UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM TURISMO

Universidade de Brasília
Centro de Excelência em Turismo

# AS PROPRIEDADES DA PROTEÍNA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Vanessa Terra Papaleo

Raquel Botelho

Brasília, DF, abril 2004

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM TURISMO

Universidade de Brasília
Centro de Excelência em Turismo

# AS PROPRIEDADES DA PROTEÍNA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Vanessa Terra Papaleo

Raquel Botelho

Monografia apresentada ao Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em Qualidade em Alimentos

Brasília, DF, abril 2004

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Centro de Excelência em Turismo
Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos

# AS PROPRIEDADES DA PROTEÍNA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Vanessa Terra Papaleo

Banca examinadora,

Raquel Botelho,Mestre
Orientadora

Wilma Araújo, Doutor
Membro da Banca

Brasília, DF, abril 2004

Ficha Catalográfica
Papaleo, Vanessa Terra
**As Propriedades da Proteína de Soja na Alimentação Humana/** Vanessa Terra Papaleo
Brasília: UnB/CET, 2004.
vi, 60pág. :il.
Monografia Qualidade em alimentos – Universidade de Brasília, Centro de Excelência em Turismo, 2004.
1. Propriedades. 2. Processamento. 3. Benefícios. 4. Soja. – Monografia.

VANESSA TERRA PAPALEO

# Propriedades da Proteína de Soja na Alimentação Humana

Comissão Avaliadora

Raquel Botelho
Professora Orientadora

Brasília, DF, 23 abril 2004

## Dedicatória

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida, Sandra, minha mãe e Bibiana, minha irmã.

Por todo incentivo e apoio na vida, nos desejos e nos sonhos que aos poucos vão se realizando.

Agradeço toda a força, energia, impulso e proteção, da minha mãe Sandra Terra. A quem devo sempre agradecer os incentivos infinitos e apoio para que eu nunca desistisse dos meus objetivos e dos meus sonhos.

Agradeço também a proteção iluminada do meu avô Luiz Francisco Terra, que sempre estará presente no meu coração, pelo simples fato da sua existência entre nós.

Agradeço também à Zaga, amigo especial que está em nossa vida, sempre com muito afeto dedicação e atenção.

## Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora Raquel Botelho, pela sua paciência, orientação e ensinamentos, além da amizade que fizeram com que este trabalho fosse possível.

Agradeço a Wilma Araújo, pela sua ajuda e esclarecimentos que facilitaram na decisão de como deveria desenvolver meu trabalho.

Agradeço aos meus novos colegas e amigos, que me fizeram ver uma nova Brasília, mostrando sua amizade e interação no grupo de trabalho e lazer. Tornando possível e fácil minha adaptação.

“O ato verdadeiro da descoberta não consiste em descobrir novos territórios, mas sim vê-los com novos olhos”.

Marcel Proust

**Resumo**

As descobertas dos conhecimentos da cultura da soja e dos benefícios dela estão mudando a alimentação humana e a produção de alimentos.

São muitas as pesquisas e tecnologias para aplicar a soja na alimentação atual. Projetos e adaptações dos diversos produtos da soja estão cada vez mais presentes em técnicas dietéticas e inseridas em novos alimentos. As pesquisas mostram a variedade de produtos já existentes e os benefícios deste alimento funcional, que está se revelando uma verdadeira descoberta para saúde com baixo custo e grande aumento no mercado.

Algumas das propriedades mais relevantes são observadas neste trabalho. Todos os estudos direcionados a soja têm como principal objetivo promover a variedade da alimentação e aperfeiçoamento do sabor.

Palavras-chave: 1. Propriedades. 2. Processamento. 3. Benefícios. 4. Soja. – Monografia.

**Abstract**

The discoveries of the knowledge of soy culture and their benefits are changing human alimentation and food production.

There are many researches and technologies to apply soy in current feeding. Projects and adaptation of diverse soy products are more and more present in dietetics techniques and inserted in new food.

Researches show the variety of products already existent and benefits of this workmanlike food, that is a truth discovery to healthy with low cost and great increase in market.

Some of the most significant proprieties are watched in this work. All of the studies about soy have like the highest objective to promote feeding variety and try to make the perfect flavor.

Keywords : Property. 2. Proceedings. 3. Benefit. 4. Soya bean.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO.....01
JUSTIFICATIVA.....03
2. OBJETIVO.....04
3. METODOLOGIA.....05
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
4. PROPRIEDADES DA SOJA.....06
4.1. Propriedades físico-químicas.....06
4.1.1. Propriedades Funcionais.....09
4.1.2. Propriedades nutricionais.....11
4.2. PROCESSAMENTO.....13
4.3. BENEFÍCIOS NA PREVENÇÃO.....29
4.4. O MERCADO DA SOJA.....36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição centesimal dos vegetais.....06
Tabela 2: Composição de micronutrientes presentes nos vegetais.....07
Tabela 3: Composição em ácidos graxos de óleo das principais cultivares de soja produzidas no Estado de São Paulo.....08
Tabela 4: Composição em carboidratos da soja.....08
Tabela 5: Composição em minerais da soja.....09
Tabela 6: Teores de vitaminas na soja.....09
Tabela 7: Composição nutricional de alguns alimentos.....13
Tabela 8: Qualidade nutricional de algumas proteínas.....14
Tabela 9: Valores do coeficiente de utilização protéica de algumas proteínas.....14

Tabela 10: Composição média de farinha de soja integral.....16
Tabela 11: Composição de um leite de soja.....19
Tabela 12: Composição química de uma farinha de soja desengordurada.....21
Tabela 13: composição química de um concentrado protéico de soja.....23
Tabela 14: Composição química de um isolado protéico de soja.....25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quantidade de Proteínas.....07
Figura 2: Esquema de processamento da farinha integral de soja.....16
Figura 3: Fabricação de Leite de soja.....18
Figura 4: Proteínas de Soja – Processo .....25
Figura 5: Processamento de farinha e farelo de soja.....22
Figura 6: Esquematização da fabricação do concentrado de soja.....23
Figura 7: Esquematização do processamento de Concentrado Protéico de soja.....24
Figura 8: Processamento do óleo bruto de soja.....26
Figura 9: Processamento de óleos refinados de soja.....27
Figura 10: Processo de extração da lecitina de soja.....28
Figura 11: Foto do grão de soja e soja texturizada.....29
Figura 12: Grãos de soja.....32
Figura 13: Queijo de soja.....35
Figura 14: Kibe de proteína texturizada de soja.....35
Figura 15: Alimentos à base de soja.....35
Figura 16: Prateleira com variedades de produtos à base de soja.....36

## 1. INTRODUÇÃO

Durante séculos, o cultivo da soja permaneceu restrito apenas aos países orientais, onde foi cultivada principalmente para a produção de grãos, usados na preparação de grande variedade de alimentos frescos, fermentados e secos (PROBST & JUDD, 1973).

O verdadeiro impulso na produção de soja ocorreu, porém na década de 60, quando se iniciou o cultivo sucessivo trigo-soja no Rio Grande do Sul. A política governamental visando a expansão da cultura do trigo resultou, portanto, no incremento da área de produção de soja. Em conseqüência, a partir de uma participação de 0,5% da produção total do mundo nos anos de 1954 a 1958, o Brasil passou, em 1976, a ser responsável por 16% da produção mundial (BONETTI, 1981).

Várias foram às razões para esse aumento: possibilidades de mecanização total da cultura, participação de cooperativas nos processos de produção e comercialização, condições favoráveis do mercado externo, geração de tecnologias adaptadas às diferentes condições do país, além da sua utilização como cultura sucessória ao trigo, possibilitando o aproveitamento da mesma área, das máquinas e dos equipamentos (BONATO, 1987).

A utilização da soja teve, no mundo ocidental, progressão diversa da observada no Oriente. Nos Estados Unidos, por exemplo, o seu uso inicial foi como cultura forrageira (PROBST & JUDD, 1973). Ao contrário do ocorrido nos países orientais, foram industrializados, inicialmente, o óleo e a farinha. O primeiro devidamente processado para margarinas, maionese, óleo de cozinha etc. Atualmente, 30% do óleo consumido no mundo são de soja; no Brasil este índice é de 90%(PROBST & JUDD, 1973). A proteína foi aproveitada pelo homem de forma indireta porque a farinha e o farelo de soja foram usados quase exclusivamente para alimentação animal, especialmente de suínos e aves domésticas.

No continente africano, a soja foi introduzida em 1910, em áreas restritas, e geralmente tem rendimento mais baixo. Na Austrália vem sendo cultivada há mais de 50 anos, mas somente nos últimos dez anos assumiu maior importância (BONETTI, 1981). Sua aceitação como alimento natural é pequena, devido ao odor e

sabor desagradáveis. Só posteriormente tornou-se componente importante de vários alimentos industrializados, geralmente sem identificação em suas fórmulas, para evitar rejeição.

Vários alimentos naturais (Santos 1978) podem ser obtidos da soja para uso na alimentação humana, podendo ser agrupados em:

- Fermentados: shoyu, misso, natto, tempeh e sufu.
- Não fermentados: leite de soja, tofu, kori-tofu, yuba e kinako.

Os mais importantes são o shoyu, misso, tempeh e tofu. Os dois primeiros são mais usados como flavorizantes e os últimos, em função de seu alto conteúdo de proteínas e gorduras, têm grande valor como nutrientes.

Com o aparecimento de proteínas texturizadas, processadas como alimentos tradicionais, como carne, bacon etc., seu consumo aumentou; e, mais recentemente, a influência de imigrantes tem estimulado o uso de alimentos naturais.

Estes alimentos em forma texturizada, ou em forma de leite, ou sucos, estão aumentando o mercado da soja, pois as pesquisa têm demonstrado os benefícios na alimentação. As propriedades da proteína de soja na alimentação estão influenciando na prevenção de doenças e nos hábitos da população.

A avaliação das propriedades da soja na alimentação é utilizada para identificar a influência na ingestão humana, observando a composição, as propriedades funcionais, propriedades nutricionais e as formas de processamento para que sua aceitação continue crescendo.

Nos três últimos anos o mercado de novos produtos de soja cresceu mais que 11% ao ano, no mercado norte-americano. Deste crescimento, 24% foram produtos substitutos de refeição e suplementos, 21% barras energéticas, 14% substitutos cárneos, 7,5% tofu. Soyfoods, (2002).

*O* "Leite" de soja é a categoria de maior crescimento na história da indústria de alimentos de soja, passando de 100 milhões de dólares em vendas em 1995 para 550 milhões de dólares em 2001.

O crescimento anual foi de 26% em 1997 e 63 % em 2000, já o crescimento do leite refrigerado foi de 100% em 2001.

## JUSTIFICATIVA

A importância da soja demonstra seu valor nutricional e a expansão de sua cultura. Sua alta produtividade e facilidade de adaptação em quase todas as regiões fazem com que a soja seja uma grande descoberta que deve continuar suas pesquisas. Traduz-se a soja como um ingrediente alimentar que, além de suas propriedades nutricionais, pode acarretar benefícios à saúde, quando consumido como parte de uma dieta saudável. Inúmeros estudos científicos comprovam os ***benefícios da soja*** à saúde das pessoas.

