



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Processos Químicos Industriais II

Apostila 5

ÓLEOS E GORDURAS

Profa. Heizir F. de Castro

2009

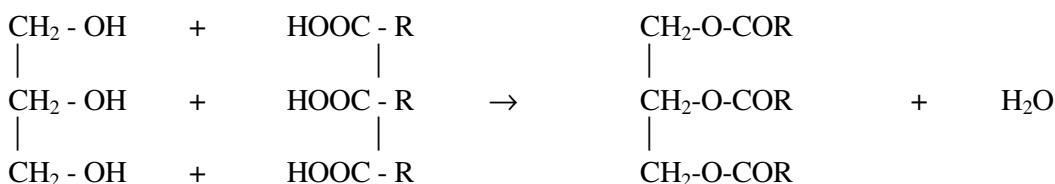
Índice

1. Conceitos.....	3
2. Emprego e Economia.....	4
3. Propriedades dos Óleos e Gorduras	5
4. Extração de Óleos Vegetais	7
5. Refino dos Óleos Brutos	16
6. Sub-Produtos da Extração do Óleo de Soja	19
7. Referências.....	21

1. Conceitos

Os óleos e gorduras são formados por diversos compostos simples. Quimicamente, eles são ésteres. O componente alcoólico é invariavelmente o glicerol (tríol, três grupos hidroxilícos) e o componente ácido é formado pelos ácidos monocarboxílicos não ramificados (ácidos graxos).

Sendo um tríol, o glicerol pode formar mono, di ou tri-ésteres. Tais ésteres são designados como mono, di ou tri-glicerídeos. Os glicerídeos geralmente contêm dois ou três ácidos graxos diferentes. Portanto, os óleos e gorduras são misturas de glicerídeos de diversos ácidos graxos (ésteres de glicerol), cuja composição é dependente do tipo e origem da matéria prima.



Conforme sua origem, os ácidos graxos, podem ser classificados em: ácidos graxos de origem animal e ácidos graxos de origem vegetal.

Os ácidos graxos, de uma maneira geral:

- Possuem mais de 10 carbonos na cadeia
- Possuem cadeia normal podendo ter ou não ligações duplas
- São monocarboxílicos
- Tem número par de átomos de carbono

Exemplos:

Ácido Palmítico: $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_{14} - \text{CO} - \text{OH}$

Ácido Estearico: $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_{16} - \text{CO} - \text{OH}$

Ácido Oléico: $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CO} - \text{OH}$

Conforme a cadeia de átomos de carbono, podem ser classificados em: ácidos graxos não saturados (insaturados) e ácidos graxos saturados.

Diferenças entre óleo e gordura: Nos óleos predominam glicerídeos de ácidos insaturados e são líquidos na temperatura ambiente e nas gorduras predominam glicerídeos de ácidos saturados, são sólidos.

Os ácidos graxos não saturados, conforme o número de ligações duplas existentes na molécula, podem ser: mono oleofínicos e poli-oleofínicos.

Os principais constituintes dos óleos vegetais são os ácidos com 16 a 18 átomos de carbono e dos marinhos (peixes) são os ácidos com 20, 22 e 24 átomos de carbono.

Há uma demanda moderna e crescente de óleos polinsaturados nos produtos alimentícios, sendo os mais consumidos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos de óleos mais consumidos em produtos alimentícios.

Tipo de óleo	Constituintes polinsaturados (%)
Soja	61
Milho	42
Algodão	50
Amendoim	21
Oliva	7

O grau de insaturação influencia o ponto de fusão da mistura de ésteres, quanto mais insaturado o ácido mais baixo é o ponto de fusão dos ésteres. As gorduras com grande conteúdo de ácidos graxos insaturados são líquidas ou oleosas (o termo óleo refere-se a consistência e não a estrutura química).

Os ésteres mais saturados, por outro lado, são os constituintes da gordura. As insaturações podem também, ser hidrogenadas pela adição de hidrogênio ativado cataliticamente às duplas ligações. O ponto de fusão das gorduras eleva-se por esse processo, tanto que as gorduras anteriormente oleosas se tornam sólidas à temperatura ambiente; daí o termo solidificação das gorduras. O processo desempenha importante papel na produção e redução de óleo-margarina e, conseqüentemente, na alimentação humana. Observa-se, portanto, que o fator determinante da denominação de um composto, como gordura ou óleo, é simplesmente seu ponto de fusão.

2. Emprego e Economia

Os óleos e gorduras de origem animal e vegetal encontram grande aplicação na alimentação e no campo industrial. A produção mundial destes compostos tem aumentado significativamente para atender a demanda nestes campos. Sua aplicação no campo comestível exige na maioria dos casos, a refinação dos óleos brutos, gerando normalmente borras de refinação (sabões) ou ácidos graxos (refinação no vácuo com vapor). Nos casos em que se empregam os óleos e gorduras no campo industrial, eles podem ser empregados no estado bruto (sabões) ou quimicamente processados.

Os processos químicos empregados são:

Hidrogenação: Saturação total ou parcial dos ácidos não saturados

Desidratação: Retirada de uma molécula de água de um hidróxi-ácido

Polimerização: Polimerização das duplas existentes na molécula dos ácidos polinsaturados, conjugados ou não.

Com exceção das indústrias alimentícias, os óleos e gorduras, são de grande aplicação nas indústrias de sabão, perfumaria, farmacêutica, detergentes, explosivos, polímeros,

metalurgia do pó, gelatina para lança-chama, óleos para freio, fluídos de hidramático, fabricação de tintas e em certas fases de laminação na metalurgia do ferro, entre outras.

A diferença entre óleos comestíveis e secativos é o grau de insaturação. Enquanto os óleos secativos se caracterizam pelo seu alto grau de insaturação, os óleos comestíveis são constituídos de glicerídeos de ácidos mais saturados.

Exemplos:

- Ácido linoléico (1 dupla) $C_{17}H_{32} \cdot (OH) - COOH$
- Ácido ricinoléico (2 duplas) $C_{17}H_{31} - COOH$

Os óleos secativos têm grande importância na preparação de tintas a óleo. Uma superfície recoberta por uma camada de óleo secativo, exposto ao ar, forma uma película aderente depois de algum tempo de secagem.



