



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



INDUSTRIALIZAÇÃO DA SOJA NO BRASIL

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES GONDIN

Uberlândia – MG

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



INDUSTRIALIZAÇÃO DA SOJA NO BRASIL

Pedro Henrique Rodrigues Gondin

Monografia de graduação apresentada à
Universidade Federal de Uberlândia como parte
dos requisitos necessários para a aprovação na
disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do
curso de Engenharia Química

Uberlândia – MG

2019

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA DA DISCIPLINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE **PEDRO HENRIQUE RODRIGUES
GONDIN** APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, EM
17/01/2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.º Dr.º Eloízio Júlio Ribeiro
Orientador (FEQ/UFU)

Profª. Drª. Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros
FEQ/UFU

Carla Cristina de Sousa
Doutoranda/UFU

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, saúde, família e amigos.

Ao Prof. Dr. Eloízio Júlio Ribeiro pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais e irmãs pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos amigos e companheiros de trabalho que fizeram parte da minha formação e que continuarão presentes em minha vida.

RESUMO

Originária do leste Chinês a soja tem ganhado cada vez mais espaço no agronegócio brasileiro. Com investimentos em pesquisa ela se tornou capaz de ser cultivada em uma grande extensão nacional e hoje é fundamental na economia brasileira, sendo o produto mais importante do agronegócio do país, arrecadando com exportações mais de US\$ 30 bilhões ao ano. Além do papel importante na política econômica, a indústria de soja tem estimulado o desenvolvimento econômico-social das cidades em que se instala, visto que esta além de trazer muitos empregos, cerca de 1,5 milhão de empregos em 17 estados do país, e aumentar a renda familiar, incentiva o investimento em educação e capacitação do empregado. Na indústria, a soja passa, principalmente, pelas etapas de armazenagem, preparação, extração e refino. Nesse processo além da obtenção do óleo bruto, óleo refinado e farelo de soja, também podem ser captados subprodutos como a lecitina e tocoferol. Outros produtos importantes vindos do processamento de soja são biodiesel, proteína texturizada, melaço, farinha e leite. Dado a gama de produtos que podem ser obtidos no processamento da soja e a importância que a mesma possui no cenário econômico brasileiro o presente trabalho tem por objetivo estudar o processo de industrialização da soja no Brasil assim como a utilização dos seus produtos e subprodutos.

Palavras-chave: Soja; indústria; Brasil; óleo.

ABSTRACT

Originating in East China, soybeans have gained more and more space in Brazilian agribusiness. With investments in research it has become capable of being cultivated in a great national extension and today is fundamental in the Brazilian economy, being the most important agribusiness product of the country, collecting with exports more than U \$ 30 billion per year. Besides the important role in economic policy, the soybean industry has stimulated the economic and social development of the cities in which it is located, since this one besides bringing many jobs, about 1.5 million jobs in 17 states of the country, and increase family income, encourages investment in employee education and training. In the industry, the soybean passes, mainly, by the stages of storage, preparation, extraction and refining. In this process, besides the production of crude oil, refined oil and soybean meal, by-products such as lecithin and tocopherol can also be captured. Other important products coming from soybean processing are biodiesel, textured protein, molasses, flour and milk. Given the range of products that can be obtained in soybean processing and the importance it has in the Brazilian economic scenario, the present study aims to study the process of soybean industrialization in Brazil as well as the use of its products and by-products.

Keywords: Soy; industry; Brazil; oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Destino da soja no Brasil	2
Figura 2 – Exportações brasileiras do agronegócio por setor.....	3
Figura 3 – Exportações do complexo soja por destino	3
Figura 4 – IDH em municípios onde a soja desempenha papel importante	4
Figura 5 – Processamento para obtenção do óleo bruto e do farelo desengordurado	5
Figura 6 – Etapas de preparação da soja.....	6
Figura 7 – Prensa contínua “Expeller”	8
Figura 8 – Instalação de degomagem com água.....	10
Figura 9 – Instalação de degomagem ácida	10
Figura 10 – Neutralizador descontínuo	11
Figura 11 – Instalação de neutralização contínua.....	12
Figura 12 – Equipamento Girdler de desodorização semicontínua.....	14
Figura 13 – Secagem de lecitina.....	16
Figura 14 – Fluxograma da obtenção do melaço de soja	18
Figura 15 – Produção de farelo de soja	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros base para classificação do grão de soja	6
Tabela 2 – Parâmetro de neutralização do óleo	12
Tabela 3 – Usos e funções dos fosfolipídeos.....	16
Tabela 4 – Composição aproximada de lecitina de sojanatural comercial.....	17
Tabela 5 – Composição do melaço de soja.....	19
Tabela 6 – Composição química do farelo de soja.....	19
Tabela 7 – Composição da farinha de soja com 5 a 10% de umidade	21
Tabela 8 – Composição química do “leite de soja”e leite de vaca	22

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 – A Soja na Economia Brasileira.....	2
2.2 – A Importância Social da Soja	4
2.3 – Extração do Óleo Bruto	5
2.3.1- Recepção e Armazenamento do Grão	5
2.3.2 –Preparação do Grão	6
2.3.3 –Extração	7
2.3.3.1 - Prensagem Mecânica.....	7
2.3.3.2 - Extração por solvente	8
2.4 – Refinação do Óleo Bruto	9
2.4.1- Degomagem	9
2.4.2 – Neutralização	11
2.4.3 - Branqueamento.....	13
2.4.4 – Desodorização	13
2.5 - Produtos e Subprodutos da Soja.....	15
2.5.1 -Lecitina.....	15
2.5.2- Biodiesel.....	17
2.5.3 - Melaço de Soja.....	17
2.5.4 -Farelo de Soja.....	19
2.5.5 –Destilado da Desodorização do óleo de soja	21
2.5.6- Farinha de Soja.....	21
2.5.7 –Leite de Soja	22
3-CONCLUSÃO	22
4-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 – INTRODUÇÃO

A soja, também chamada de *Glycine max*, pertence à classe das dicotiledôneas, família leguminosa e a subfamília Papilionoides tem sua origem na Manchúria, região nordeste da China. Era plantada há pelo menos cinco mil anos e espalhou-se pelo mundo por intermédio dos viajantes ingleses e por imigrantes japoneses e chineses (EMBRAPA, 2005).