A tendência será a de que cada vez mais pessoas conscientes da importância de uma alimentação correta, procurem alimentos que auxiliem em seu bem-estar físico e contribuam para melhor funcionamento do organismo e mesmo para a prevenção de certas doenças. A soja, alimento de consumo universal, preenche esta condição, pois além da nutrição apresenta uma contribuição extra para a saúde; dentro do conceito de alimento funcional, ela abre as perspectivas das indústrias alimentícias para desenvolver diversas formulações alimentares. (Bianchi, 1986).

A soja pode ser considerada um alimento funcional, pois contém substâncias fisiologicamente ativas (Childs, 1994) capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos, melhoria das condições de saúde e do bem-estar e prevenção no surgimento de doenças degenerativas. A utilização biológica dos componentes da soja na dieta traduz-se em processos específicos no organismo, tais como prevenção de certas enfermidades e melhoria dos mecanismos de defesa, retardamento do processo de envelhecimento e ajuda no controle físico e mental do indivíduo.

## 2. OBJETIVO GERAL

Avaliar as propriedades da soja para a alimentação humana, identificando qual a influência na ingestão.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- AVALIAR A SOJA COMO FONTE ÚNICA DE PROTEÍNAS;
- VERIFICAR SUA UTILIZAÇÃO COMO FORTIFICANTE DE OUTROS ALIMENTOS E COMO SUBSTITUTO PARCIAL DE OUTRAS PROTEÍNAS;
- DISCUTIR OS BENEFÍCIOS DA SOJA NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA ATEROSCLEROSE E NA PREVENÇÃO DO CÂNCER;
- AVALIAR O VALOR NUTRICIONAL DAS FIBRAS DA SOJA.

Excluído: ¶

## 3. METODOLOGIA

A pesquisa baseou-se em um estudo bibliográfico, onde foram selecionados fontes que continham dados já estudados sobre a composição, propriedades funcionais, propriedades nutricionais, processamento, uso e produtos contendo soja. Através de tabelas comparativas foram demonstradas as diferenças dos teores de proteína, vitaminas, lipídios e carboidratos entre a soja, seus derivados e outras fontes protéicas consumidas pela população.

Os textos foram selecionados baseando-se na confiabilidade dos estudos e nas fontes utilizadas. Através de dados estatísticos foi possível demonstrar o impacto da soja no mercado mundial e o crescimento do setor com as novas tecnologias desenvolvidas.

Excluído: ¶

## 4. PROPRIEDADES DA SOJA

### 4.1. Propriedades físico-químicas

A composição da soja varia, principalmente, com o genótipo e os fatores climáticos. Coqueiro (1972) concluiu que, destes últimos, são mais importantes as temperaturas, umidade do solo e luminosidade. Sallans (1964) encontrou aumento do conteúdo protéico e lipídico, apesar do baixo rendimento, em presença de baixa precipitação ou reduzida umidade do solo. Tango *et al* (1973/1974), estudando a composição da soja em vários anos agrícolas, observaram variação significativa nos teores de proteínas e lipídios, e também na composição dos ácidos graxos, especialmente palmíticos, esteáricos e linoléico. Deve-se enfatizar que as condições climáticas repercutem mais nas taxas de proteínas, pois o desenvolvimento do conteúdo de lipídios é mais precoce.

Quanto à soja cultivada no Brasil, Castro *et al* (1973) verificaram que a quantidade de proteína varia de 29,2 a 57,9%, com média de 41,2%.

A tabela 1 demonstra a composição centesimal dos vegetais, enquanto a tabela 2 apresenta a composição em micronutrientes.

**Tabela 1:** Composição centesimal dos vegetais (HOLLAND *et al.*, 1994).

| Vegetais | Umidade (g/100g) | Proteína (g/100g) | Gordura (g/100g) | Carboidrato (g/100g) | Calorias (Kcal/100g) | N total (g/100g) | Fibra (g/100g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Feijão azuki | 12,7 | 19,9 | 0,5 | 50,1 | 272 | 3,18 | 11,1 |
| Feijão preto | 12,5 | 24,9 | 1,4 | 40,8 | 275 | 3,98 | 17,9 |
| Lentilha verde marrom | 10,8 | 24,3 | 1,9 | 48,8 | 297 | 3,90 | 8,9 |
| Lentilha vermelha | 11,1 | 23,8 | 1,3 | 56,3 | 318 | 3,80 | 10,5 |
| Soja | 8,5 | 35,9 | 18,6 | 15,8 | 370 | 5,74 | 15,7 |
| Batata | 81,7 | 1,7 | 0,3 | 16,1 | 70 | 0,28 | 1,3 |
| Cenoura | 88,8 | 0,7 | 0,5 | 6,0 | 30 | 0,11 | 2,6 |
| Aipo | 95,1 | 0,5 | 0,2 | 0,9 | 7 | 0,08 | 1,6 |
| Brócolis | 88,2 | 4,4 | 0,9 | 1,8 | 33 | 0,71 | 2,6 |
| Couve-flor | 88,4 | 3,6 | 0,9 | 3,0 | 34 | 0,58 | 1,9 |
| Chicória | 94,3 | 0,5 | 0,6 | 2,8 | 11 | 0,09 | 0,9 |
| Alface | 95,1 | 0,8 | 0,5 | 1,7 | 14 | 0,13 | 1,3 |
| Grão-de-bico | 10,0 | 21,3 | 5,4 | 49,6 | 320 | 3,42 | 13,5 |
| Repolho | 90,1 | 1,7 | 0,4 | 4,1 | 26 | 0,28 | 2,9 |
| Beterraba | 87,1 | 1,7 | 0,1 | 7,6 | 36 | 0,27 | 2,8 |
| Batata-doce | 73,7 | 1,2 | 0,3 | 21,3 | 87 | 0,19 | 2,3 |
| Inhame | 67,2 | 1,5 | 0,3 | 28,2 | 114 | 0,25 | 3,7 |

Excluído: ¶

**Tabela 2:** Composição de micronutrientes presentes nos vegetais (HOLLAND *et al.*, 1994).

| Vegetais | Minerais (mg/100g) | | | | | | Vitaminas (mg/100g) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Na | K | Ca | Mg | P | Fe | Tiamina | Niacina |
| Feijão azuki | 5 | 1220 | 84 | 130 | 380 | 4,2 | 0,45 | 2,6 |
| Feijão preto | 40 | 800 | 150 | 160 | 370 | 6,3 | 0,42 | 2,0 |
| Lentilha verde marrom | 12 | 940 | 71 | 110 | 350 | 11,1 | 0,41 | 2,2 |
| Lentilha vermelha | 36 | 710 | 51 | 83 | 320 | 7,6 | 0,50 | 2,0 |
| Soja | 5 | 1730 | 240 | 250 | 660 | 9,7 | 0,61 | 2,2 |
| Batata | 11 | 320 | 6 | 14 | 34 | 0,3 | 0,15 | 0,4 |
| Cenoura | 40 | 240 | 34 | 9 | 25 | 0,4 | 0,04 | 0,2 |
| Aipo | 60 | 320 | 41 | 5 | 21 | 0,4 | 0,06 | 0,3 |
| Brócolis | 8 | 370 | 56 | 22 | 87 | 1,7 | 0,10 | 0,9 |
| Couve-flor | 9 | 380 | 21 | 17 | 64 | 0,7 | 0,17 | 0,6 |
| Chicória | 1 | 170 | 21 | 6 | 27 | 0,4 | 0,14 | 0,1 |
| Alface | 3 | 220 | 28 | 6 | 28 | 0,7 | 0,12 | 0,4 |
| Grão-de-bico | 39 | 1000 | 160 | 130 | 310 | 5.5 | 0,39 | 0,4 |
| Repolho | 5 | 270 | 52 | 8 | 41 | 0,7 | 0,15 | 1,9 |
| Beterraba | 66 | 380 | 20 | 11 | 51 | 1,0 | 0,01 | 0,1 |
| Batata-doce | 40 | 370 | 24 | 18 | 50 | 0,7 | 0,17 | 0,5 |
| Inhame | 2 | 380 | 15 | 15 | 27 | 0,7 | 0,16 | 0,2 |

A figura 1 demonstra a quantidade de proteínas em farinha desengordurada e em produtos intermediários da soja. (Trindade, 2004).

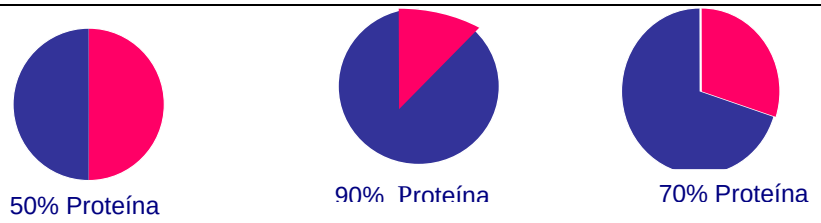


**Figura 1**. Conteúdo protéico da soja. (Trindade, 2004)

Na primeira figura – 50% de proteína = Proteína Texturizada da Farinha desengordurada de soja;

Na segunda figura – 70% de proteína = Proteína concentrada de soja;

Na terceira figura – 90% de proteína = Proteína Isolada de soja.

Excluído: on

O óleo de soja contém cerca de 15% de ácidos graxos saturados e 85% de insaturados. É grande seu conteúdo de ácidos graxos essenciais. Trabalho realizado por Costa (1973/1974), com matéria-prima do Estado de São Paulo, mostrou os componentes lipídicos de diferentes cultivares de soja (tabela 3).

Excluído: ¶

**Tabela 3:** Composição em ácidos graxos do óleo das principais cultivares de soja produzidas no Estado de São Paulo, na safra de 1973. (Costa, 1973/1974).

| | CULTIVARES DE SOJA | | |
|---|---|---|---|
| ÁCIDOS GRAXOS | SANTA ROSA | VIÇOJA | MINEIRA |
| Saturados | | | |
| Mirístico | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| Palmítico | 11,60 | 11,25 | 10,81 |
| Palmitoléico | 0,12 | 0,12 | 0,05 |
| Esteárico | 8,21 | 4,37 | 3,35 |
| Insaturados | | | |
| Oléico | 21,38 | 21,86 | 20,59 |
| Linoléico | 57,27 | 55,63 | 58,01 |
| Linolênico | 6,16 | 6,27 | 6,61 |
| Behênico | 0,19 | 0,42 | 0,48 |

Os lipídios da soja incluem, ainda, 1 a 3% de substâncias não saponificáveis: esteróides (colesterol, estimasterol, camposterol e sistosterol), tocoferóis e a vitamina A.

A soja contém, aproximadamente, 34% de carboidratos, porém proporção considerável dos mesmos, como galactanas, pentosanas, hemicelulose e celulose, é pouco utilizada. Segundo Hymowitz (1972), os açúcares livres correspondem a 8% do total, sendo que destes há 60% de sacarose, 4% de rafinose e 36% de estaquinose. O amido é encontrado em sementes verdes, mesmo assim em pequena quantidade. A composição em carboidratos da soja, de acordo com os estudos de Kawamura (1967), encontra-se na Tabela 4.