Tabela 2- Classificação dos Óleos e Gorduras

Grupo	Tipo	Exemplos
Gorduras	Leite	Manteiga, creme
	Vegetal	Cacau
	Animal	Banha, sebo, óleo de mocotó
Óleos	Ácido láurico	Coco, palmiste, babaçu
	Ácido oléico e linoléico	Algodão, amendoim, dendê, milho, arroz
	Ácido linoléico	Soja, linhaça
	Óleos marinhos	Baleia, cacholote, peixe

Principais ácidos graxos produzidos comercialmente no país: Ácidos graxos de soja, sebo, óleo de linhaça, mamona, peixe.

Principais óleos e gorduras para fins industriais: Óleo de peixe, linhaça, mamona, oiticica, gordura animais, borras de refinação.

Principais óleos e gorduras utilizados para fins comestíveis: Soja, algodão, amendoim, girassol, arroz, milho, babaçu, mamona, dendê, oliva, banha.

Os principais animais fornecedores de óleos e gorduras são os suínos; bovinos e animais marinhos. As sementes que são interessantes para a obtenção de óleos têm de 12 a 15% de óleos e gorduras. As palmeiras oleaginosas se encontram na zona tropical, e as principais sementes oleaginosas se encontram nas zonas tropicais e subtropicais e algumas na zona de clima temperado.

Os principais óleos e gorduras vegetais consumidos no Brasil são os óleos de soja, amendoim, algodão, babaçu, dendê e oliva. O de oliva é o único que o Brasil não é auto suficiente. Óleos com mais de 10% em acidez são utilizados para fabricação de sabão.

Óleo de amendoim: No Brasil a cultura do amendoim é mais antiga que a da soja. Seu óleo, entre todos os óleos vegetais, é o mais semelhante ao de oliva; sua semente tem cerca de 45 a 50% de óleo, pode ser cultivado nas zonas tropicais e subtropicais.

Óleo de Babaçu: Também chamado de óleo de coco, é obtido a partir das amêndoas dos frutos das palmeiras de babaçu. Esta palmeira é nativa das regiões norte e nordeste do país. É muito utilizado para frituras, pois possui baixa porcentagem de ácidos graxos insaturados (12%) e de ácidos graxos essenciais (2 - 3%)

Óleo de palma: As populações indígenas utilizaram-se deste óleo como medicamento, para o tratamento da pele ou como produto de beleza. Posteriormente iniciou-se o seu uso como matéria prima para sabões caseiros e preparo de alguns pratos de comida típica. Somente após a descoberta simples e barata como tratamento térmico e filtração com terra clarificante (branqueamento) começou o óleo de palma a ganhar interesse industrial, sendo hoje um dos óleos mais importantes do mundo.

Óleo de arroz: Após sua refinação e clarificação, ele se equipara perfeitamente aos óleos de soja, milho, amendoim ou algodão. Além de seu uso como óleo de cozinha, consegue-se misturas muito interessantes com o óleo de oliva, convertendo-se em azeite de mesa. Possui uma alta resistência à oxidação e ao ranço, fatores estes não encontrados em grande destaque nos demais óleos. Iguala-se ao óleo de milho no combate ao colesterol.

Óleo de oliva: Este óleo, muito utilizado como óleo de mesa, azeite, é proveniente dos frutos da oliveira. Tanto a polpa como a semente deste fruto contém óleo e é interessante notar que, o óleo da semente e o da polpa do fruto da oliveira são idênticos em sua composição.

Óleo de soja: O feijão-soja contém aproximadamente 20% de óleo de boa qualidade. A soja é um dos mais antigos produtos agrícolas que o homem conhece. A soja está se tornando a semente oleaginosa mais importante do mundo.

Indústria Brasileira/ Principais Produtores

- BRESSIANI S.A INDÚSTRIA E COMÉRCIO, SANBRA, CERALIT
- OTILUB INDÚSTRIA QUÍMICA, INDÚSTRIA AGRO-QUÍMICA BRAIDO S.A.

3. Propriedades dos Óleos e Gorduras

3.1. Índice de Saponificação (I.S.)

É definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para saponificar um grama de gordura ou óleo. O I.S. é inversamente proporcional a massa molecular média dos glicerídeos presentes.

$$\text{I.S.} = \frac{\text{miligramas (mg) KOH}}{\text{1 grama de gordura}} \quad (\text{para saponificar})$$

3.2. Índice de Acidez (I.A.)

Quando um óleo ou gordura é extraído de sua fonte, a existência de alguns ácidos orgânicos livres (ácidos graxos, ou não), podem acarretar um certo teor de acidez nesses produtos. Define-se I.A., como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama de óleo ou gordura.

$$\text{I.A.} = \frac{\text{miligramas (mg) de KOH}}{\text{1 grama de gordura}} \quad (\text{para neutralizar})$$

3.3. Índice de Éster (I.E.)

É a diferença, entre o número de miligramas de hidróxido de potássio consumidos para saponificar (I.S.) e o número de hidróxido de potássio consumido para neutralizar 1 grama de gordura (I.A).

$$\text{I.E.} = \text{I.S.} - \text{I.A.}$$

3.4. Índice de Iodo (I.I.)

Refere à porcentagem de óleos não saturados presentes na matéria gordurosa, que reagem com o iodo (I_2), rompendo as ligações duplas presentes na molécula. Portanto, pela quantidade de iodo consumida na reação é determinado o número de ligações duplas na matéria gordurosa. O índice de iodo é importante na hidrogenação de óleos e gorduras. Define-se, índice de iodo, como o número de grama de iodo adsorvido por 100 gramas de óleo ou gordura.

$$\text{I.I.} = \frac{\text{g de Iodo adsorvido}}{100 \text{ gramas de gordura}}$$

4. Extração de Óleos Vegetais

A extração de óleos pode ser realizada por prensagem, por extração com solventes ou por combinação pelos dois métodos.

A extração por prensagem consiste em submeter o material a um esmagamento sob pressão e aquecimento, para facilitar o escoamento do óleo, através das células do material. A pressão e temperatura são específicas para cada tipo de material empregado. A extração por solventes seja como uma operação isolada ou como uma operação complementar à prensagem, vem adquirindo uma grande importância técnica e econômica, tendo em vista, os altos rendimentos obtidos industrialmente.