No Brasil a produção de soja difundiu-se nos anos 70, conforme dados da EMBRAPA (2005). Nesse período, além dos fatores internos (demanda de farelo de soja na produção de suínos e aves e cultivo do grão entres safras de trigo na região sul) houve um aumento expressivo do preço do grão no mercado externo, o que fez com que os agricultores e o próprio governo vissem a soja como um produto de grande retorno financeiro. Desde então passaram a investir muito em tecnologias para cultivo de soja, conseguindo adaptar o grão a áreas que antes não eram favoráveis a seu cultivo. Hoje, quase 100% da soja cultivada no Brasil é geneticamente modificada (EMBRAPA, 2017).

A industrialização da soja consiste em duas etapas: produção do óleo bruto, obtendo farelo como resíduo, e o refino desse óleo bruto. A produção de óleo bruto se divide em 3 etapas: armazenamento dos grãos, preparação dos grãos e extração do óleo bruto. O refino tem como objetivo melhorar a aparência, sabor e odor do óleo (MORETTO; FETT, 1989).

São produzidos a partir da soja diversos alimentos como óleo, leite, margarina, queijo, molhos, proteína texturizada, farinha, entre outros. A lecitina, obtida na extração do óleo bruto, é utilizada como estabilizante, espessante, emulsificador lipofílico em produtos como margarina, cosméticos, tintas, rações, e coberturas. O farelo da soja é usado para a alimentação animal.

O biodiesel, combustível derivado de óleos vegetais ou gorduras animais, é obtido através do processo de transesterificação, que é a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos. Uma grande vantagem desse combustível em relação ao combustível derivado do petróleo, é que ele é livre de enxofre e compostos aromáticos. Além de ter um maior ponto de fulgor, caráter não tóxico e ser biodegradável (FERRARI; SCABIO, 2014).

A soja é o item mais importante da agroindústria brasileira, sendo o Brasil o segundo maior produtor do grão. Arrecadando US\$ 31,7 bilhões com exportações em 2017 (ABIOVE). Além disso, a sojicultura brasileira produz 1,5 milhão de empregos em 17 estados do país (ABIOVE, 2018).

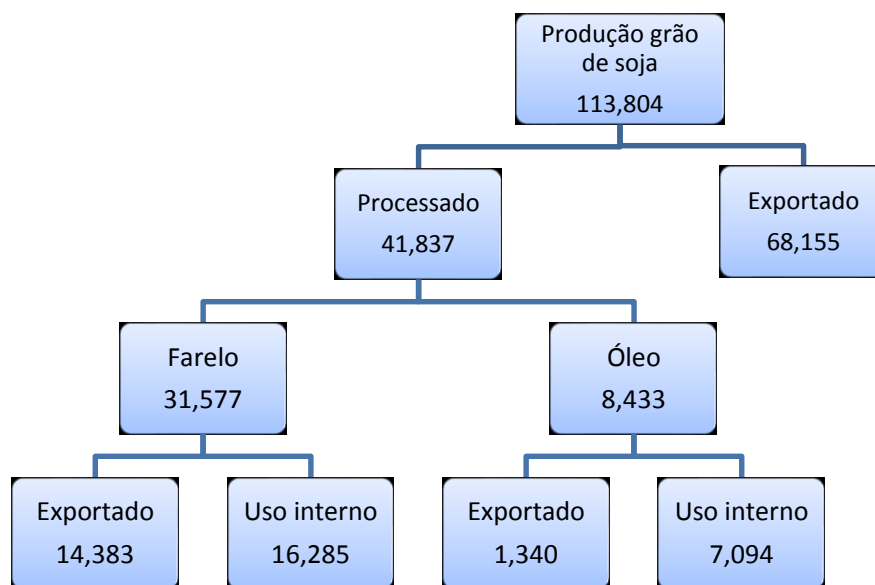
Devido à importância da soja na economia brasileira o objetivo do presente trabalho foi estudar as etapas do processo de industrialização da soja (da chegada do grão à saída do óleo refinado) e aproveitamento dos produtos e subprodutos.

2– REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A SOJA NA ECONOMIA BRASILEIRA

O Brasil é o segundo maior produtor do grão soja no mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos (EMBRAPA, maio/2018). A Figura 1 quantifica a produção nacional do grão e mostra seu destino no agronegócio.

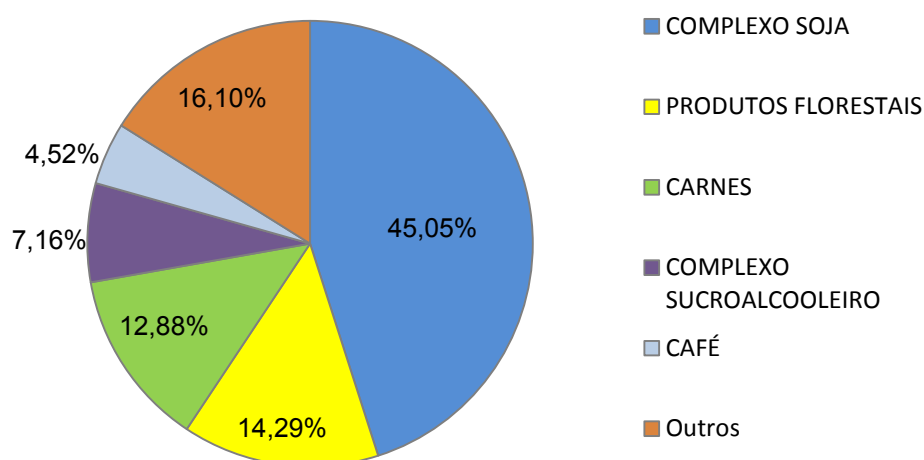
Figura 1: Destino da soja no Brasil, em milhões de toneladas.



Fonte: ABIOVE, 2017.

Pela Figura 1 pode-se observar que cerca de 73,7% da produção de soja foi exportada no último ano, ou seja, US\$ 31,7 bilhões arrecadados. Com isso nota-se, o quão determinante é a exportação no âmbito econômico brasileiro, e a atuação da soja nesse gênero se confirma quando se analisa a prospecção atual da exportação de produtos agropecuários do Brasil mostrado na Figura 2.

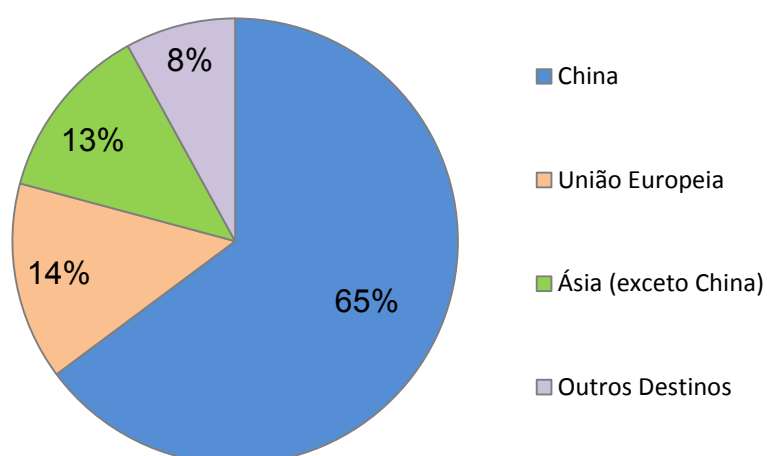
Figura 2: Exportações brasileiras do agronegócio por setor



Fonte: Agrostat, junho/2018.