**Tabela 4:** Composição em carboidratos da soja. (Kawamura, 1967).

| CARBOIDRATOS | TEOR MÉDIO (%) |
|---|---|
| Celulose | 4,0 |
| Hemicelulose | 15,0 |
| Estaquiose | 3,8 |
| Rafinose | 1,1 |
| Sacarose | 5,0 |
| Outros açúcares | 5,1 |

A soja é rica em muitos minerais, em especial magnésio, fósforo, ferro, cobre e zinco; é uma fonte moderada de cálcio.

A disponibilidade desses componentes é maior quando se ingerem os brotos da soja. O teor de fósforo é proporcional à quantidade de lecitina. Costa *et al*

Excluído: ¶

(1973/1974) observaram que Santa Rosa, uma das variedades mais cultivadas no Brasil, possui o menor conteúdo desse mineral dentre as cultivares testadas. Shurpalekar (1961) descreveu a composição da soja em minerais, como relacionado na Tabela 5.

**Tabela 5:** Composição em minerais da soja. (Shurpalekar, 1961).

| MINERAIS | 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 (partes por milhão)

A soja é deficiente em muitas vitaminas. Enquanto verde é boa fonte de riboflavina, niacina e ácido ascórbico. Quando madura é ótima fonte das vitaminas E e K; boa fonte de tiamina, riboflavina e ácido fólico; pobre em vitamina A; não contém vitaminas D e $B_{12}$ como mostra a tabela 6.

**Tabela 6:** Teores de vitaminas na soja. (Shurpalekar, 1961).

| VITAMINAS | TEOR (μ/g DE SOJA) |
|---|---|
| Tiamina | 11,0-17,5 |
| Riboflavina | 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 | 0,18-2,43 |
| Vitamina E | 1,4 |
| Vitamina K | 1,9 |

Dintzis *et al* (1979) relataram que a casca da soja contém 87% das fibras, sendo 0 a 5% de celulose, 14 a 33% de hemicelulose e 1 a 3% de linina. Costa *et al* (1973/1974) estudaram sete variedades cultivadas no Brasil, encontraram um

Excluído: ¶

conteúdo de fibras que variou de 6,13 a 7,06%, sendo que a IAC-1 apresentou maior quantidade. O conteúdo de fibras dos polissacarídeos é de aproximadamente 75g/100g. A relação entre fibras solúveis e insolúveis varia com o método analítico. Utilizando-se o método da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) foram obtidos 5% de fibras solúveis e 95% de insolúveis; com ENGLYST, 27% de solúveis e 73% de insolúveis. Não existe relação entre o teor de fibras e outros componentes da soja.

Excluído: ¶

### 4.1.1. Propriedades funcionais

Para os autores Morais e Lázaro da Silva, (1996) o estudo crítico dessas propriedades é difícil porque não há testes padronizados para medi-las; eles proporcionam diferentes resultados quando se varia o processamento. São empregados: NSI (índice de solubilidade do nitrogênio), PDI (índice de dispersibilidade da proteína) e PSI (índice de solubilidade da proteína). Todos eles indicam a percentagem de nitrogênio solúvel, demonstrando que a solubilidade constitui o principal fator que gera sua funcionalidade. Além disso, a solubilidade da proteína em água mede o grau de tratamento pelo calor (aquecimento leve determina solubilidade de 60 a 80%, e aquecimento intenso, de 10 a 20%).

Dentre as principais propriedades, destacam-se: segundo Morais e Lázaro da Silva, (1996).

Emulsificação

Essa capacidade existe porque as proteínas são superfícies ativas que atuam, provavelmente, de duas maneiras: formando emulsões de óleo em água ou estabilizando emulsões já formadas.

A estabilidade da emulsão é muito importante, pois o sucesso do emulsificador depende de sua habilidade para manter a emulsão em processos subseqüentes, por exemplo, durante o aquecimento.

Absorção de Gordura

Talvez seja um aspecto da emulsificação, e seu mecanismo ainda não é explicado. A matriz gelatinosa formada parece estabilizar a emulsão, impedindo que a gordura migre para a superfície. Em panquecas e bolos, previne uma excessiva absorção de gordura durante a fritura, o que parece envolver desnaturação de proteínas, formando uma barreira resistente à gordura.

Absorção de Água

As proteínas contêm numerosas cadeias laterais polares, tornando-se hidrofílicas. Alguns desses grupos polares são ionizáveis, daí a variação do pH alterar essa

Excluído: ¶

propriedade. A farinha de soja consegue uma retenção mínima de água em pH 4,5 e aumenta com elevação ou redução do pH.

Textura

Constitui uma de suas principais propriedades. É muito importante na produção de derivados texturizados, simulando frutas, vegetais etc. A textura da Proteína Texturizada da Soja (PTS), assemelha-se muito a da carne, depois de preparada.

Controle de Cor

A farinha de soja pode atuar como agente branqueador em pães brancos, através de suas lipoxigenases que oxidam gorduras poliinsaturadas que agem sobre os carotenóides da farinha de trigo; pode promover a formação de cor, resultando produtos de padaria com aspecto tostado.

Formação de Filme

Quando a farinha de soja, dissolvida em água, é autoclavada, forma-se um filme na superfície que atua como uma barreira à água e solventes aquosos.

Excluído: ¶

### 4.1.2. Propriedades Nutricionais

A soja tem composição quase completa, incluindo proteínas, lipídios, carboidratos e muitos minerais. Seu valor calórico é alto, com a vantagem de não resultar de grande quantidade de amido; é, todavia, deficiente na maioria das vitaminas e suas fibras estão contidas quase totalmente em sua casca. Para demonstrar seu valor nutritivo, Dutra de Oliveira (1981) comparou-a com alguns alimentos apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Composição nutricional de alguns alimentos. (Dutra de Oliveira, 1981)

| ALIMENTO | ENERGIA Kcal | PROTEÍNA g | GORDURA g | CÁLCIO mg | FERRO mg |
|---|---|---|---|---|---|
| Feijão (vermelho) | 343 | 22,5 | 1,5 | 110,0 | 6,9 |
| **Soja** | **398** | **33,4** | **16,4** | **222,0** | **11,5** |
| Carne magra | 113 | 21,4 | 2,4 | 16,0 | 4,0 |
| Ovo | 163 | 12,9 | 11,5 | 54,0 | 2,3 |
| Leite | 65 | 3,5 | 3,5 | 118,0 | traços |

*Valores por 100 gramas.

Qualidade da Proteína

A qualidade nutricional de uma proteína pode ser avaliada através de métodos químicos, biológicos e microbiológicos.

Os métodos químicos baseiam-se na análise dos aminoácidos da proteína e na comparação de seus aminoácidos essenciais com os aminoácidos essenciais de uma proteína de referência, geralmente a proteína do ovo ou a "Proteína Provisional da FAO" (Organização das Nações unidas para Alimentação e Agricultura – FAO). A composição em aminoácidos indica a potencialidade da proteína, mas não revela, obrigatoriamente, que um aminoácido em particular seja utilizável pelo organismo. Vanburen et *al* (1964), trabalhando com animais, demonstraram que nem toda a lisina encontrada nas amostras de soja é metabolizada. Para suplantar essas deficiências, empregam-se então os ensaios biológicos, que se baseiam na resposta de um organismo à ingestão da proteína em estudo. Dentre estes destacam-se:

- Coeficiente de utilização protéica – CUP (o mesmo que " PER – Protein efficiency ratio"). Trata-se do processo mais usado, definido como o ganho de

Excluído: ¶

peso animal em crescimento (geralmente o rato), dividido pela proteína ingerida. O resultado é comparado com aquele obtido com a utilização da caseína, padronizado em 2,5;

- Valor biológico. É a relação entre o nitrogênio absorvido e o retido pelo organismo;
- Digestibilidade. É a relação entre o nitrogênio absorvido pelo organismo. Mede, portanto, a disponibilidade de um aminoácido;

Além do Valor Protéico Relativo, Razão Protéica Líquida. Utilização Protéica Líquida. Outros resultados de ensaios biológicos são apresentados encontram-se na Tabela 8, segundo Mattar Filho (1980).

Conclui-se, baseando-se nesses métodos tradicionais, que a soja é rica em proteínas, apresenta como aminoácidos limitantes apenas os sulfurados, porém sua qualidade é inferior à das proteínas animais.

**Tabela 8:** Qualidade nutricional de algumas proteínas. (Mattar Filho, 1980).

| ALIMENTO | DIGESTIBILIDADE | CUP/PER | VALOR BIOLÓGICO (%) |
|---|---|---|---|
| Ovo | 99 | 3,92 | 94 |
| Leite | 97 | 3,09 | 84 |
| Peixe | 98 | 3,65 | 83 |
| Carne de vaca | 99 | 2,30 | 74 |
| Soja | 90 | 2,32 | 73 |
| Feijão | 73 | 1,48 | 58 |
| Milho | 79 | 0,60 | 22 |

A tabela 9 publicada por Del Vale (1981) mostra o CUP (o mesmo que "PER – Protein efficiency ratio") de várias proteínas.

**Tabela 9:** Valores do coeficiente de utilização protéica de algumas proteínas. (Del Valle, 1981).

| ORIGEM DA PROTEÍNA | CUP/PER |
|---|---|
| Origem animal | |
| Ovo | 3,8 |
| Leite de vaca | 2,5 |
| Carne de vaca | 3,2 |
| | |
| Origem vegetal | |
| Soja crua | 0,7 |
| Soja processada | 1,8 |
| Arroz | 1,9 |
| Trigo | 1,0 |

Excluído: ¶

## 4.2. PROCESSAMENTO

Pelas investigações científicas já realizadas, ficou demonstrado serem as sementes de soja superiores, como alimento, às de qualquer outra leguminosa. Para o emprego da soja na indústria e em nutrições humana e animal há necessidade de submetê-la a procedimentos que visam inativar fatores antinutricionais presentes, reduzir agentes causadores de flatulência, e melhorar sabor e odor. Alguns tratamentos básicos, como remoção da casca, moagem fina para liberação do material digestível e aquecimento úmido, usados na obtenção dos derivados da soja, contribuem para a inativação da maioria dos fatores antinutricionais. Porém, enquanto os inibidores da tripsina, hemaglutinas, fator bocígeno, antivitaminas e fitatos são termolábeis, as saponinas, estrógenos, fatores flatulentos, lisinoalanina e alérgenos são termoestáveis.

Morales *et al* (1981) demonstraram que o tempo de cozimento da soja reduz muito quando se adiciona solução alcalina ao produto, antes do tratamento térmico. O aquecimento por 20 minutos, após imersão por seis a 10 horas em solução com 0,25 a 0,50% de bicarbonato de sódio, inativa mais de 60% da atividade antitríptica.

De acordo com a esquematização de Cabral & Modesta (1981), os derivados da soja podem ser divididos em quatro grupos:

- Produtos não desengordurados
- Produtos do farelo desengordurado
- Produtos do óleo bruto
- Produto de tradição oriental

Produtos não Desengordurados

A Farinha é uma fração fina, que passa por uma peneira de 100 “mesh”. A farinha integral de soja é um produto obtido diretamente dos grãos de soja e contém, no mínimo, 40 % de proteína e 20% de lipídios. O fluxograma de processamento está apresentado na figura.