A extração de óleos vegetais envolve primordialmente modificações de natureza física, enquanto a refinação e o processamento posterior dos óleos são pertinentes às conversões químicas.

Uma diferença importante entre os óleos de origem vegetal e animal é que os grãos podem ser armazenados por um longo período antes de serem processados; enquanto os óleos de origem animal precisam ser processados logo após o abate do animal. O armazenamento dos grãos pode ser efetuado de duas formas:

1- **silo vertical**: geralmente utilizado para grãos que "escorrem" facilmente, tem a vantagem de ocupar pouca área. É necessário ter sempre um silo vazio para a chamada transilagem, para que ocorra a ventilação das sementes.

2- **silo tipo Muskogee**: depósito de grandes dimensões horizontais (milhares de metros quadrados), nos quais as sementes são despejadas e assumem espontaneamente uma forma piramidal. Deve existir um sistema de ventilação forçada para evitar o aquecimento da semente.

É importante controlar a umidade do silo de armazenagem para manter o equilíbrio higroscópico, evitando perdas ou ganhos de água dos grãos (o que seria prejudicial de uma maneira ou de outra). Sementes mal armazenadas podem se aquecer até carbonizar, ter sua acidez aumentada e até, fornecer óleos escurecidos, com gosto de sabão, de sebo ou cheiro de ranço. Em alguns casos podem ocorrer mudanças estruturais.

A extração de óleo envolve basicamente as seguintes etapas:

1. Limpeza da semente.
2. Descascamento da semente.
3. Trituração da polpa.
4. Cozimento da polpa triturada.
5. Prensagem da polpa triturada e cozida.
6. Purificação do óleo bruto obtido.
7. Moagem ou trituração da torta residual.

Trituração: A trituração, e posterior laminação das paredes, visa facilitar a saída do óleo durante o processo de prensagem e extração por solvente.

Cozimento: Visa o rompimento das paredes das células para facilitar a saída do óleo na subsequente prensagem.

Prensagem: A prensa comprime a massa aquecida e umidificada contra sua parede vazada para onde migra o óleo. A quantidade de óleo deixada na semente neste estágio varia de 5 a 12 % e a quantidade final pode cair a cerca de 1%, se for usada a extração por solvente.

Extração por solvente: Após deixar a prensa a torta é submetida a ação de um solvente, que dissolve o óleo residual da torta e é recuperado por destilação.

Moagem da torta: A torta residual com menos de 1% de óleo é submetida a uma moagem e em seguida, ensacada.

4.1. Fabricação de óleo de algodão

Princípio do processo: Extração a solvente como operação complementar à prensagem

Descrição das etapas do processo (Figuras 1 a 4)

Separação dos línteres dos caroços de algodão: Desfelpamento dos caroços de algodão envolve o peneiramento e aspiração dos caroços de algodão, utilizando desfelpadeiras ligadas em série. Nesta fase, cada série de desfelpadeira, remove os línteres de diferentes comprimentos, os quais, após lavagem, seguem para a embalagem do algodão. Os caroços desfelpados são cortados ou partidos numa descascadeira a barotes, libertando-se assim, as polpas das cascas. A casca removida constitui em um resíduo industrial, que é utilizado como forragem para animais.

Redução da espessura da polpa: A polpa obtida é amassada em flocos finos, para facilitar o processo de cozimento do material.

Cozimento das polpas amassadas: Nesta etapa, os flocos são submetidos a um cozimento numa temperatura de 110°C, durante 20 min, utilizando dois cozedores: um horizontal e outro vertical.

Durante o cozimento, ocorrem as seguintes modificações:

- Rompimento das células oleíferas, Precipitação dos fosfatídeos
- Coagulação das proteínas, Aumento inicial da umidade do material até 14%
- Redução entre 5 a 7% de umidade.

Prensagem: É efetuada em prensas mecânicas a parafuso, com eixos de hélice única ou dupla, que operam no interior de tambores resistentes e perfurados e podem exercer pressões até 116 a 136 atm.

Separação do óleo prensado: O óleo obtido na prensagem é em seguida peneirado, resfriado e transferido para o setor de refino. Até esta etapa, o rendimento do processo, é da ordem de 90 a 93%, sendo necessário, portanto, uma etapa complementar de extração à solvente, na qual o óleo residual da torta ou do farelo anteriormente obtido possa ser removido, aumentando o rendimento global do processo para 98%.

Extração à solvente do óleo residual contido na torta ou farelo: Hexano é geralmente utilizado como solvente. O solvente é pulverizado sobre a massa contida nos cestos que se deslocam horizontalmente no extrator, em contracorrente com o hexano. O solvente misturado com o óleo é conhecido como miscela, e é bombeado para os evaporadores; o primeiro evaporador é aquecido pelo vapor de hexano quente e pelo vapor de água que vem do torrefator, enquanto o segundo é aquecido pelo vapor de água.

Rendimento global do processo:

Para 1000 kg de caroços de algodão processados, são obtidos:

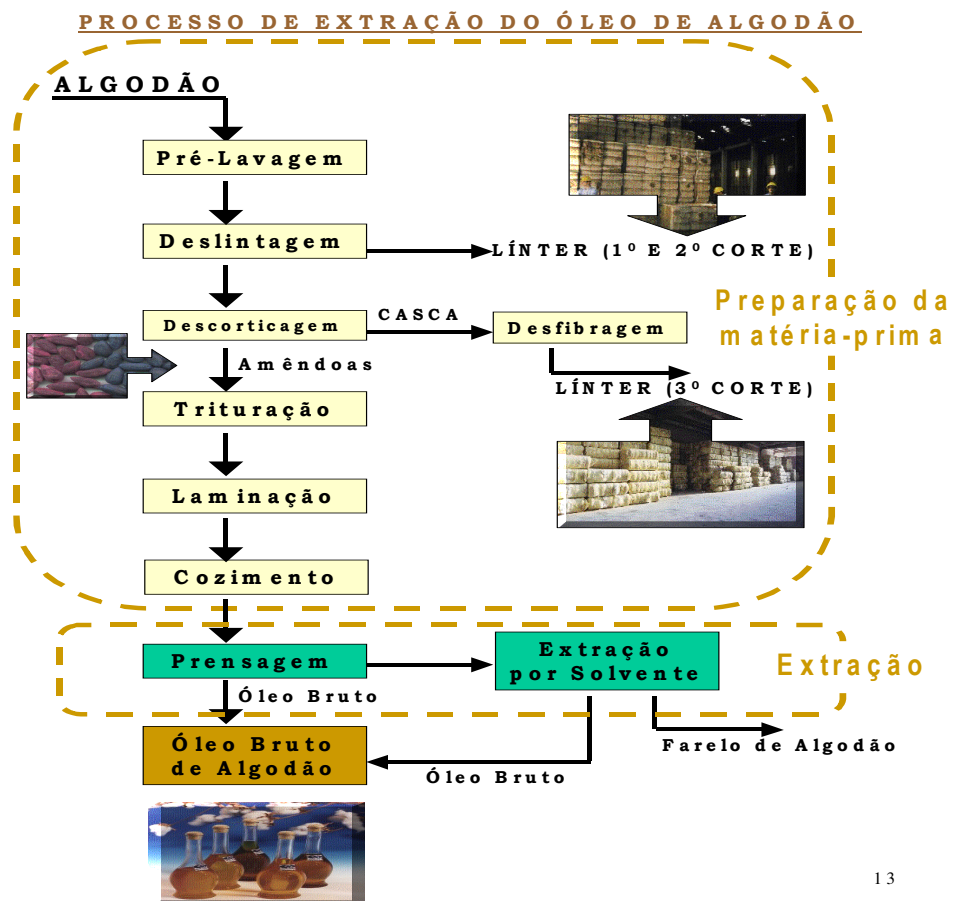
- Óleo: 173 kg; Torta: 482 kg
- Cascas: 185 g, Línteres: 104 kg
- Perdas e Sujeiras: 15 kg

Toda produção de óleo de algodão é usada pelas fábricas de óleos comestíveis para fabricação de gorduras, margarina e de óleos de salada ou cozinha.

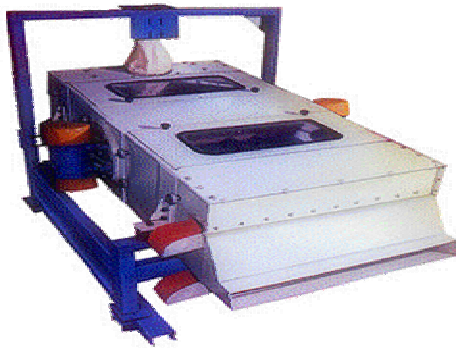
A torta é quebrada ou moída para ração de gado.

As cascas servem de forragem para alimentação animal.

Os línteres (contendo entre 70 a 85 % de alfa celulose) são utilizados como fonte de celulose muito pura para rayon, plásticos e lacas.



Algodão



Peneira Pneumática

Estas máquinas são responsáveis pela pré-lavagem, são conhecidas como “Peneirões pneumáticos”.

A pré-lavagem consiste em deixar limpos os caroços de algodão por peneiramento e aspiração



Deslintadeiras

Estas máquinas são responsáveis pela remoção do línter do caroço do algodão (fibra de algodão), visando uma melhor retirada do óleo e subprodutos do caroço.

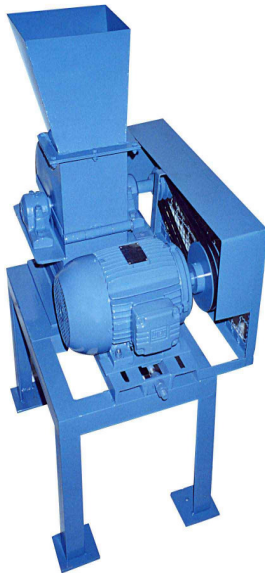
As deslintadeiras retiram o línter através de pentes e alternativos, com auxílio de um ventilador.





Máquinas Decorticadoras

São nestas máquinas que ocorre o descascamento do caroço. O processo de decorticamento consiste em descascar o caroço, separando a casca que têm baixo teor de óleo e a amêndoa que contém o maior teor de óleo.



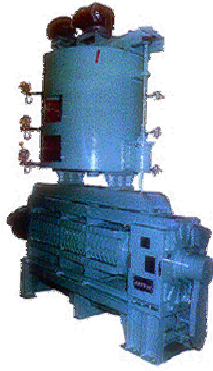
Moinho Triturador

O papel do moinho triturador no processo é o de facilitar o cozimento e a extração do óleo, quebrando a semente em partes menores. Muitas sementes conseguem ter um maior aproveitamento após este procedimento.



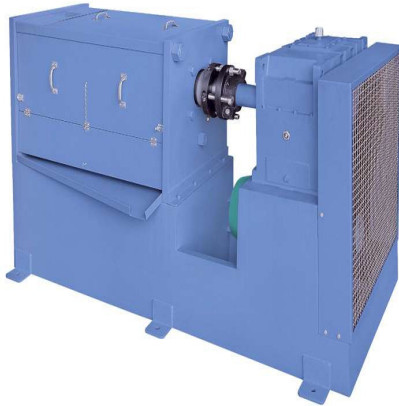
Laminação

Em seguida são passados laminadores. Após este processo a amêndoa segue para a etapa de cozimento.



Cozimento

No cozimento as células portadoras de óleo se encontram intactas e precisam ser rompidas o que facilita a saída do óleo por prensagem.



Prensagem

Nesta etapa as prensas, tipo parafusos, são as responsáveis pela prensagem da massa provida da etapa de cozimento. Após a prensagem obtemos o óleo bruto de algodão que segue para a refinaria e uma torta com cerca de 40% do total de óleo do caroço do algodão. Esta é encaminhada para o setor de extração de solvente onde recupera-se o óleo, que também tem como destino a refinaria



Extração por solvente

Neste processo o óleo contido na semente ou na torta, obtido na prensagem mecânica, é dissolvido por um solvente, e posteriormente, separado deste por aquecimento. Na temperatura elevada, o solvente se evapora e permite assim, a obtenção do óleo bruto. O próprio solvente, após sua condensação, volta novamente para o circuito.