A principal e a mais forte aliança de exportação do Brasil é com a China. Nos dias de hoje, ela tem aplicado taxas de importação mais altas a produtos norte-americanos (maior concorrente do Brasil no mercado de soja). Tendendo assim à reforçar e aumentar ainda mais as importações de soja brasileira (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 12/07/2018).

Figura 3: Exportações do complexo soja por destino



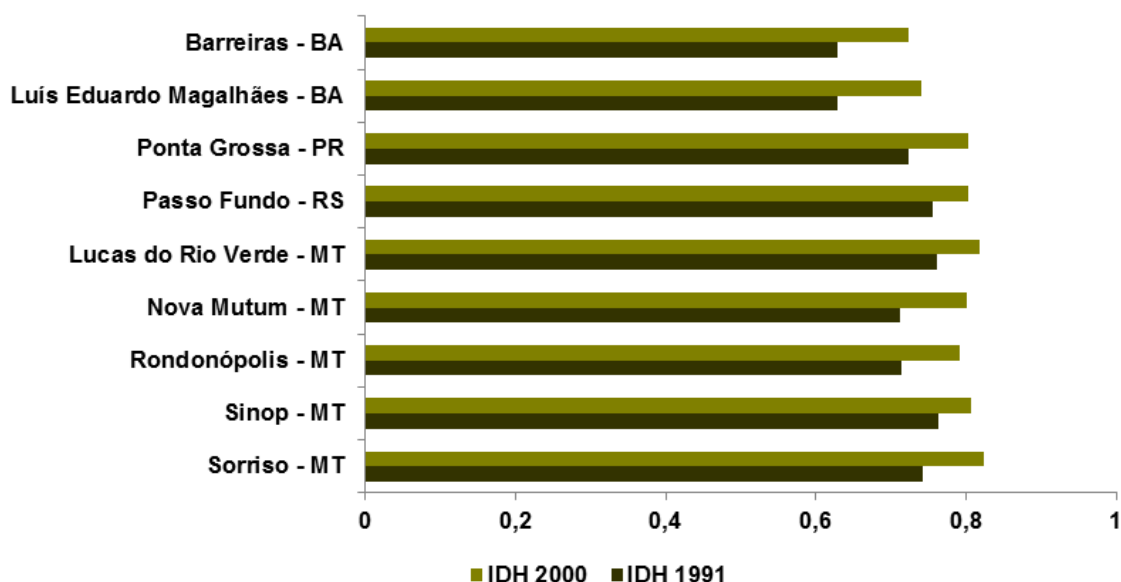
Fonte: ABIOVE, jan-jun/2018.

2.2 A IMPORTÂNCIA SOCIAL DA SOJA

A sojicultura brasileira produz 1,5 milhão de empregos em 17 estados do país (ABIOVE, 2013).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) fez uma comparação entre as pesquisas do Índice de Desenvolvimento Humano-IDH do ano de 1991 e de 2000. Observou-se um aumento vigoroso da qualidade de vida nos municípios em que a soja desempenha importante papel econômico e social (ABIOVE, 2013), como mostra a Figura 4.

Figura 4: IDH em municípios onde a soja desempenha papel importante



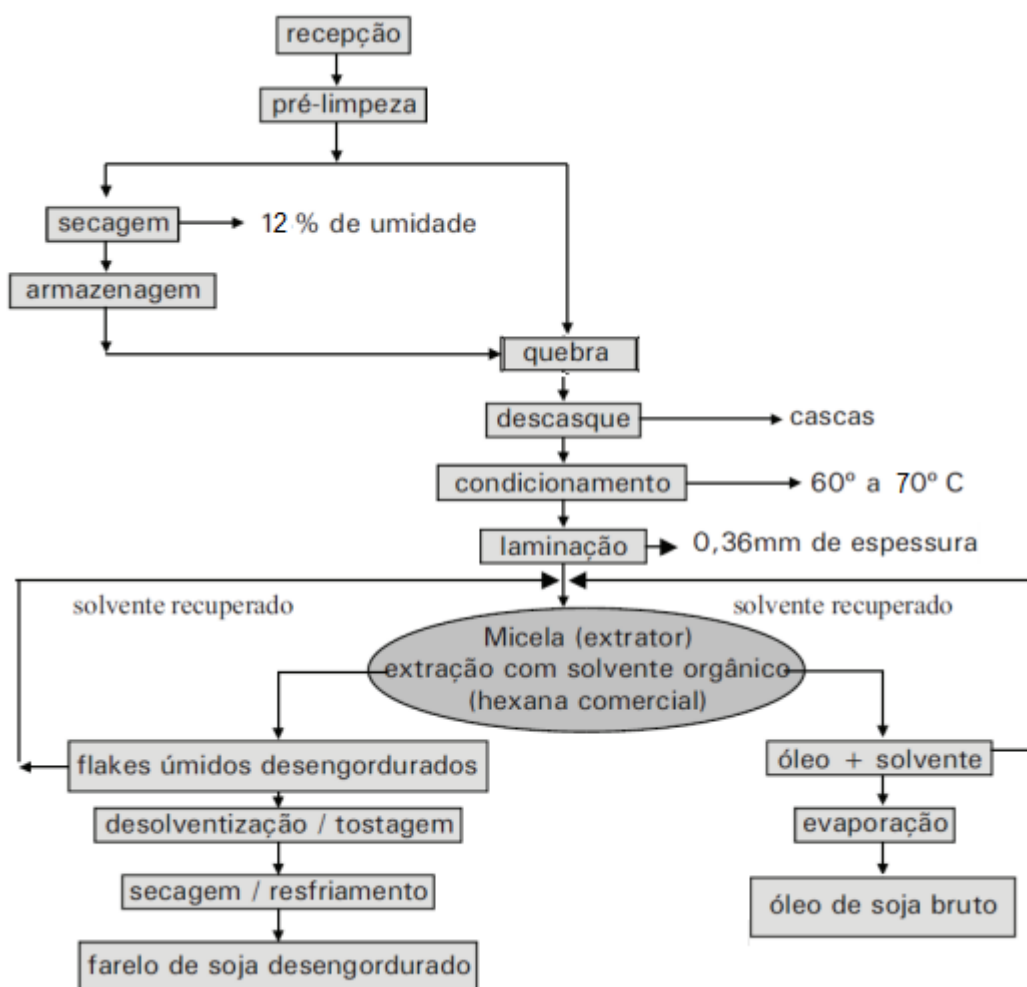
Fonte: IBGE (2004). Elaborado por ABIOVE, 2013.