Excluído: ¶

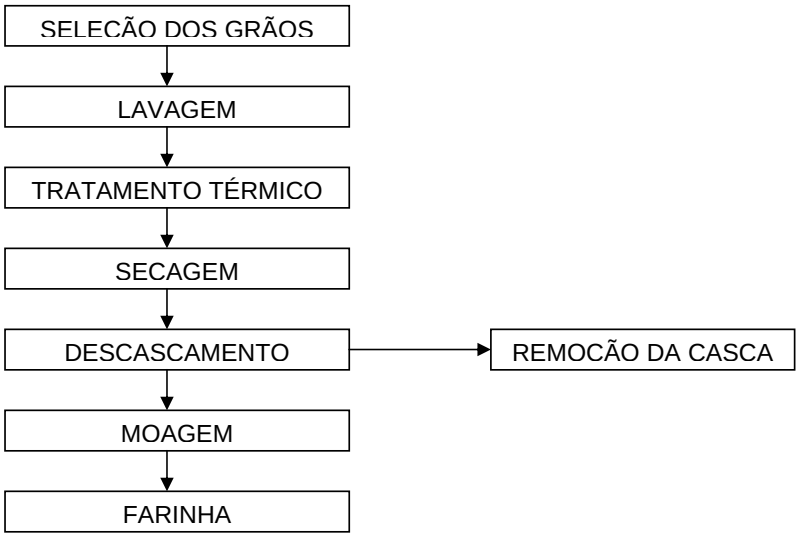


**Figura 2:** Esquema de processamento da farinha integral de soja

Em algumas situações essa seqüência é alterada. Por exemplo, quando a farinha de soja for utilizada para branqueamento de farinha de trigo destinada à fabricação de pães, não deve ocorrer o tratamento térmico, já que as enzimas presentes na soja devem permanecer ativas até o final do tratamento da farinha de trigo.

A composição química da farinha integral de soja é muito variável, dependendo da variedade, das condições de cultura, do armazenamento, e do processamento.

A tabela 10 apresenta composição de uma farinha de soja, de acordo com dados de Pringle (1974).

**Tabela 10:** Composição média de farinha de soja integral. (Pringle, 1974).

| COMPONENTES | % |
|---|---|
| Proteínas | 40,5 |
| Óleo (incluindo lecitinas) | 20,5 |
| Umidade | 6,6 |
| Fibras | 2,3 |
| Cinzas | 4,5 |
| Carboidratos | 25,6 |

Excluído: ¶

Ainda classificados como farinha integral, tem-se:

- Farinha de soja micropulverizada. Produto muito dispersível em água, destinado, principalmente, ao preparo de bebidas protéicas instantâneas à base de soja;
- Farinha integral pelo processo “Promo”. Fabricada pela firma Promo Ltda., da Inglaterra, destinada a usos nutricionais. Em seu tratamento, omite-se o descascamento e adiciona-se um cozimento com água. Sua composição é a seguinte: proteína bruta, 49%; lipídios, 22%; umidade, 5% fibras, 5%; carboidrato, 19% e calorias, 460 por 100g;
- Farinha de soja com alto teor de gordura. Adiciona-se óleo de soja à farinha desengordurada, ao redor de 15%.

Leite de Soja

O extrato solúvel de soja (leite de soja) é o produto obtido por extração aquosa dos grãos de soja.

A fase aquosa consiste numa suspensão – emulsão – solução. Em suspensão encontram-se proteínas, carboidratos e algum material em pequenas partículas; em emulsão encontram-se os lipídios e, formando uma solução, alguns minerais e açúcares.

Recentemente, foram lançados no mercado brasileiro alguns equipamentos compactos, destinados à produção do extrato hidrossolúvel de soja. Um deles, denominada “Vaca Mecânica”, é produzido pela vanguarda Mecânica de Campinas – SP; outro é fabricado pela firma CEIL (Caldeiras e Equipamentos Ltda.), Fortaleza – CE, denominado “Unidade de Produção de Hidrossolúveis, Modelo Amélia”. Já existe, também no mercado, o extrato de soja em pó: Provesol, da Olvebra AS, Guaíba – RS, e Novale, da Noval Produtos Alimentícios Ltda, Guaíba – RS. Os métodos mais comuns de secagem são a pulverização com ar quente (*spray dryer* ou secagem por atomização) e a evaporação da água por contato com um tambor aquecido (*drum dryer* ou em pó, de boa qualidade, com cerca de 41,5% de proteínas e 13,8% de gordura).

Excluído: ¶

Os procedimentos básicos para obtenção do extrato solúvel são: trituração dos grãos, seguida de tratamento térmico, e depois, filtração para remoção dos sedimentos. Entretanto, para eliminar o sabor e o odor desagradáveis, provocados pelo sistema de enzimas lipoxigenases, usam-se outros tratamentos, tais como remoção completa da casca, trituração com água quente, maceração dos grãos com álcali, trituração dos grãos com ácidos, adição de flavorizantes etc.

A figura 3 apresenta um fluxograma de fabricação de leite de soja para a obtenção do "Vital".

Figura 3: Fabricação de Leite de soja (Campinas – VITAL)

Excluído: ¶

Na tabela 11 encontra-se a composição de um leite de soja, apresentado por Cabral & Modesta (1981).

**Tabela 11:** Composição de um leite de soja. Cabral & Modesta (1981).

| COMPONENTES | % |
|---|---|
| Proteínas | 3,5 |
| Gorduras | 2,2 |
| Sólidos totais | 6,5 |

O rendimento na obtenção do leite de soja é de 1:6-9, ou seja, um quilo de soja fornece cerca de seis a nove litros de leite, restante 700g de resíduo com alto teor protéico.

A figura 4 apresenta um fluxograma para a elaboração dos produtos intermediários da soja, segundo (Trindade Pesquisadora - Bunge Alimentos (Trindade Pesquisadora - Bunge Alimentos) <Disponível na Internet em: www.cozinhanet.com.br >, acesso em 30/03/2004.

Excluído: ¶

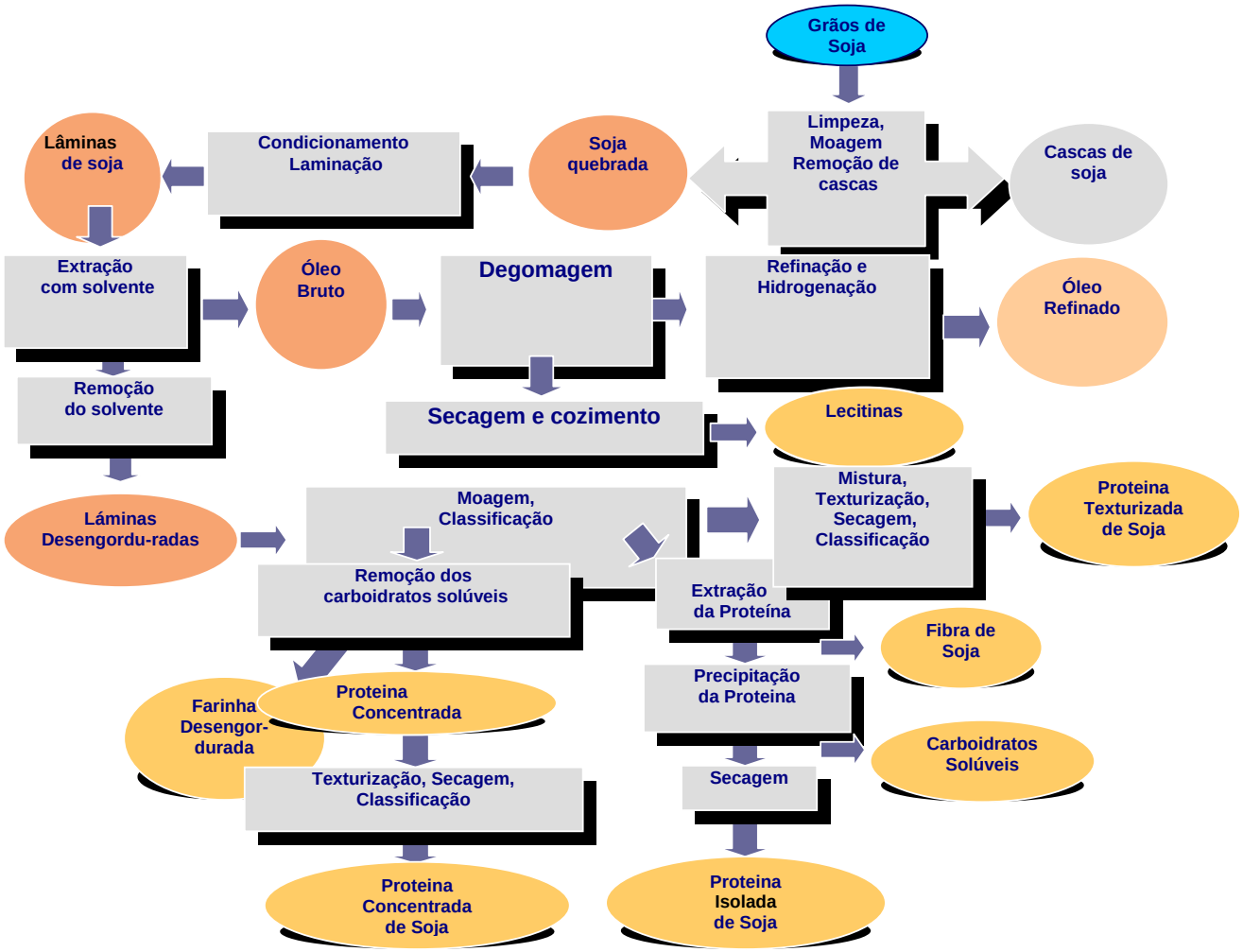


**Figura 4:** Proteínas de Soja – Processo (Trindade, 2004).

Excluído: ¶

Outros Produtos Não Desengordurados

A soja integral pode ser ainda utilizada tostada, frita ou cozida. São produtos de obtenção exclusivamente caseira.

O extrato solúvel de soja, assim como os resíduos insolúveis obtidos de sua fabricação, podem ser utilizados em alimentos caseiros tradicionais, como mingau, angu, farofa, bolinhos, recheio para sanduíches, pé-de-moleque, etc.

Produtos do Farelo Desengordurado

*Farinha e Farelo*

A farinha e o farelo são os produtos menos refinados das proteínas da soja. Têm a mesma composição, variando apenas o tamanho da partícula:

Farelo grosso – 10 a 20 “mesh”

Farelo médio – 20 a 40 “mesh”

Farelo fino – 40 a 80 “mesh”

Farinha – 100 “mesh” ou mais, sendo a maioria acima de 200.

Esses são os produtos industrializados mais importantes, pois são usados tanto para enriquecer alimentos como na obtenção de concentrados e isolados protéicos. Quando empregada para o uso humano, necessita de procedimentos especiais, com objetivo de produzir mínima desnaturação de proteínas, o que resulta em cor leve. (Horan, 1974).

A composição varia com o procedimento, porém valores médios de uma boa farinha são descritos na Tabela 12. A maioria das farinhas contém de 40 a 50% de proteínas.