4.2 Fabricação de óleo de soja (Extração de óleo à solvente)

O grão de soja, cuja estrutura física é especialmente apropriada à extração por solventes, foi o fator responsável pelo grande desenvolvimento tecnológico ocorrido neste setor produtivo. Em virtude do elevado rendimento em óleo obtido na extração por solventes (14,2 kg/hL), praticamente todas as fábricas de processamento de óleo de soja, operam por extração com solventes. A preparação dos grãos de soja difere ligeiramente da preparação dos caroços de algodão, anteriormente descrita.

Os grãos, pesados e limpos são inicialmente partidos entre rolos ondulados e, depois, condicionados, sem modificação significativa da umidade, em um cozedor vertical ou num condicionador rotatório a tubos de vapor. Em seguida, os grãos cozidos ou condicionados, são amassados em flocos finos e submetidos à extração com solventes de maneira contínua, em contracorrente, mediante uma seqüência de diversos estágios de extração.

Nos extratores, o solvente circula sobre a massa, que é usualmente carregada em cestos, através das diversas etapas; os cestos se movem num círculo vertical ou horizontal. (Figura 5 e 6)

Características principais do processo

Os flocos (matéria prima expandida) provenientes da preparação têm o seu óleo extraído através da lavagem com solvente, normalmente em banhos sucessivos em contra-corrente. Do extrator a miscela segue para a destilação, enquanto que o farelo encharcado com solvente é transferido para a etapa de dessolventização. A massa de soja residual obtida é seca, torrada e moída e contém um alto teor de proteína variando entre 41% a 50%, que pode ser utilizada como alimento. O rendimento de extração é da ordem de 98 %.

Fatores Críticos do Processo de Extração de Óleo por Solventes

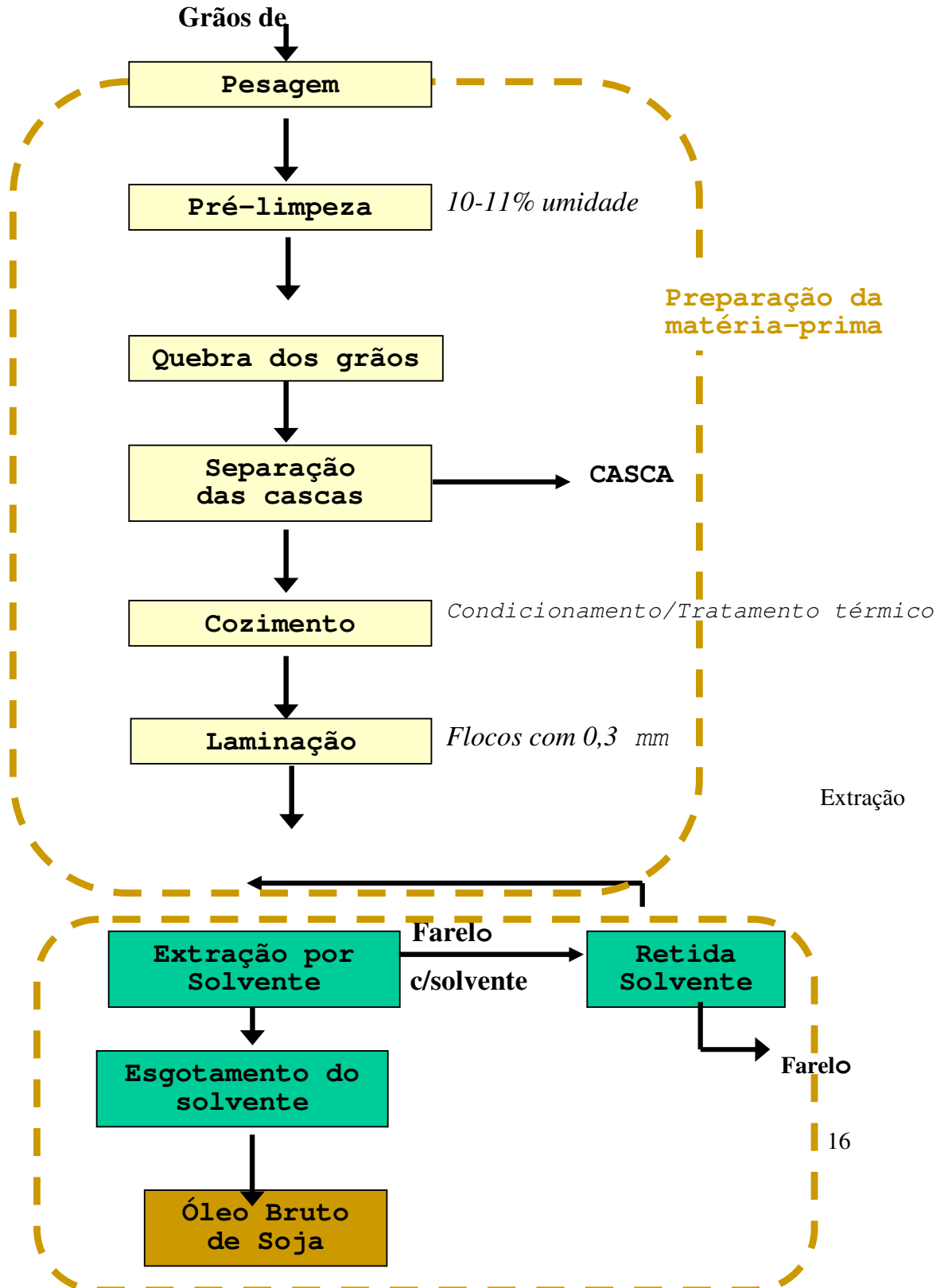
Como a máxima extração de óleo é o objetivo maior do processo, todos os cuidados e atenção devem ser dados aos fatores que influenciam a eficiência da operação, como a seguir relacionados:

- **Limpeza:** Materiais estranhos tendem a deteriorar a matéria-prima no armazenamento, com reflexos na qualidade do óleo, além de reduzir o teor protéico do farelo.
- **Secagem:** Umidade muito baixa ou alta prejudica a extração; umidade alta além de prejudicar a quebra dos grãos pode deteriorar ou até mesmo estragar completamente a matéria-prima. Umidade baixa prejudica a laminação. Para a soja, o teor ideal de umidade deve estar na faixa entre 10 a 11%.
- **Quebragem:** O grão de soja deve ser quebrado no maior tamanho de partícula possível, desde que não dificulte ou impeça o subsequente processo de laminação. Flocos de grandes dimensões ajudam a extração. Finos devem ser evitados a qualquer custo, pois causam sérios problemas na percolação e drenagem nos extratores.
- **Condicionamento:** As partículas do grão de soja na umidade de 10-11% são duras e inelásticas. O processo de condicionamento (tratamento térmico em umidade controlada)