A indústria de soja traz mais empregos, aumento na renda familiar e ampliação de investimentos em educação e capacitação profissional. Sendo um fator relevante a ser considerado quando observado o IDH em uma região.

2.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO BRUTO

A Figura 5 descreve simplificada o processo integral da chegada do grão à obtenção de óleo bruto e farelo:

Figura 5: Processamento para obtenção do óleo bruto e do farelo desengordurado



Fonte: EMBRAPA, 2015.

2.3.1 Recepção e armazenamento do grão

Vinda de várias regiões produtoras, a soja chega à unidade industrial em caminhões ou trens. Esses passam pelo setor de classificação em que se é retirado uma amostra do grão para que sejam feitas análises de qualidade. A classificação será feita conforme os limites máximos de tolerância da Tabela 1 apresentada a seguir:

Tabela 1: Parâmetros bases para classificação do grão de soja

Fator de Qualidade	Padrão Básico (%)
Umidade	14,0
Grãos Quebrados	30,0
Impurezas e/ou Matérias Estranhas	1,0
Grãos Avariados	8,0
Grãos Esverdeados	10,0

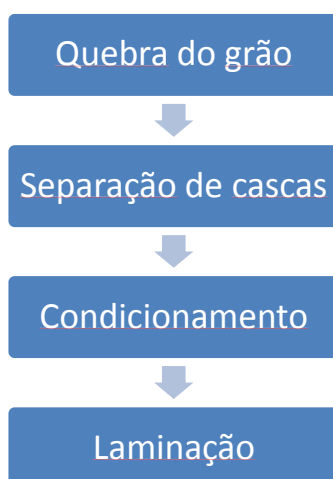
Fonte: Ministério da Agricultura, PORTARIA nº 262, de 23 de Novembro de 1983.

Em seguida, os grãos são encaminhados à moega para a descarga do grão. Depois de descarregada a soja passa por um processo de pré-limpeza, geralmente constituído por peneiras vibratórias, as quais conseguem separar boa parte das cascas, pó e particulados presentes. A depender da umidade do grão, normalmente acima de 12%, é necessário passá-lo pela etapa de secagem antes do armazenamento, expondo os grãos a uma corrente de ar quente, a qual é aquecida diretamente com fogo ou indiretamente com vapor.

O armazenamento pode ser feito em armazéns ou em três tipos diferentes de silos, são eles: Muskogee, Semi-esférico e Verticais, este último devido a forma cilíndrica, é recomendado para a soja já que esta tem facilidade em escoar (MORETTO; FETT,1989).

2.3.2 Preparação do grão

Na preparação do grão para posterior extração do óleo tem-se as seguintes etapas apresentadas na Figura 6:

Figura 6: Etapas de preparação da soja

Fonte: O autor.

A quebra do grão se dá por uma bateria de quebradores, os quais possuem dois pares de rolos cada um. Os rolos quebradores possuem ranhuras e cada um gira a uma velocidade diferente de modo que ocorra a quebra do grão em 04 partes no primeiro par de rolos e depois em 08 partes no último par. Análises granulométricas são feitas periodicamente para garantir que a distância entre os rolos está propiciando a quebra do grão em 08 partes (ALGAR AGRO, 2014).

Os grãos quebrados são despejados em um recipiente descascador, o qual consiste em um tanque cilíndrico que por ação de um exaustor consegue coletar o material leve (cascas), enquanto o material pesado segue a linha de processo (grão quebrado). A casca pode ser pelletizada ou moída para posterior venda, ou caso tenha um grande teor de proteína, pode ser adicionada ao farelo de soja (ALGAR AGRO, 2014).

Depois de separada a casca dos grãos quebrados, os grãos são aquecidos por contato com tubos de vapor a uma temperatura de 60 ° a 70 °C de modo a tornar a matéria maleável para posterior laminação (ALGAR AGRO, 2014).

Os grãos são distribuídos em uma série de laminadores, os quais são constituídos de um par de rolos lisos, transformando os quebrados em lâminas de espessura de aproximadamente 0,36mm. Através da medição da espessura da lâmina com um paquímetro o operador é capaz de regular a distância dos rolos (ALGAR AGRO, 2014).

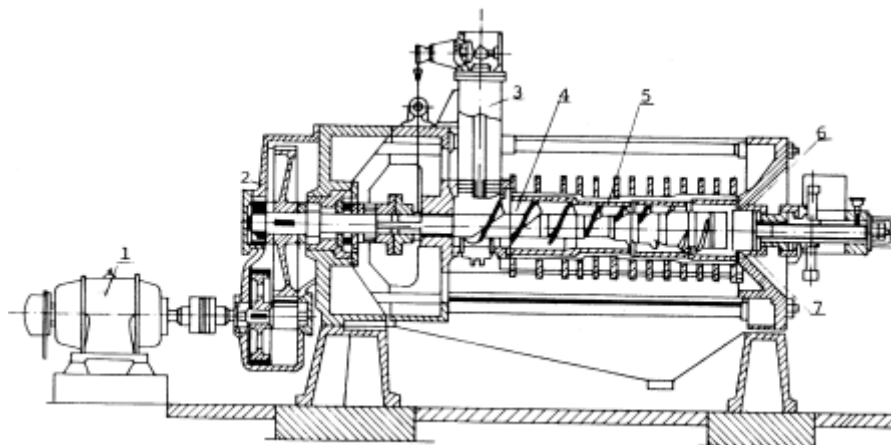
2.3.3 Extração

As unidades de extração são em sua maioria contínuas. A extração contínua é constituída por chuveiros de solvente na parte superior e coletores na parte inferior para a coleta da miscela. Esse processo é em contra corrente com a massa (DORSA,2000).

2.3.3.1 Prensagem Mecânica

É feita por prensas contínuas seguidas pela extração por solvente, já que a remoção é baixa quando feita apenas pela prensa. Quando a prensagem ocorre a elevadas pressões, dispensa o uso da extração por solvente, pois o conteúdo de óleo na torta chega a 5% (MORETTO;FETT,1989). Na Figura 7 é ilustrada uma prensa contínua.