**Tabela 12:** Composição química de uma farinha de soja desengordurada. (Horan, 1974).

| **COMPONENTES** | **%** |
|---|---|
| Proteínas | 56,0 |
| Gorduras | 1,0 |
| Fibras | 3,5 |
| Cinzas | 6,0 |
| Carboidratos solúveis | 14,0 |
| Carboidratos insolúveis | 19,5 |

Excluído: ¶

Segue na Figura 5, o procedimento realizado com a soja para a obtenção da Farinha e do Farelo de Soja, (Horan, 1974).

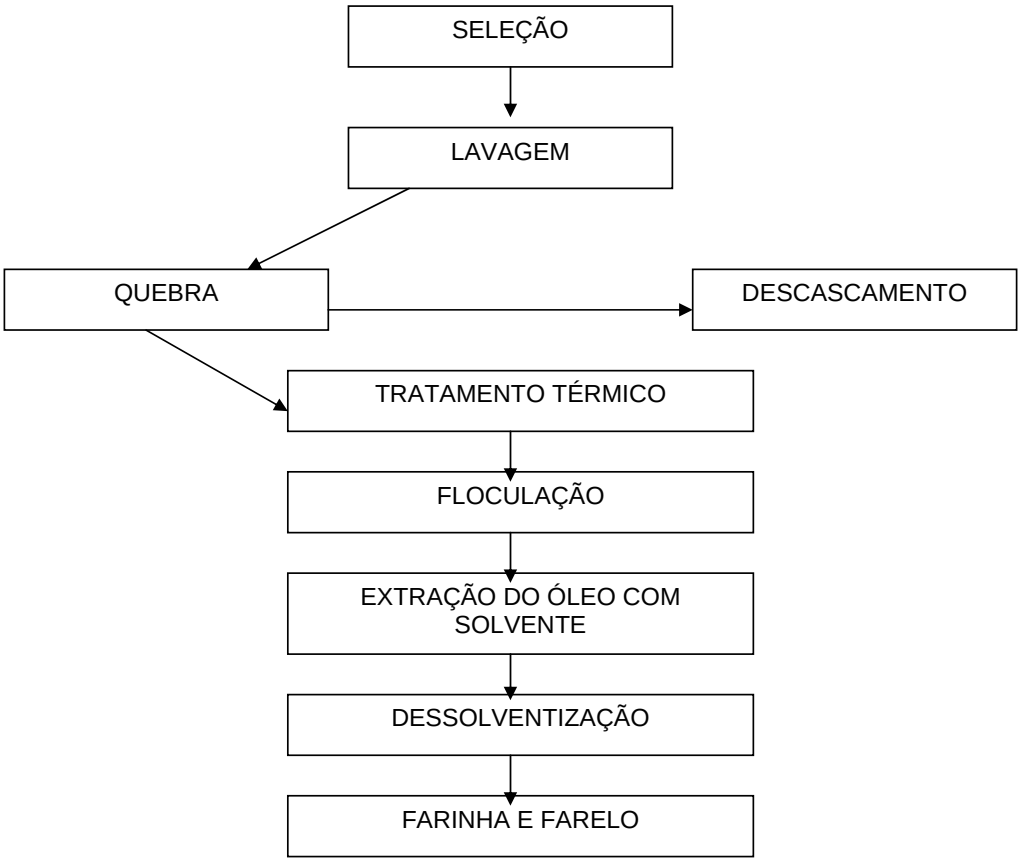


**Figura 5:** Processamento de farinha e farelo de soja. (Morais e Lázaro da Silva, 1996).

Na floculação, os grãos quebrados são comprimidos em flocos, rompendo as células. O solvente mais utilizado é o hexano. O farelo que não recebe aquecimento depois da dessolventização é denominado farelo desengordurado cru; quando o produto recebe aquecimento úmido moderado, chama-se farelo cozido; quando recebe grande quantidade de calor úmido, farelo tostado. (Horan, 1974).

***Concentrado Protéico***

Os concentrados protéicos de soja são obtidos a partir da farinha desengordurada por lavagem com álcool etílico, água fervente ou água ligeiramente acidificada a pH 4,5. Contêm no mínimo 70% de proteínas. Nesse processo de lavagens, componentes como açúcares, alguns minerais e ácido fítico são arrastados, deixando as proteínas e os carboidratos. São utilizados na indústria de alimentos, na composição de produtos cárneos, sopas e farinhas especiais. A figura 6 mostra o fluxograma de produção do concentrado de soja (utilizando na extração material não protéico) de acordo com Horan (1974), enquanto a tabela 4 apresenta sua composição química.

Excluído: <sp>

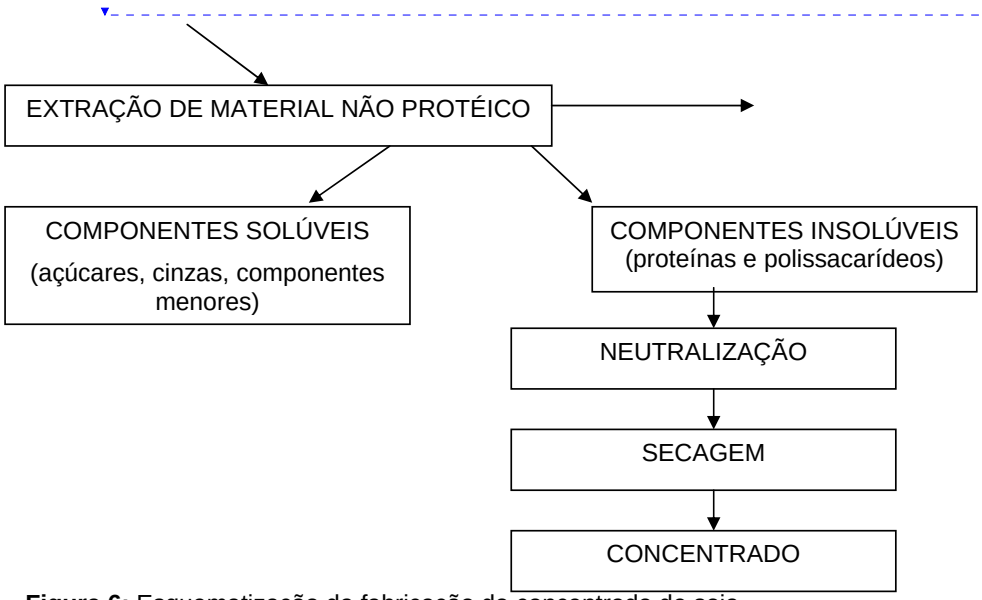


**Figura 6:** Esquematização da fabricação do concentrado de soja

**Tabela 13:** Composição química de um concentrado protéico de soja. (Horan, 1974)

| COMPONENTES | % |
|---|---|
| Proteínas | 72,0 |
| Gorduras | 1,0 |
| Fibras | 4,5 |
| Cinzas | 5,0 |
| Carboidratos solúveis | 2,5 |
| Carboidratos insolúveis | 15,0 |

O método interfere na cor do produto final. A extração com água determina cor mais escura.

*Isolado Protéico*

Os isolados protéicos de soja também são produtos provenientes da farinha desengordurada de soja. São obtidos pela extração aquosa das proteínas e recuperação delas por precipitação, seguida de secagem. Esses produtos contêm, no mínimo, 90% de proteína. Têm ampla aplicação na indústria de alimentos.

O isolado antes de seu uso pode ser tratada química, enzimática ou termicamente para proporcionar funções específicas, tais como gelatinização, solubilidade, emulsificação e absorção de água.

O resíduo de substâncias insolúveis é seco e vendido para alimentação animal, contêm carboidratos solúveis, materiais nitrogenados e outros.

A figura 7 mostra o fluxograma de produção do concentrado de soja (utilizando na extração Álcali Diluído) de acordo com Horan (1974) enquanto a tabela 5 apresenta respectivamente sua composição química.

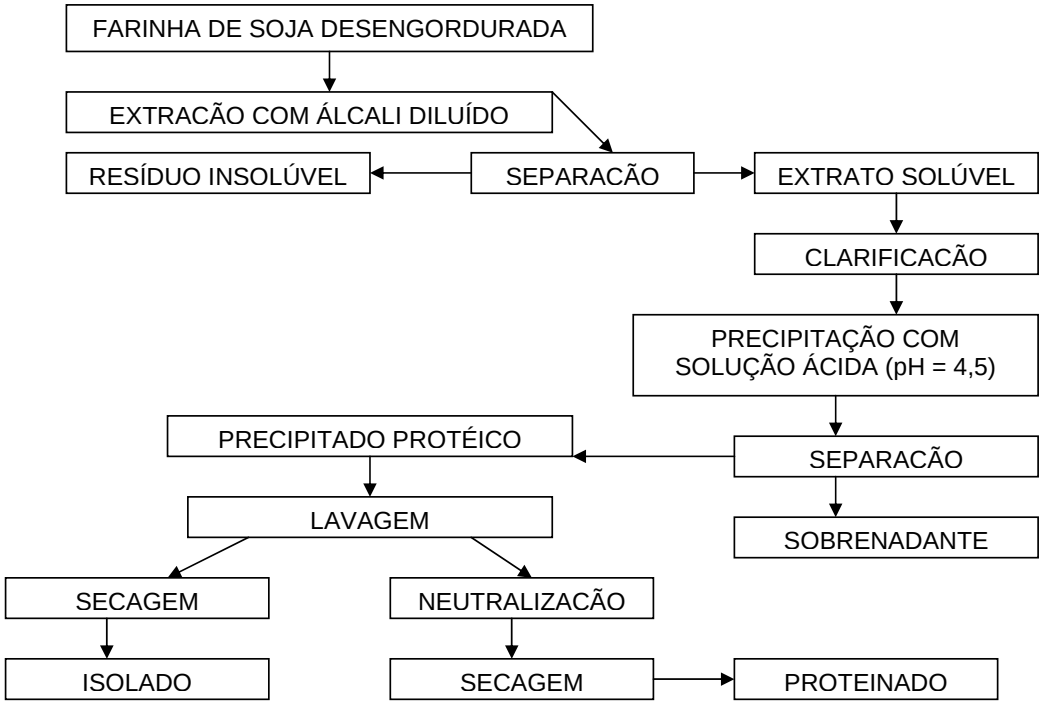


**Figura 7:** Esquematização do processamento de Concentrado Protéico de Soja

**Tabela 14.** Composição química de um isolado protéico de soja. (Horan, 1974)

| COMPONENTES | % |
|---|---|
| Proteínas | 96,0 |
| Gorduras | 0,1 |
| Fibras | 0,1 |
| Cinzas | 3,5 |
| Carboidratos solúveis | 0 |
| Carboidratos insolúveis | 0,3 |

*Proteínas Texturizadas (Morais e Lázaro da Silva, 1996).*

A partir da farinha, concentrado ou isolado, através de processos especiais, conseguem-se produtos finais com pouco sabor e grande amplitude de propriedades funcionais. É possível obter-se um produto para cada necessidade individual.