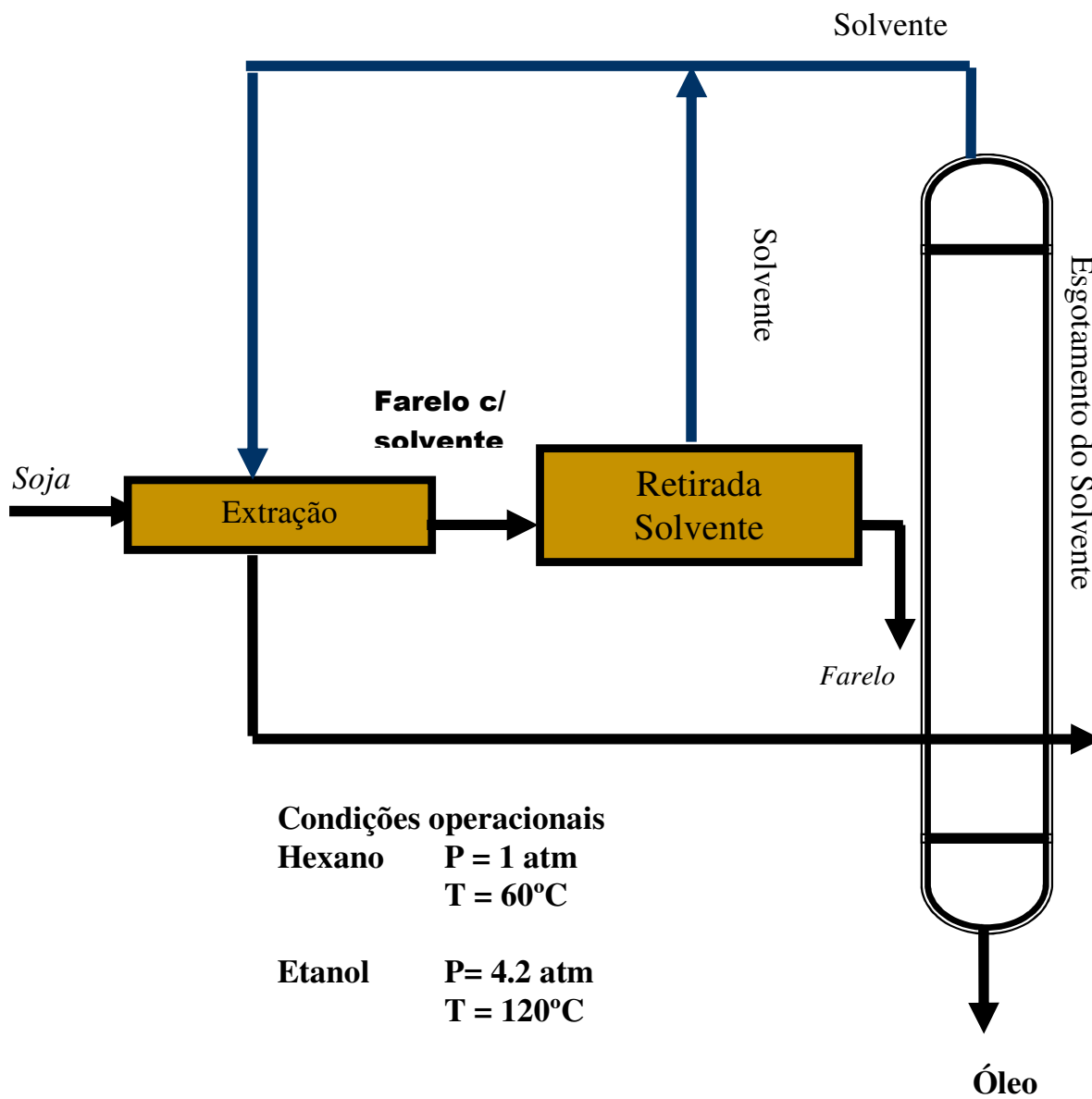
visa tornar as partículas de soja elásticas o suficiente para serem laminadas, ao mesmo tempo em que aliando o tratamento térmico ao esmagamento com características de dilaceração, causado pela rotação diferenciada dos rolos na laminação, provoca a coagulação e rompimento das células protéicas que envolvem as micro-gotículas de óleo, facilitando a aglomeração e a posterior permeabilidade do solvente nos flocos.

- Laminação: Flocos com pouca espessura, via de regra levam a óleo residual baixo, porém cuidados devem ser tomados para evitar a geração de finos. Flocos pequenos e finos geram boa permeabilidade, porém baixa percolação, enquanto flocos grossos baixa permeabilidade e altas taxas percolação. Em função das características do extrator devem ser definidas as condições ideais dos flocos para se obter a máxima eficiência de extração. Em condições normais de processo para a soja, uma espessura de flocos de 0,3 mm deve levar a um óleo residual de aproximadamente 0,6 - 0,7%.
- Umidade no extrator: Deve ser evitada a todo custo. Água proveniente de falhas no sistema de decantação, injetada junto com o solvente de lavagem, vazamentos de linhas de vapor interligadas ao extrator, água remanescente de operações de dessolventização, provoca a aglomeração dos flocos, reduz a permeabilidade dos mesmos, causa inevitáveis bloqueios nas telas do extrator ou até impede a drenagem de solvente da massa.
- Temperatura: Quanto maior a temperatura no processo de extração, menor será o conteúdo de óleo residual no farelo. Obviamente esta é limitada pela temperatura de ebulição do solvente (68°C). O aumento da solubilidade do óleo no solvente e a redução da viscosidade são fatores que regem a relação temperatura versus extração. Para a soja, emprega-se usualmente uma temperatura interna no extrator de 58°C, alimentado-se flocos e solvente aquecidos a aproximadamente 60°C.
- Tempo: Aproximadamente 90% do óleo é extraído nos primeiros 10 minutos do processo de extração. Se a matéria prima não for convenientemente preparada, tempos excessivos não vão resolver o problema do óleo residual. Deve ser também, levado em conta, que os últimos óleos extraídos serão os de pior qualidade (fosfatídeos não hidratáveis).
- Vazão do solvente: Considerando uma boa preparação e um extrator corretamente dimensionado, quanto maior a vazão do solvente injetada no extrator menor será o teor de óleo residual. Porém deve ser determinada a relação ideal (solvente/flocos), pois quanto mais solvente for agregado ao sistema, menor será a concentração de miscela, maior serão os gastos com vapor na destilação e, se ocorrer sobrecarga nos condensadores e no sistema de adsorção, maior será o consumo de solvente. Para a soja, utiliza-se usualmente uma relação de 1100 litros de hexano para cada tonelada de flocos processados.
- Percolação: É extremamente dependente da qualidade dos flocos, conforme já observado anteriormente. Os principais fatores que afetam a percolação são:
 - Tamanho dos flocos, Densidade da camada de massa no extrator, Presença de cascas, Viscosidade e densidade da miscela, Presença de finos, Umidade da massa, Contaminação com umidade externa

PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA
COM HEXANO OU ETANOL



PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA COM
HEXANO OU ETANOL



5. Refino dos Óleos Brutos

Os óleos extraídos contêm alguns constituintes, como por exemplo, uma certa quantidade de ácidos livres, que lhe conferem acidez. Uma coloração bastante acentuada, proveniente da matéria prima. Uma certa quantidade de material vegetal não saponificável, solúvel ou insolúvel, que lhe confere um odor acentuado, ainda que em pequenas quantidades.

Desta forma, o refino do óleo, tem como objetivos:

- Quebrar a acidez
- Reduzir a coloração
- Reduzir os odores

Este processamento envolve a refinação alcalina, a lavagem a água e a secagem, a clarificação, a hidrogenação e desodorização, de uma forma contínua, conforme ilustrado na Figura 7. As perdas resultantes do processo de refino são listadas na Tabela 3.

No método alcalino, os ácidos graxos livres são neutralizados por soda cáustica ou por barrilha, formando sabões, as chamadas borras, que são removidos por centrifugação dos ácidos graxos que estão sendo recuperados. Os óleos são clarificados com argila adsorvente, seja por processo contínuo ou descontínuo. A desodorização é realizada mediante sopragem de vapor de água superaquecido através do óleo. Para obtenção de gordura, o óleo é clarificado antes e depois da hidrogenação, sendo em seguida desodorizado. Neste caso, o óleo hidrogenado ainda quente e, portanto, no estado líquido, é desodorizado sob vácuo de aproximadamente 71 cm Hg e entre 204 a 260 °C.

Tabela 3. Perdas (%) ocorridas durante o refino de óleos.

Tipos de perda	Refino do óleo bruto de algodão	Refino do óleo bruto de soja.
Umidade e impurezas	0,38	0,38
Fosfatídeos e gomas*	0,76	0,3
Material graxo em emulsões	0,15	0,15
Glicerina por saponificação	0,08	0,04
Material graxo por branqueamento	0,45	0,45
Material graxo por desodorização	0,25	0,25

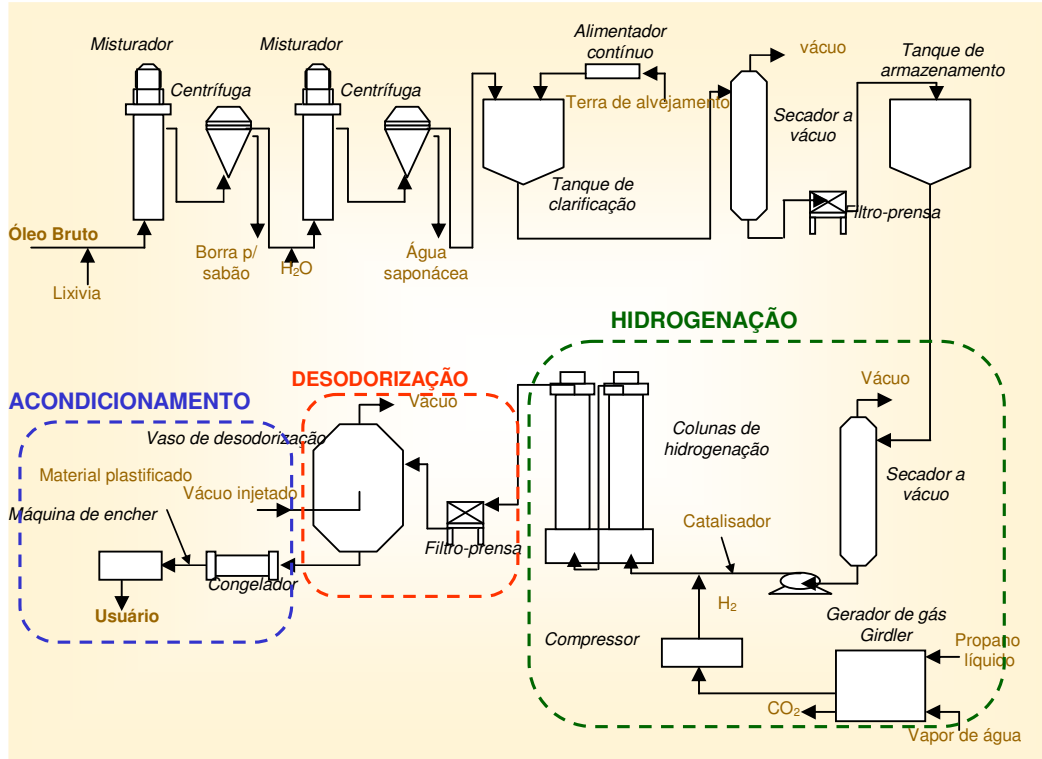
REFINO DE ÓLEOS

Óleo bruto: Ác. Livres → acidez
 Coloração → mat. prima
 Odor → mat. vegetal

Objetivos: Quebrar a acidez
 Reduzir a cor
 Reduzir o odor

Processo

Refinação alcalina Lavagem (NaOH ou Barrilha)
Secagem
Clarificação (Argila)
Hidrogenação
Desodorização (Vapor d'agua super aquec.)