Figura 7: Prensa contínua "Expeller": 1- motor eléctrico, 2-redutor, 3- entrada da semente condicionada, 4-rosca helicoidal, 5- cesto, 6- cone de saída e 7-saída da torta.



Fonte: MORETTO;FETT, 1989.

2.3.3.2 Extração por Solvente

Um dos solventes mais utilizados é a hexana, pois satisfaz exigências de um solvente apropriado: dissolve com facilidade o óleo sem reagir com outros componentes da matéria oleaginosa, pequena faixa de temperatura de ebulição, imiscível em água, com a qual não forma azeótropos. Todavia, a hexana apresenta algumas desvantagens, tais como, alto custo e alta inflamabilidade. A extração completa na prática não é atingida, o menor conteúdo do óleo no farelo é aproximadamente de 0,5 a 0,6%. O etanol está sendo estudado como um possível solvente futuro (MORETTO;FETT,1989).

A miscela é a solução de óleo no solvente. Depois da extração a miscela é destilada e o óleo é separado do solvente. Esse solvente restante é conduzido para um evaporador.

Já o farelo passa por um dessolventizador com intuito de eliminar a hexana absorvida por ele, tostar o farelo de modo a diminuir sua atividade ureática, e depois resfriá-lo para estabilizar sua umidade, a qual não deve ultrapassar 12%. O dessolventizador consiste em diversos estágios sobrepostos, por onde o farelo passa em fluxo descendente ou em unidades separadas (DORSA,2000).

2.4 REFINAÇÃO DO ÓLEO BRUTO

A maioria dos óleos e gorduras destinadas ao consumo humano é submetida à refinação com a finalidade de melhorar a aparência, odor e sabor pela remoção do óleo bruto de seguintes componentes (MORETTO;FETT,1989):

- substâncias coloidais, proteínas, fosfatídeos e produtos de sua composição;
- ácidos graxos livres e seus sais, ácidos graxos oxidados, lactonas, acetais e polímeros;
- corantes tais como: clorofila, xantofila, carotenoides;
- substâncias voláteis tais como hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas e ésteres de baixo peso molecular;
- substâncias inorgânicas tais como, os sais de cálcio e de outros metais, silicatos, fosfatos e outros;

As principais etapas do processo de refinação são: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização.

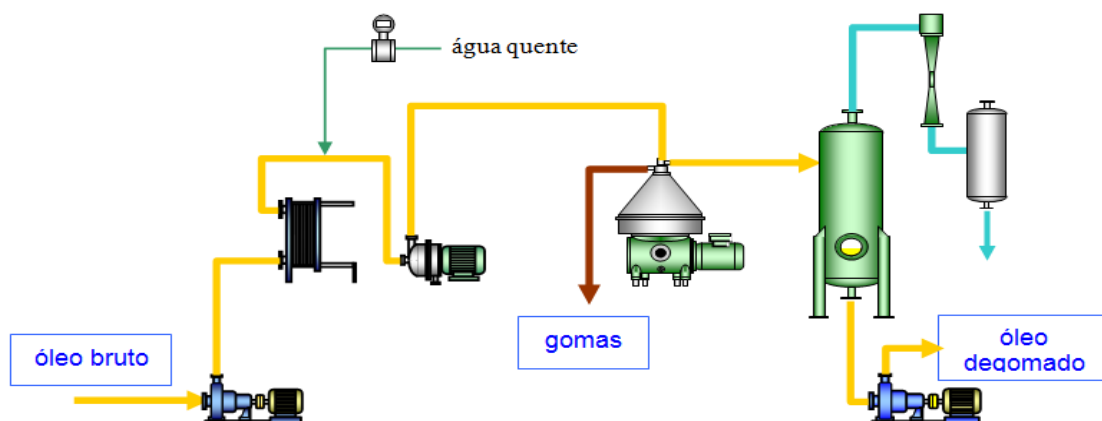
2.4.1 Degomagem

Esse processo tem a finalidade de remover do óleo bruto proteínas, substâncias coloidais e fosfatídeos, também chamados de gomas ou fosfalipídeos. Estes fosfatídeos são excelentes agentes emulsificantes, porém aumentam as perdas durante o processo de refino. Eles estão ligados com parte dos metais existentes no óleo bruto (DORSA,2000).

O conteúdo de fosfatídeos no óleo de soja alcança às vezes 3%. Essas gomas e as substâncias coloidais na presença de água são facilmente hidratáveis e tornam-se insolúveis no óleo, o que possibilita sua remoção (MORETTO;FETT,1989).

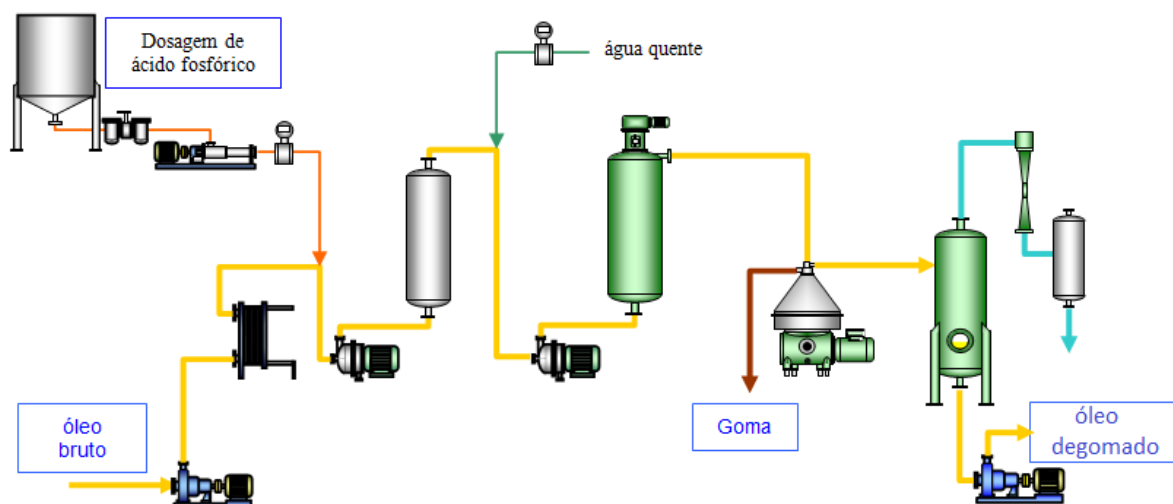
Existem dois métodos que podem ser utilizados nesse processo, são eles: degomagem aquosa e degomagem ácida.