Existem dois procedimentos básicos:

- Texturização por fiação. A proteína de um isolado é solubilizada em meio alcalino e passada através de uma chapa com pequenos orifícios. Por eles saem fibras que serão coaguladas em banho ácido e estiradas por meio de rolos, girando em velocidade crescente. Este processo é utilizado, mais freqüentemente, para produzir os chamados análogos da carne. Exige um alto capital de investimento. Os produtos finais são vendidos congelados.
- Texturização por extrusão. A proteína texturizada de soja é proveniente da extrusão termoplástica da farinha desengordurada, proveniente da extração de óleo. Na extrusão, esta farinha é submetida a condições de temperatura, pressão e atritos elevados, produzindo um material texturizado, com camadas superpostas e aparência semelhança a um tecido muscular. É muito utilizada na indústria de carnes, principalmente em salsichas e hambúrgueres.

PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA (PTS)

Por apresentar cor e textura semelhantes às da carne, a proteína - produto feito a partir de grãos de soja submetidos a um processo de tritura, cozimento e secagem - é conhecida como "carne de soja".

Por isso, é usada na indústria alimentícia como ingredientes de salsichas, lingüiças, mortadelas, almôndegas, salames, patês, hambúrgueres, molhos, massas e pães, entre outros. Por aí você já percebeu que anda comendo muita mais soja do que imaginava. Altamente concentrada, apresenta teor protéico mais elevado do que

a carne. Pode ser usada ao natural ou adicionada a carne moída (na proporção de 70% de carne para 30% de PTS, ou 80% a 20% respectivamente) no preparo de almôndega e hambúrguer.

Além da farinha de soja, usa-se também farelo ou flocos (primeira geração), ou concentrados (segunda geração) como elemento inicial. Na grande maioria das vezes, emprega-se a farinha. Outras proteínas provenientes de oleaginosas e cereais podem ser tratadas por esse processo, isoladas ou combinadas com a soja. É possível ainda acrescentarem-se proteínas animais, o que requer processamentos especiais.

Produtos do Óleo Bruto

Por extração com solvente ou prensagem, obtém-se do grão uma fração que contém o óleo de soja; este extrato é chamado óleo bruto de soja.

O óleo cru apresenta uma série de impurezas solúveis em gordura, cuja remoção é indispensável para proporcionar adequado sabor, odor, aparência e estabilidade. Estão presentes no óleo cru, como impurezas: fosfolipídios, lecitina, metais (ferro, cobre, magnésio), ácidos graxos livres, peróxidos e seus derivados e pigmentos.

Na figura 8, o processamento para obtenção do óleo cru.

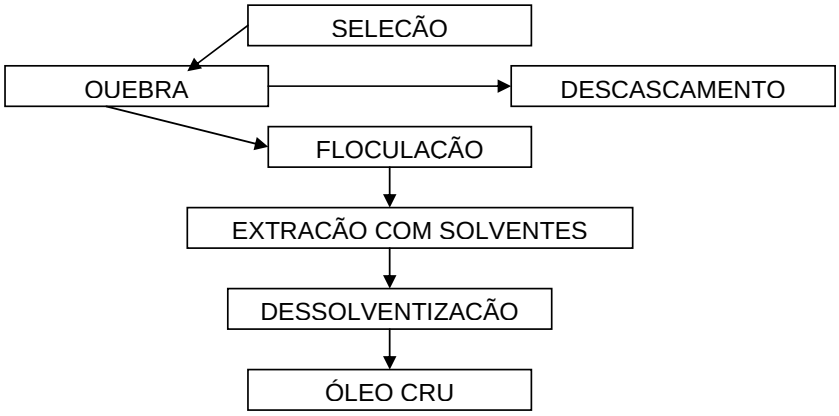


**Figura 8:** Processamento do óleo bruto de soja (Morais e Lázaro da Silva, 1996).

Óleos Refinados

Por processos de refinação, a partir do óleo bruto obtém-se o óleo refinado de soja. Os subprodutos dessa refinação têm bom valor comercial. A industrialização segue a seguinte rotina, demonstrada na figura 9.

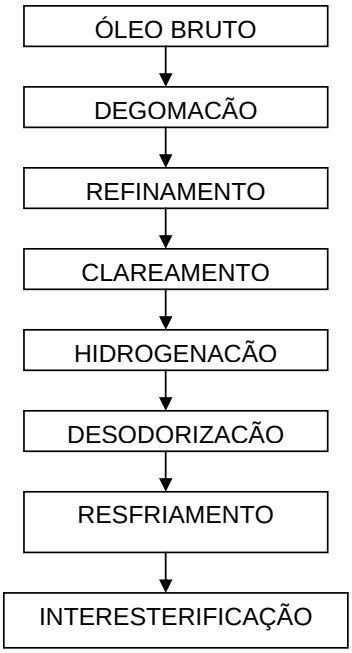


**Figura 9:** Processamento de óleos refinados de soja. (Álvaro Armando Carvalho de Morais e Alcino Lázaro da Silva, 1996).

A degomação consiste em adicionar água no óleo quente e, a seguir, remover a goma por centrifugação. Gomas são fosfatídios hidratados e o objetivo fundamental dessa etapa é retirá-las. Os fosfolipídios prejudicam a hidrogenação e transferem íons que diminuem a estabilidade, por serem pró-oxidantes como o ferro e o cobre.

No refinamento, adiciona-se hidróxido de sódio e, a seguir, centrifuga-se para remover os sabões formados. A hidrogenação constitui fase muito importante. Seu objetivo é saturar duplas pontes de ácidos graxos, uma vez que a instabilidade do óleo de soja decorre de seu alto conteúdo de ácido linolênico. Usa-se, geralmente, o níquel como catalisador. Com isso, aumenta-se a resistência à oxidação, à

plasticidade e a ponto de fusão, além de estabilizar o sabor e o odor. Empregado para margarinas e óleo de cozinha, suas condições de temperatura, pressão e tempo variam com o índice de solidez da gordura que se deseja.

A remoção dos odores ocorre em várias etapas, quando os gases voláteis são retirados, a vácuo, após aquecimento.

O resfriamento é usado para alguns óleos (salada), pois melhora sua qualidade. Com ele, removem-se, por filtração, resinas, ceras, triglicerídeos com alto ponto de fusão e triglicerídeos di e trisaturados, capazes de precipitar se refrigerados.

A última etapa é utilizada para as margarinas. O produto é aquecido com pequena quantidade de álcali, o que determina hidrólise e esterificação. O objetivo é mudar as características físicas do óleo.

Lecitina

A lecitina é obtida através da hidratação e separação a partir do óleo cru, como mostra o fluxograma 10 de acordo com (Santos, 1978).

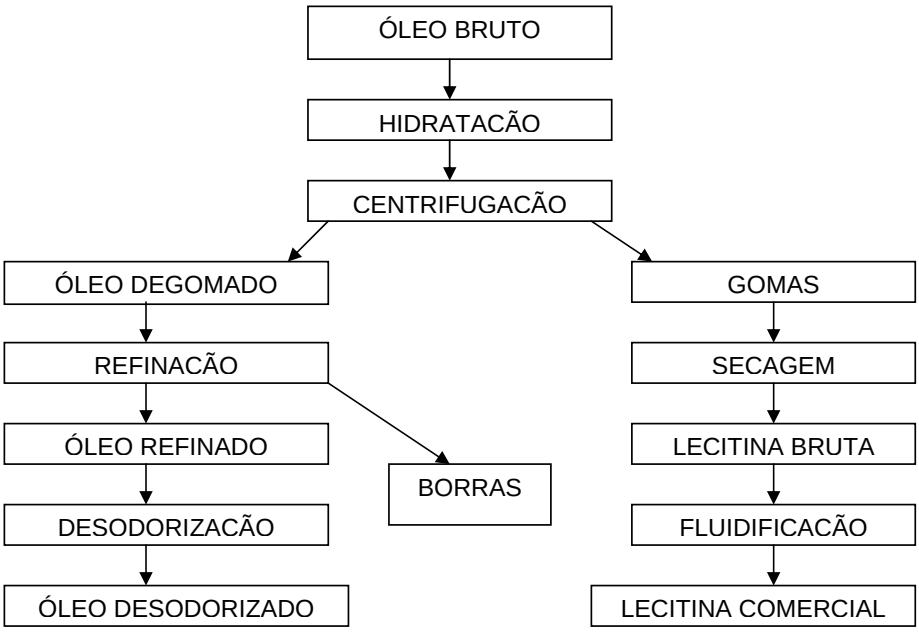


**Figura 10:** Processo de extração da lecitina de soja

## 4.3. BENEFÍCIOS NA PREVENÇÃO

O consumo diário de soja tem sido associado, também, à prevenção e ao tratamento de algumas doenças, como a osteoporose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer. A presença, na soja, de certas substâncias com ação preventiva no organismo, faz da mesma um excelente alimento funcional, podendo atuar até mesmo na prevenção dos sintomas da menopausa e evitar o desenvolvimento de alguns tipos de câncer na mulher. Os alimentos à base de soja podem ajudar a prevenir ou tratar várias enfermidades crônicas não transmissíveis (Cerutti 1991), fato este muito importante, pois devido às suas utilidades pode ser incorporada facilmente à dieta dos consumidores. A soja, além das substâncias fisiologicamente ativas, contém em teores variáveis os elementos benéficos e essenciais à saúde, como as proteínas, vitaminas, ácidos graxos poliinsaturados e minerais.

Hipócrates, filósofo que viveu por volta de 2.500 AC., já sabia que o hábito alimentar poderia afetar significamente as condições de saúde das pessoas, afirmando que “alimentos poderiam atuar como remédio” (Childs 1995).

**Figura 11:** Foto do grão de soja e soja texturizada

Nos Estados Unidos, em 1999, o “Food and Drug Administration” (FDA), órgão que regulamenta o comércio de alimentos e medicamentos, emitiu um documento enfatizando o potencial da soja na prevenção das doenças cardíacas e autorizando as indústrias a informar nos rótulos as propriedades do produto para a saúde. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA está desenvolvendo variedades de soja próprias para o consumo humano com melhor sabor, alto teor de proteína, redução de fatores antinutricionais e melhoria

dos aspectos físicos dos grãos, tais como tamanho e hilo claro, o que evita o escurecimento do produto quando processado. Da mesma forma, os Institutos de Pesquisas e Universidades, com o objetivo de obter produtos mais saudáveis, sem toxinas, colesterol, com menos gordura. Têm procurado desenvolver produtos à base de proteína de soja, que possam suceder vantagens, aos convencionais à base de proteína animal.

As dietas japonesas contem 10 vezes mais soja que as dos norte-americanos e os japoneses são em todo mundo os mais longevos e com a mais baixa incidência de câncer e doenças cardíacas. “Tofu”, “leite” de soja, iogurte à base de “leite” de soja, “carne” de soja, “tempeh”, “misô”, isolado protéico e farinha de soja são alguns produtos fontes de isoflavonas, antioxidantes e estrógenos miméticos benéficos para a saúde (Boatright, 1999; Childs 1994; Fotsis, 1997 e Fuller, 1994).

Todos os componentes da soja começam a ser vistos como elementos que além da nutrição adequada, podem ajudar na prevenção de certas doenças.

Ingredientes elaborados a partir da soja podem desempenhar um importante papel na produção de alimentos para o mercado de idosos. A importância da soja em prevenir e tratar doenças crônicas está se tornando um importante assunto para o momento e, atualmente, já é possível identificar nos produtos à base de soja, o composto com estrutura semelhante ao estrógeno, responsável em diminuir o risco de câncer em mulheres.

