J. Biologically active components. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S. J., ed. Soybean: chemistry and technology. Westport, Avi, 1972. v.1. p. 158-202.

- 26- ROHR, R. Óleos e gorduras vegetais seus subprodutos protéicos; etiologia, tecnologia, significado e importância na alimentação humana e animal. 3a. ed., Campinas. Fundação Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, 1976. 191p.
- 27- SADIR, R. A soja na indústria de alimentos. B. Centro Trop. Pesq. Tecnol. Alim., Campinas (8): 15-40, 1966.
- 28- SANTOS, K.L. Obtenção, purificação e usos de lecitina na soja. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Campinas, 1978.
- 29- SCHROEDER, L.J. et alii. The utilization of calcium in soybean products and other calcium sources. J. Nutr., Philadelphia, 32: 413-22, 1946.
- 30- SGARBIERE; V.C. et alii. Nutritional and evaluation of mixtures of soybean (*Glycine max.* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for direct use as human food. J. Food Sci., Chicago 43: 208-10, 1978.
- 31- SHURPALEKAR, S.H. et alii. Chemical composition and nutritive value of soybean and soybean products. Food Sci, Mysore, 11: 52-64, 1961.
- 32- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Historical background. In: Soybeans: chemistry and technology. Westport, Avi, 1972. v.1. 1-26.
- 33- SMITH, A.K. & CIRCLE. S.J. Chemical composition of the seed. In: Soybeans: chemistry and technology. Westport, Avi, 1972 v.1. p.61-92.
- 34- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Processing soy flours, protein concentrates, and protein isolates. In: Soybeans: chemistry and technology. Westport, Avi, 1972. v.1. p.294-338.
- 35- SOJA. Inf. SNAP, 3 (12): 20-3, 1981.
- 36- TANGO, J.S. Farinhas de soja integral. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 29: 21-45, 1972.

- 37- WILKENS, W.F. et alii. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. Food Technol., Chicago, 21 (12): 86-89, 1967.
- 38- WOLF, W.J. Soybeans proteins. Their functional, chemical and physical properties. J. Agr. Food Chem., Columbus, 18: 969-76, 1970.
- 39- WOLF, W.F. & COWAN, J.C. Soybeans as a food source. Cleveland, Chemical Rubber, 1975, 86 p.
- 40- ZILIO, J. Produção e usos da farinha de soja desengordurada. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E USOS DE ALIMENTOS DERIVADOS DE SOJA, Campinas, 1978.