A degomagem aquosa consiste na adição de 1-3% de água ao óleo aquecido a 60-70°C e agitação durante 20-30 minutos. Forma-se um precipitado que é removido do óleo por centrifugação a 5000-6000 rpm. As gomas, que contém cerca de 50% de umidade são secas sob vácuo à temperatura de 70-80 °C. A lecitina comercial consiste em cerca de 60% de mistura de fosfatídeos (lecitina, cefalina e fosfatídil-inositol), 38% de óleo e 2% de umidade (MORETTO;FETT,1989). Na Figura 8 apresenta uma instalação de degomagem com água.

Figura 8: Instalação de degomagem com água

Fonte: DORSA, 2000.

No outro método, degomagem ácida, utiliza 0,1-0,4% de ácido fosfórico a 85% misturado com o óleo à temperatura de 60-65 °C seguido pela adição de 1-3% de água e separação das gomas por filtração ou centrifugação (MORETTO;FETT,1989). Na Figura 9 é apresentada a instalação de degomagem ácida.

Figura 9: Instalação de degomagem ácida

Fonte: DORSA, 2000.

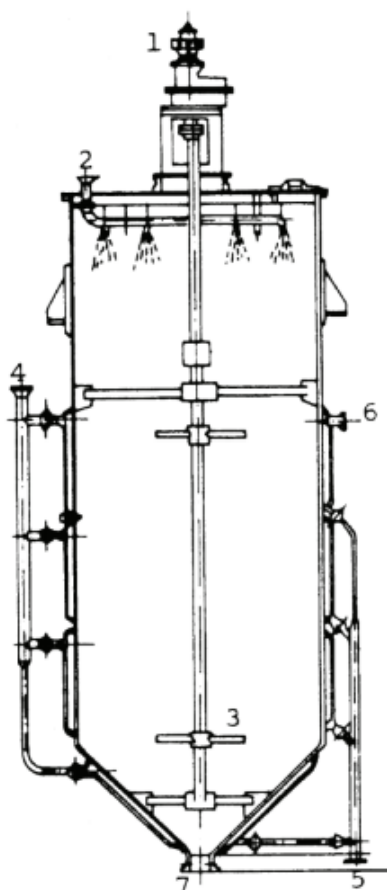
A remoção de gomas presentes no óleo bruto no tratamento com ácido fosfórico é de 90% e já com água é de 70-80%. Porém, no tratamento com o ácido a lecitina é impura.

2.4.2 Neutralização

A neutralização consiste na reação da soda cáustica com os ácidos graxos livres, os quais são responsáveis pela acidez do óleo. Existem dois métodos de neutralização: descontínuo e o contínuo (MORETTO;FETT,1989).

O método de neutralização descontínua, ou chamada também de neutralização em tacho, consiste em colocar o óleo em um tacho com capacidade de 6-15 toneladas e provido de agitador mecânico, camisa ou vapor indireto e chuveiro para solução alcalina e água. Esse neutralizador é ilustrado na Figura 10 (MORETTO;FETT,1989).

Figura 10: Neutralizador descontínuo: 1- motor elétrico, 2- chuveiro, 3- agitador, 4- entrada do vapor, 5- saída do condensado, 6- desaeração da camisa de vapor, 7- escoamento do óleo neutralizador



Fonte: MORETTO;FETT, 1989.

As concentrações da solução de hidróxido de sódio e outros parâmetros de neutralização são apresentadas na Tabela 2.

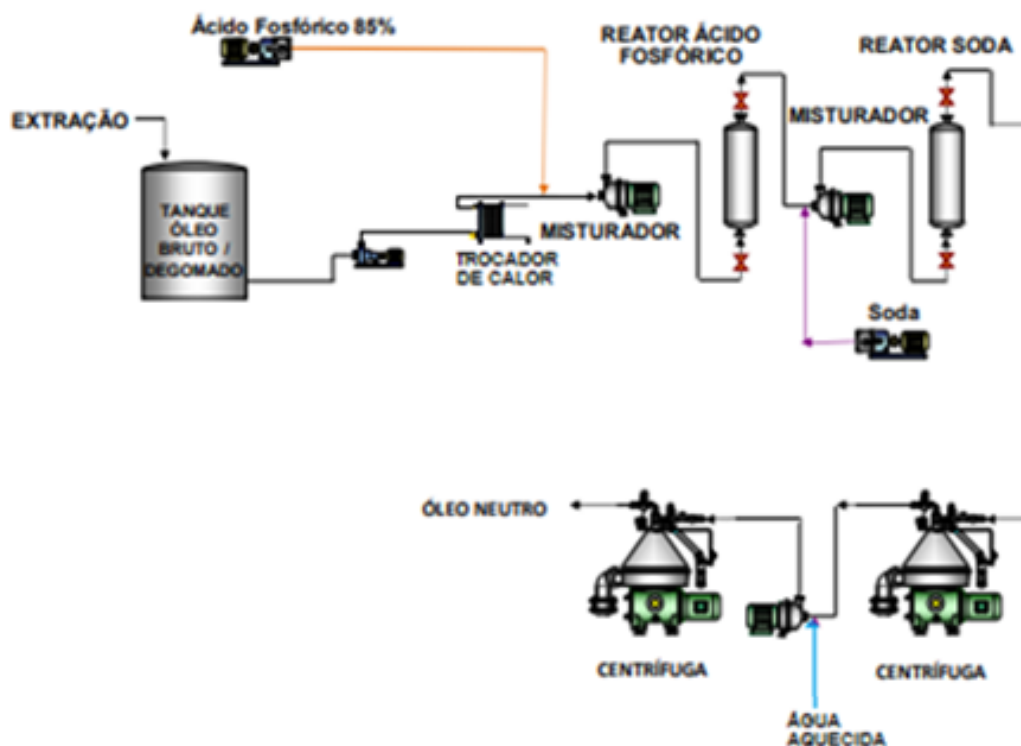
Tabela 2: Parâmetro de Neutralização do Óleo

% de Ácidos Graxos Livres	Concentração de Solução de Hidróxido de Sódio		Temperatura final do óleo
	%	°Bê	°C
1-1,5	3-5	5-8	90-95
1,5-3	5-10	8-15	65-70
3	12-18	18-25	50

Fonte: MORETTO;FETT,1989.

No Brasil a neutralização contínua é a mais usada, pois permite economia de tempo e reduz a perda do processo.