A utilização da soja na dieta como fonte de antioxidantes naturais pode ser um importante mecanismo de defesa contra os radicais livres, pois os compostos antioxidantes naturais atuam como um dos mecanismos de defesa.

Uma ampla definição desses antioxidantes seria qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasaria ou inibiria a sua oxidação eficazmente (Sies, 1993).

A inclusão de antioxidantes pela soja na dieta é de grande importância por estar relacionada com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres (Pompella, 1997).

A oferta insuficiente e o alto custo de proteínas de origem animal tornam a soja um potencial substituto destas proteínas nos alimentos. O seu valor nutritivo é

cerca de 80-90% do leite de vaca, sendo fonte de proteínas de alta qualidade adequada para a alimentação humana.

A soja, na sua forma natural não modificada, é relativamente indigesta. Nenhum alimento é nutricionalmente perfeito. O leite, por exemplo, considerado um dos mais nutritivos, é deficiente em ferro e vitamina C. A proteína da soja tem um valor nutritivo menor que a do leite de vaca, mas seu valor biológico pode ser suplementado pela adição de leite de vaca (Food Tecnology, 1998).

A oferta insuficiente de alimentos ricos em proteínas e de baixo custo é uma das principais causas da má nutrição nos países em desenvolvimento. É possível aumentar a produção de alimentos protéicos processados de baixo custo e de boa qualidade para a alimentação humana, com uso da soja, pois não existe no mundo nenhuma alternativa que seja tão viável quanto esta. Ademais é notório, tanto pela comunidade científica quanto pelas indústrias de alimentos, que nenhuma parte do planeta Terra pode mais depender exclusivamente de proteínas de origem animal.

As proteínas de soja já estão profundamente arraigadas na indústria alimentícia como um novo tipo de matéria-prima alimentícia como um tipo de matéria-prima de alto valor nutritivo e de baixo custo, reconhecidas como benéficas para a saúde, de acordo com as conclusões de inúmeros estudos científicos feitos no campo da nutrição (Polloni, 2000; Pszezola, 1999; e Riley 1994).

A soja e seus derivados são considerados dentre os vegetais, um excelente substituto dos alimentos de origem animal. Principalmente devido à qualidade e quantidade de sua proteína.

## VALOR NUTRICIONAL

Seu alto valor nutricional, contendo proteínas, algumas vitaminas e minerais em quantidades superiores a outros grãos, desde que devidamente processada e ingerida em quantidade adequada, proporciona resultados semelhantes aos das proteínas animais. A quantidade de proteína presente no grão de soja (cerca de 30 a 40%) é bastante superior às demais leguminosas (como feijão, ervilhas etc).

**Figura 12**: Grãos de soja

A qualidade da proteína da soja não se iguala totalmente à qualidade das proteínas animais (carnes, ovos, leite e derivados), devendo ser complementada com outras fontes protéicas vegetais, como o arroz, o milho e o trigo. Ou seja, uma refeição à base de soja deve sempre conter um outro cereal para que a proteína da soja possa ser bem utilizada pelo organismo humano. Isso ocorre devido ao aminograma da soja ser complementado pelo dos cereais. Leguminosas são carentes em metionina e os cereais em lisina.

A quantidade de gordura presente na soja é também superior a de outros grãos, embora seja isenta de colesterol e não contribua para a elevação das taxas de gordura do sangue. Vale ressaltar, entretanto, que o consumo exagerado de gorduras, de qualquer tipo, pode aumentar o risco de obesidade e de doenças cardiovasculares.

De acordo com Thorne et alii (1983), a menor resposta glicêmica dos alimentos ricos em fibras está relacionada com a redução do esvaziamento gástrico e da capacidade absortiva intestinal.

Embora seja muito recomendado para casos de intolerância ao leite de vaca em crianças, o leite de soja não contém a mesma quantidade de cálcio presente nos leites de vaca e cabra. Assim sendo, crianças que recebem exclusivamente o leite de soja devem receber uma suplementação de cálcio, na forma de suplementos (medicamentos) ou de alimentos enriquecidos com esse nutriente.

A quantidade de ferro presente na soja, embora seja razoável, não é bem absorvido pelo organismo quanto o ferro presente nas carnes. Por isso, a soja pode ser um bom substituto para a carne quando se pensa no valor protéico da mesma, porém deve ser suplementada ou associada com outros alimentos para que os

outros nutrientes estejam sendo fornecidos ao organismo de maneira adequada. Esta diferença acontece, pois na soja, o ferro é não heme e nas carnes é ferro heme.

**FIBRAS DA SOJA**

As fibras de soja têm sido muito utilizadas, geralmente com bons resultados, com uma característica importante – sua ação assemelha-se àquelas das fibras solúveis e das insolúveis. (Scrimshaw, 1981). Elas são capazes de reduzir o colesterol (Goldberg, 1982). Podem ser empregadas para diminuir a glicemia, embora sejam menos eficazes do que a goma ágar e a pectina (Anderson, 1987). São acrescidas às dietas enterais por determinar mínimo efeito na viscosidade, mantendo ou recuperando a função intestinal, reduzindo a incidência de diarréia e da constipação (Evans, 1992) mantendo o trofismo do trato digestivo. (Frakenfield, 1991).

O efeito das fibras da soja no tratamento da constipação intestinal é menor do que o de outras fibras, como o farelo de trigo. Seus resultados no tratamento da constipação de pacientes neurológicos são contraditórios; usando 25g/dia, Liebel (1990) obteve aumento do peso das fezes e da freqüência das evacuações.

**PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA ATEROSCLEROSE**

Descovich (1980), usando proteínas texturizadas de soja em 127 pacientes não internados com hipercolesterolemia tipo II encontrou redução do colesterol total, porém com manutenção das taxas de triglicerídeos e lipoproteínas de alta densidade. Admite que a substituição parcial da proteína da dieta por proteína texturizada de soja é capaz de manter níveis baixos de colesterol. Refere-se que o isolado protéico não possui essa capacidade, mas Sugano (1982) conseguiu diminuição de colesterol e de triglicerídeos, empregando esse derivado da soja em ratos.

Sirtori (1979), também utilizando proteína texturizada de soja em 42 pacientes internados e 18 externos, encontrou redução do colesterol em todos os enfermos, atingindo nível médio de 20% após três semanas de tratamento. Os resultados

foram satisfatórios mesmo quando não havia resposta com outros esquemas dietéticos. Sua ação foi mais significativa nos doentes internados e predominou nas lipoproteínas de baixa densidade.

Alguns trabalhos referem que essa ação hipocolesterolemiante ocorre apenas nos pacientes com aumento do nível sérico de colesterol. Moriguchi e Santos (1984) empregando leite de soja em jovens normais conseguiram redução do colesterol total, do LDL-colesterol e dos triglicerídeos, com aumento do HDL-colesterol.

Carrol (1991) fez uma análise crítica do papel da proteína da soja na redução do colesterol, enfatizando alguns pontos:

- A adição da proteína da soja à dieta diminui o colesterol total e o LDL (em média, 20%), em pacientes com hipercolesterol total e o LDL (em média, 20%), em pacientes com hipercolesterolemia. A redução é mais significativa quando a ingestão de proteínas é alta, em torno de 20% do total de calorias. Os triglicerídeos também diminuem, porém em menor intensidade.
- O retorno, após suspensão da dieta, é lento.
- O mecanismo de ação é ainda desconhecido. Parece que a proteína da soja aumenta a atividade do receptor do LDL, o oposto do que ocorre com a caseína. Apesar de tratar-se de uma ação específica da proteína da soja, o isolado é menos eficiente.

Curiosamente, resultados expressivos são descritos pelos europeus, o mesmo não acontecendo com os pesquisadores americanos.

Dois fatos merecem destaque: o efeito no lipidograma independe do acréscimo de colesterol, possibilitando bons resultados, mesmo quando a soja faz parte de uma dieta inadequada; a proteína texturizada conserva essa propriedade, facilitando seu emprego.

**PREVENÇÃO DO CÂNCER**

Existem confirmações de efeitos anticancerígenos de alguns componentes da soja em animais, mas resultados no homem ainda não foram confirmados.

Estudos epidemiológicos revelam baixa incidência de câncer do cólon e da mama nas regiões em que o consumo da soja é elevado, como na China e no Japão. Messina e Barnes (1991), relatando as conclusões de um encontro patrocinado pelo Instituto Nacional do Japão, referem que as evidências para o valor da soja para a prevenção do câncer da mama são pequenas, elas são maiores para os cânceres colorretais.

Carvalho (1995), em análise crítica sobre o papel da alimentação na oncogênese, refere-se à discordância dos levantamentos epidemiológicos e alerta para o perigo das práticas nutricionais ineficazes e suplementos nutritivos na falsa esperança de prevenir o câncer.

**Figura 13:** Tofu – Queijo de soja

**Figura 14:** Kibe de proteína texturizada de soja

Excluído:

**Figura 15:** Alimentos à base de soja

## 4.4. O MERCADO DA SOJA

A soja é encontrada no mercado em diferentes formas, como soja em grão, farinha de soja (para o preparo de bolos e pães), extrato de soja ("leite de soja" em pó ou fluido), proteína texturizada (a chamada "carne de soja"), além de estar presente em uma série de outros produtos, como margarinas, óleos vegetais, massas e biscoitos.

**Figura 16:** Prateleira com variedades de produtos à base de soja

**Proteína texturizada de soja (PTS)**

Por apresentar cor e textura semelhantes às da carne, a proteína - produto feito a partir de grãos de soja submetidos a um processo de tritura, cozimento e secagem - é conhecida como "carne de soja". Por isso, é usada na indústria alimentícia como ingredientes de salsichas, lingüiças, mortadelas, almôndegas, salames, patês, hambúrgueres, molhos, massas e pães, entre outros. Altamente concentrada, apresenta teor protéico mais elevado do que a carne.

Considera-se, comumente, que a proteína da soja tem valor biológico inferior ao das proteínas animais. (Tórun, 1981), comparando isolado protéico de soja e leite de vaca, verificaram que a qualidade do primeiro é de 20% inferior. Mas, avaliando-se através do PDCAAS (Digestibilidade protéica corrigida pelo escore de aminoácidos) observa-se que sua qualidade assemelha-se à das proteínas animais.

Outra indicação importante ocorre com a carne. Experimentando em ratos, Steinke (1980) observou qualidade protéica muito próxima à da caseína quando substituíram 50% da carne de vaca por proteína texturizada da soja. Citam Kies e Fox (1980), que referem diminuição do valor nutricional quando a soja, em forma

texturizada, substitui mais de 25% da carne, particularmente quando ingerida em níveis fisiológicos mínimos.

**Shoyu**

Pode-se obter três tipos de condimentos da soja fermentada: condimentos sólidos, pastosos e molhos. O shoyu está incluído na categoria dos molhos, que são produzidos por fermentação dos grãos de soja em mistura com cereais.

Resulta da fermentação de soja e trigo pelo *Aspergillus oryzae*. Adiciona-se sal e, no final, o produto é pasteurizado, filtrado e ensacado. O resíduo é utilizado como torta para o gado. No Japão, produzem-se cinco tipos de molho: shoyu, usukuchi, tamari shoyu, soiiishikomi shoyu e shiro shoyu.