6. Sub-Produtos da Extração do Óleo de Soja

Ao se converter anualmente cerca de 15 milhões de toneladas de soja, por extração a solventes, o Brasil produz 60.000 toneladas/ano de gomas, sub produto da refinação, que contém cerca de 60 % em peso de fosfatídeos.

Fosfatídeos são diglicerídeos fosforizados, conhecidos como fosfolipídeos, nos quais o ácido fosfórico, acha-se parcialmente esterificado com alcooaminas básicas, como colina ou etanolamina. A mistura de fosfatídeos da soja é conhecida genericamente como lecitina de soja, e encontra inúmeras aplicações na indústria alimentícia, como por exemplo:

- em margarinas, prevenindo a oxidação da vitamina A
- em gorduras, como antioxidantes e homogeneizador
- em doces e chocolates, favorecendo o controle da viscosidade e obtenção de coberturas uniformes
- em sorvetes cremosos, permitindo uma textura mais uniforme
- em queijos, favorecendo coesão e evitando formação de grumos.

Os fosfatídeos constituem de 1,8 a 3% do óleo bruto de soja. Entretanto, para o seu aproveitamento após o refino, é necessário utilizar outros procedimentos de refino, pois os fosfatídios presentes na borra alcalina resultante da refinação alcalina, encontra-se em mistura com óleo saponificado, dificultando a sua recuperação.

Deve ser ressaltado, que tecnicamente é possível realizar a separação dos fosfatídeos do sabão, através de extrações com acetona ou acetato de etila e lavagem do resíduo insolúvel com soluções diluídas de cloreto de sódio ou ácido clorídrico, entretanto, este procedimento não apresenta valor comercial. Portanto, quando se deseja recuperar os fosfatídeos, deve-se utilizar outros procedimentos de refino, como por exemplo, a degomagem (retirada das gomas).

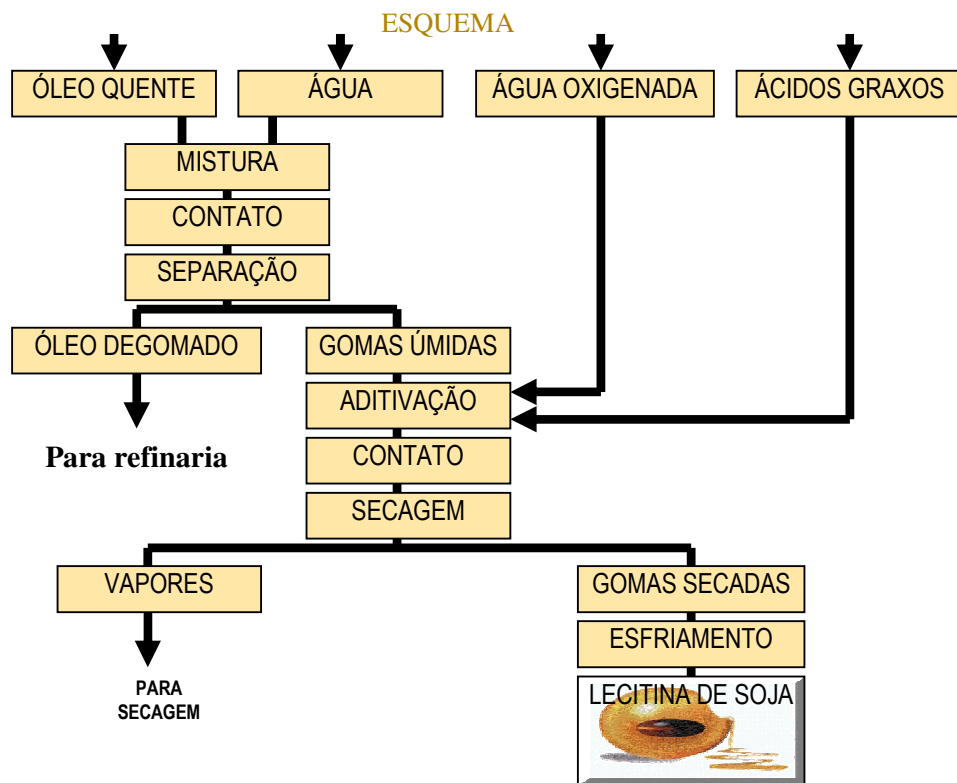
Por degomagem, compreende-se a adição de água ao óleo a temperatura entre 60 a 90°C. Após um período de contato de 10 a 60 minutos, necessário à hidratação, os fosfatídeos formam emulsão (40- 50% de água e 35 a 40% de óleo) que, seca sob vácuo e temperatura reduzida (50 a 75°C), origina a lecitina comercial. Paralelamente, o produto pode sofrer branqueamento, geralmente por tratamento com água oxigenada e, se necessário, ajuste de fluidez, com adição de ácidos graxos ou de ésteres metílicos. O esquema de obtenção da lecitina de soja é mostrado na Figura 8.

OBTENÇÃO DA LECITINA DE SOJA

Degomagem



A adição de água ao óleo ($T \cong 60-90^{\circ}\text{C}$), por um período de contato de 10-60 min.. Nesse período ocorre a hidratação dos fosfatídios, com formação de uma emulsão (40-50 % de água e 35-40 % de óleo). Em seguida é realizado uma secagem sob vácuo a temperatura reduzida $50-75^{\circ}\text{C}$, originado assim a lecitina de soja.



7. Referências

1. Shreve, R.N & Brink, J. A. In: *Indústriais de Processos Químicos*, pp. 414-425.
2. Carvalho, R. O. Extração por solventes. *Óleos & Grãos*, 10, Out/Nov, pp. 55-60,1992.
3. Manual Econômico da Indústria Química, Volume 2 (1975). Editado pelo CEPED/ SPCT/ Governo do Estado da Bahia.
4. Rittner, H. Lecitina de soja dá boa receita. *Química e Derivados*, Nov, pp. 20-29, 1990.
5. Park, Y. K & Pastore, G.M. Biotecnologia na Produção de Derivados de Óleos e Gorduras. *Boletim SBCTA*, 23 (3/ 4), pp. 161-168, 1989.