O óleo, vindo da extração, é bombeado para a refinaria, aquecido à temperatura de 65-90 °C e recebe o ácido fosfórico, concentração de 85%, em linha. A fim de homogeneizar o ácido com o óleo, a mistura passa por um misturador dinâmico antes de ir para o reator. Após o ácido, adiciona-se soda cáustica, a qual passa pelo mesmo processo de mistura e retenção em reator. Após a finalização das reações, o óleo reagido é centrifugado, separando as impurezas na fase pesada e o óleo neutro na fase leve. Depois que o óleo é neutralizado, ele é submetido a uma ou duas lavagens com 10-20% de água aquecida (70-90 °C) e novamente centrifugado para remover o sabão residual (MORETTO;FETT,1989).

Figura 11: Instalação de neutralização contínua.

Fonte: O autor.

2.4.3 - Branqueamento

Como o óleo neutralizado mesmo após a centrifugação, ainda contém resquícios de umidade, e, as terras clarificantes reagem melhor em meio anidro, a primeira etapa do branqueamento é a secagem (DORSA,2000).

Após a secagem, adiciona-se uma quantidade apropriada de terra clarificante (0,1% a 0,5%, em massa), usualmente por sucção, com a qual o óleo é agitado à temperatura de 80-95°C durante 20-30 min. E por fim o óleo é resfriado a 60-70°C e filtrado no filtro prensa (MORETTO;FETT,1989). As terras clarificantes têm a função de adsorver pigmentos presentes no óleo.

O filtro prensa mais utilizado é o filtro prensa de placas, pois ele permite a obtenção de “bolo” de grande espessura. O bolo de filtragem resultante desse processo é usualmente desprezado (MORETTO;FETT,1989).

2.4.4 – Desodorização

Além da remoção de produtos indesejáveis como cetonas, aldeídos, álcoois e ácidos graxos livres de baixo peso molecular, remove também traços de pesticidas organoclorados utilizados durante o plantio da semente e solubilizados no óleo na etapa de extração (DORSA,2000).

As substâncias odoríferas e de sabor indesejável são, em geral, pouco voláteis, mas sua pressão de vapor é bem superior aquela do ácido oleico ou esteárico. Sob pressão absoluta de 2-8 mmHg e temperatura de 20-25°C com insuflação do vapor direto, alcança-se não somente a completa desodorização, mas uma quase remoção dos ácidos graxos livres residuais (MORETTO;FETT,1989).

Um alto vácuo é de extrema importância porque reduz o consumo de vapor direto, tempo de processo e o perigo de oxidação e hidrólise do óleo. O vácuo é produzido por ejetores a vapor, bombas mecânicas ou combinação de ambos (MORETTO;FETT,1989).

Existem três tipos de desodorizadores, são eles: descontínuos, contínuos e semi-contínuos.

O descontínuo é efetuado em tacho vertical com capacidade de 6000 a 15000 L, munido com uma serpentina para o vapor indireto e dispositivo de insuflação do vapor direto. A pressão aumenta gradativamente descendo ao fundo do aparelho e devido á crescente coluna de óleo, o tempo de desodorização estende-se de 6 a 8 horas

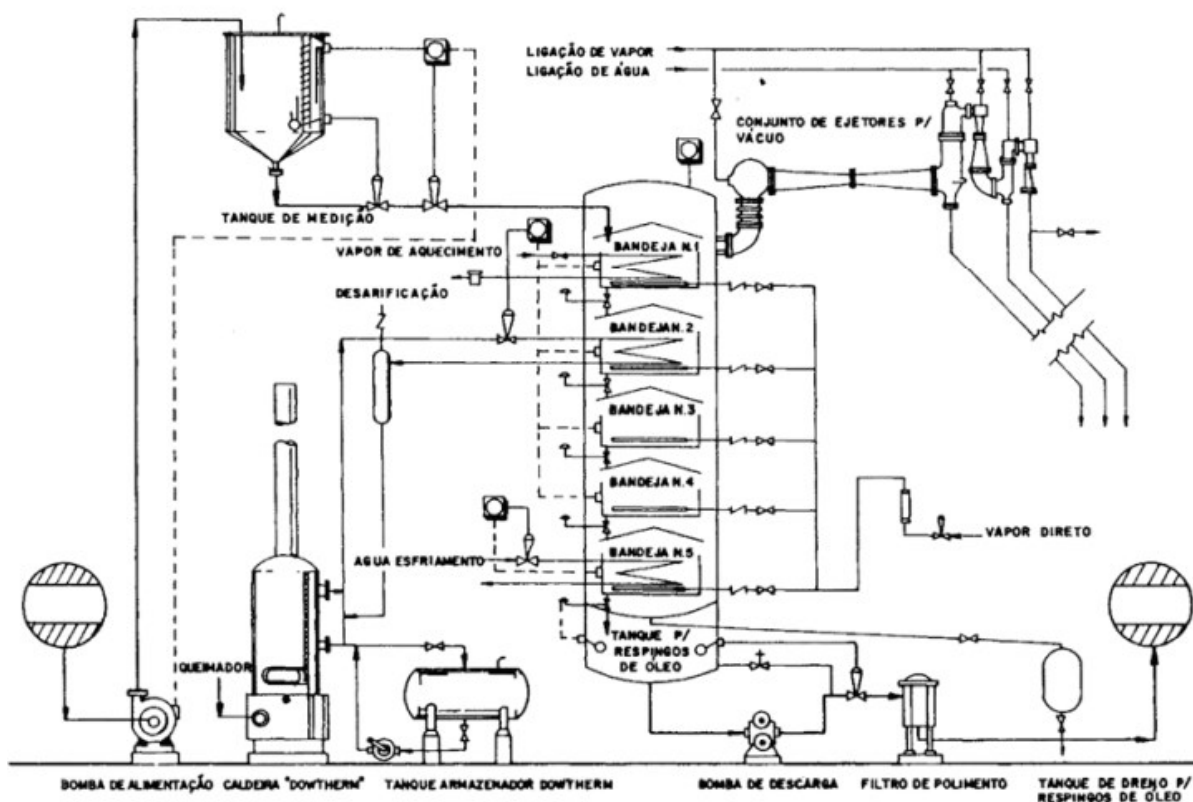
(MORETTO;FETT,1989). Devido à baixa produtividade e alto custo de produção (inviabilidade de recuperação do calor) são raramente utilizados.

Já no contínuo devido ao alto vácuo de 2-6 mm e temperatura 240-260 °C, o tempo de desodorização é reduzido a 1,5-2,5 horas (MORETTO;FETT,1989). Esse aparelho não permite grande variedade de produtos a serem desodorizados visto os maiores riscos de misturas.

O mais usado é o semi-contínuo do tipo Girdler, mostrado na Figura 12. Esses desodorizadores são usados em fábricas de médio e grande porte. E ainda aquelas que trabalham com grande variedade de produtos.