**Misso**

Obtido pela fermentação de soja e cereais pelo *Aspergillus oryrae*, adicionando-se sal, o produto é pastoso e salgado, sendo utilizado em sopas e como tempero. Na China, é preparado em casa (Chiang) e usado como molho; no Japão, é manufaturado comercialmente em larga escala e empregado, principalmente, como sopa. Existem três tipos: misso de arroz (arroz, soja e sal), misso de cevada (cevada, soja e sal) e misso de soja (soja e sal). O primeiro é o preferido, representando cerca de 85% do consumido no mundo.

**Natto**

É menos consumido que os dois primeiros. Obtido pela fermentação da soja cozida, pelo *Bacillus subtilis* ou *Bacillus natto*. Trata-se de um produto muito barato. Dois tipos são encontrados: hama natto, mais popular e produzido em grande escala, e o Ito-hiki-natto, usado em poucas regiões.

**Tempeh**

Este produto é muito consumido na Indonésia, nas Filipinas e na Malásia, não sendo usado no Japão. É empregado frito, em óleo vegetal ou em sopas. Resulta da fermentação da soja descascada e cozida por diversas linhagens de Rhizopus.

**Sufu**

Também denominado queijo chinês, é produzido pela ação do fungo *Actinomucor elegans* sobre cubos de leite de soja.

**Tofu**

Trata-se de um alimento não fermentado da soja. Suas proteínas são coaguladas e precipitadas por adição de sais de cálcio e magnésio, geralmente o sulfato de cálcio. O tipo mais comum é uma coalhada branca, mole e frágil. É usado em sopas ou frito em óleo.

**Kori-Tofu**

É um produto desidratado. Sua fabricação consiste em coagular proteínas com cloreto de cálcio, a partir do leite de soja.

**Yuba**

Obtido de uma película que se forma na superfície do leite de soja, quando aquecido à temperatura próxima da ebulição.

**Kinako**

Trata-se de farinha finíssima, que se obtém moendo a soja torrada, em tambores rotativos, até conseguir o aroma desejado. Usada, principalmente, no preparo do grão de soja.

Os produtos de soja já ganharam o mercado e a tendência é o crescimento tanto de variedades de produtos como de aumento de adeptos consumidores. As pessoas estão hoje cada vez mais exigentes e conscientes do que devem comer e como é sábio utilizar os alimentos para a prevenção da saúde.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reconhece-se há muito tempo à importância da soja, seja por seu valor nutricional, seja por suas propriedades funcionais. A soja poderá auxiliar e muito, em função de seu valor nutricional, alta produtividade, facilidade de adaptação em quase todas as regiões ecológicas do mundo e baixo custo.

Muitas informações já existem; muitas pesquisas, em diversas linhas, estão em andamento, ambas objetivando:

Aumentar a produção e melhorar a produtividade, pois, em pouco mais de 15 anos ela se espalhou desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão, colocando o Brasil em segundo lugar no mundo em volume de produção de grãos.

Melhorar a qualidade, que é o que vários pesquisadores estão fazendo, através o mapeamento genético da soja, melhorando assim sua composição. Um dos principais fatores que explicam a baixa aceitação é o sabor da soja. Com isso abriu-se amplo campo para pesquisa já que se definiu que depende de poucos genes, de moderada herbabilidade, podendo ser geneticamente melhorado.

Estimular o consumo, especialmente na melhoria da qualidade dos produtos derivados. Seu uso na medicina e também de maneira ordenada a expansão e a exportação da soja.

Dados apontam que a soja continua sendo a cultura geneticamente mais plantada em todo o mundo, com um aumento de aproximadamente 13% de área plantada e alcançando a marca de 41,4 milhões de hectares - 55% da soja mundial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ALCINO L.S.** Soja: suas aplicações**, Copyright by MEDSI Editora Médica e Científica Ltda. 1996.**

BIANCHI, M.L., ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição,** Campinas, v.12,n.2,p.123-130,1999.

BOATRIGHT, W.L.; LEI, C. Compounds contributing to the “beany” odor of aqueous solutions of soy protein isolates. **Journal of Food Science,** Chicago, v. 64, n.40, p. 667-670, 1999.

BONATO, E.R.; BONATO, A.L.V. **A soja no Brasil; história e estatística.** Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1987. 61p. (DOCUMENTOS, 21)

BONETTI, L.P. **Distribuição da soja no mundo.** 1. Origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. (ed.) A soja no Brasil. Campinas, SP, ITAL, 1981, p. 1-6.

CABRAL, L. C.; MODESTA, R.C.D. **Soja na alimentação humana.** EMBRAPA/CTAA. Rio de Janeiro, 1981. 54p. (Documentos, 1.)

CASTRO, A.T.B.; MILLAN, A.; LAGO, R.C.A. **Contribuição ao estudo da soja no Brasil.** Boletim Técnico co Centro de tecnologia Agrícola e Alimentar do Ministério da Agricultura, nº 10. Rio de Janeiro, 1973. 28 p.

CERUTTI, P.A. Oxidant stress and carcinogenesis. **European Journal of Clinical Investigation**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 1-5, 1991.

CHILDS, N.M. Funcional foods and market entry. **The World of Ingredients**, Chicago, v.2, n.7, p.38-45, 1995.

COQUEIRO, E. P. **Fatores que afetam a composição das sementes da soja** (Glycine Max (L) Merril). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1972. 16 p.

COSTA, S.I.; MYIA, E.E.; FUJITA, J.T. Composição química e qualidade organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de são Paulo. Vol. Inst. Tecn. Alim., 5:305-11, 1973/1974.

DEL VALLE, F. R. **Nutritional qualities of soya protein as affected by processing.** J.Am. Oil Chemists' soc., 58:419-29, 1981.

DINTZIS, F.R.; LEGG, L.M.; DEATHERAGE, W.L.; BAKER, F.L.; INGLETT, G.E.; JAKOB, R.A.; RECK, S.J.; MUÑOZ, J.M.; KLEVAY, L.M.; SANDSTEAD, H.H.; SHUEY, W.C. **Human gastrointestinal action on wheat, corn, and soy hull bran – Preliminary findings.** Cereal Chem., 56:123-7, 1979.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. **Valor da soja como alimento.** In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. A soja no Brasil. São Paulo, 1981. p.820-3.
FOTSIS, T. Flavonoids, dietary derived inihibitory of cell proliferation and in vitro angiogenesis. **Cancer Research**, Baltimore, v. 57, n.14, p. 2916-2921, 1997.

INGREDIENTS – Product update. **Food Technoogy**, Chicago, v.53, n.6, p. 42-43, 1998.

HORAN, F.E. **Soy protein products and their production.** J. Am. Oil Chemist's Soc., 51:67-73A, 1974.

HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. **Relationship between the content of oil protein, and sugar in soybean sees.** Agron. J., 64:613-6, 1972.

KAWAMURA, S. **Review of PL 480 work on soybean carboidrats**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOYBEAN PROTEIN FOODS. Peoria, Illinois, 1996.

KIES, C.; FOX, H.M. Apud: STEIKE, F.H.; PRESCHER, E.E. & HOPKINS, D.T. Nutrition evaluation (PER) of isolated soybean protein and combination of food proteins. **J. food Sci.**, 45:323-7, 1980.

MATTAR FILHO,J.A. Noções práticas de nutrição enteral no doente adulto. **Bol. Soc. Brás. Nutr. Parent**., 1(2):n.p.,1980.

MORAIS A. A. C. **Soja: suas aplicações**, Copyright by MEDSI Editora Médica e Científica Ltda. 1996

MORALES, J. C.; BOUGES, H.; ZARDAIN, M.I. Soybean treatment for direct human consumption of the soybean. **J. Am. Oil Chemist's Soc.** Apud: CAMACHO, J.L.; BOURGES, H. & MORALES, J. C. Direct consumption of the soybean. J. Am. Oil Chemist's Soc., 58:362-6, 1981.

POLLONI, M.A.R., VASCONCELLLOS, M.I.L., LAJOLO, F.M. Alimentos Funcionais. **Revista Qualidade em Alimentação**, São Paulo, v. 1, n.1, p20-21, 2000.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid perodation. **Internacioanl Journal of Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v.67, n.5, p.289-297, 1997.

PRINGLE, W. Full-fat soy flours. **J. Am. Oil Chemist's Soc.,** 51:74A-76A, 1974.

PROBST, A. H.; JUDD, R.W. Origin, U.S. history and development, and world distribution. In: CALDWELL, B.E. (ed.) Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of agronomy, 1973. p. 1-15. (Agronomy, 16)

PSZEZOLA, D.E. Ingredients that shape the new milenium. **Food Technology**, Chicago, v.53, 6, p. 138-149, 1999.

SALLANS, H.R. Factors affecting the composition of Canadian oil seeds. **J. Am. Oil Chemists' Soc**., 41:215-8, 1964.

SANTOS, K.L. **Obtenção, purificação e uso da lecitina de soja.** In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E USOS DE ALIMENTOS DERIVADOS DE SOJA. Instituto Tecnológico de alimentos, Campinas, 1978. 16p.

SIES, H. Strategies of antioxidant defenses. **Rewiew Europeann Journal of Biochemistry**, Berlin, v.215, n.12, p.213-219, 1993.

SOJA adicionada a carne rende lucros. Reportagem de capa. **Revista do Açougueiro & Frigorífico**, São Paulo, v.6, n.56. p. 16-20, 2000.

SHURPALEKAR, S.H. Chemical composition and nutritive value of soybean and soybean products. **Food. Food Sci**., 11:52-64, 1961.

STEINKE, F.H.; PRESCHER, E.E.; HOPKINKS, D.T.Nutritional evaluation (PER) of isolated soybean protein and combinations of food proteins. **J. Food Sci.**, 45:323-7, 1980.

TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; FIGUEIREDO, I.B.; SHIROSE, I. Influência de anos agrícolas sobre os teores de matéria graxa e proteína no grão de soja e de ácidos graxos no óleo. **Col. Inst. Tecn. Alim.**, 5:345-55, 1973/1974.

THOMPSON, O. J.; CARLSON, C.W.; PLAMER, L.S. & OLSON, O. E. **Destruction of rachitogenic activity of isolated protein by autoclaving.** Proultry Sci., 45:1.133, 1996 (abstracts).

THORNE, M.J.; THOMPSON, L.U. & JENLINS, D.J.A. Factors affecting starch digestibility and the glucemic response with special reference to legumes. Am. J. Clin. Nutr., 38:481-8, 1983.

TÓRUN, B. Soybeans and soy products in the feeding of children. **J. Am, Oil Chemists' Soc**., 58:460-4, 1981.

(TRINDADE, <Disponível na Internet em: http://www.cozinhanet.com.br >, acesso em 30/03/2004.

VANBUREN, J.P.; STEINKRAUS, K.H.; HACKLER, L.R.; EL RAWI, I.; HAND, D.B. Indices of protein quality in dried soymilks. **Agr. Food Chem.**, 12:524-8, 1964.

WANG, H.L., HESSELTINE, C.W.Coagulations conditions in tofu processing. **Process Biochemistry**, Chicago, v.1, n.1, p.7-12, 1982.