O aparelho tem um corpo de aço comum, no qual são colocados 5 ou mais bandejas de aço inoxidável. Nas primeiras bandejas o óleo é pré-aquecido, nas intermediárias, aquecidos à temperatura de 230-240°C com insuflação de vapor direto e na última resfriado a 40-45 °C. O óleo permanece em cada bandeja durante cerca de meia hora, passando de uma para outra por controle automático. O emprego de bandejas oferece duas vantagens importantes: economia de aço inoxidável e proteção contra oxidação (MORETTO;FETT,1989).

Figura 12: Equipamento Girdler de desodorização semicontínua



Fonte: MORETTO;FETT, 1989.

2.5 PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA SOJA

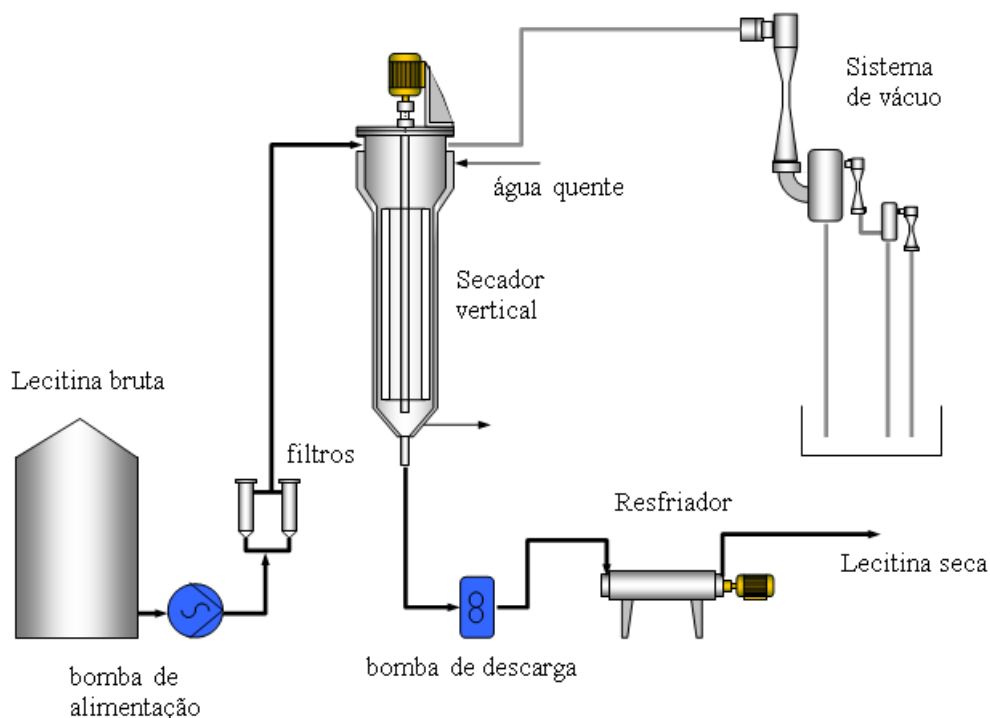
Além do óleo, considerado o principal produto da soja, vários produtos e subprodutos são de grande importância, tais como: lecitina, biodiesel, melaço de soja, farelo de soja, 0farinha de soja e leite de soja. Estes produtos e subprodutos serão detalhados a seguir.

2.5.1 -Lecitina

A lecitina comercial corresponde a um conjunto de fosfatídeos ou fosfolipídeos, que normalmente são extraídos de fontes oleaginosas, como gema de ovo, algodão, milho e soja. Ela é usada para fins industriais ou nutricionais, possui o aspecto pastoso e cor acastanhada, clara ou escura dependendo da matéria prima utilizada. A característica hidrofílica/hidrofóbica presente na estrutura da lecitina comercial a caracteriza como emulsificante natural com grande aplicação nas indústrias alimentícias. Geralmente é utilizada como emulsificador lipofílico, estabilizante e espessante em vários produtos como: margarinas, biscoitos, rações, tintas, entre outros (CASTEJON,2010).

Para conseguir uma lecitina de alta qualidade, a miscela após a extração deve ser bem limpa. São usados hidrociclones ou filtros rotativos para a remoção dos sólidos da mistura óleo-hexana(solvente). A miscela deve ser tratada em um sistema fechado, pois há perigo de explosão e fogo (DORSA,2000).

Após o processo de degomagem a lecitina arrasta um teor de umidade em torno de 50%. Para a secagem é utilizado um evaporador de filme agitado no processo, utilizando-se como fluido de aquecimento água quente a temperatura controlada de 60°C e alto vácuo. Posteriormente, ela é resfriada em um resfriador agitado tipo “Votator” (DORSA,2000). Na Figura 13 é ilustrado o processo de secagem da lecitina.

Figura 13: Secagem de Lecitina

Fonte: DORSA,2000.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas uma relação sobre os usos e funções dos fosfolípeos e a composição da lecitina de soja natural comercial, respectivamente.

Tabela 3: Usos e Funções dos Fosfolípeos

Produto	Função
<i>Alimentos</i>	
Solúveis	Agente umedecedor e dispersante; <u>emulsificante</u>
Panificação	Modificação das propriedades de panificação, emulsificante; <u>antioxidante</u>
Chocolate	Redução de viscosidade; <u>antioxidante</u>
Margarina	Emulsificante, agente antirrespingos; <u>antioxidante</u>
Dietéticos	Suplemento nutritivo
<i>Nutrientes</i>	
Substituto de leite	Emulsificante; agente umedecedor e <u>dispersante</u>
<i>Indústria</i>	
Inseticidas	Emulsificante, agente dispersante, substância <u>ativa</u>
Tintas	Agente dispersante, <u>estabilizador</u>
Fitas Magnéticas	Agente dispersante, <u>emulsificante</u>
Couro	Agente amaciante, óleo <u>penetrante</u>
Têxtil	Amaciante; <u>lubrificante</u>
<i>Cosméticos</i>	
Cabelos	Estabilizador de espuma, <u>emoliente</u>
Pele	Emulsificante; emoliente, umectante, <u>umedecedor</u>
<i>Farmacêuticos</i>	
Nutrição parental	Emulsificante
Supositórios	Agente atenuador, <u>veículo</u>
Crems, loções	Emulsificante, facilitador de <u>penetração</u>

Fonte: DORSA, 2000.

Tabela 4: Composição Aproximada de Lecitina de Soja Natural Comercial

Óleo de soja	35 %
Fosfatidil colina	16 %
Fosfatidil etanolamina	14 %
Fosfatidil inositol	10 %
Fitoglicolipídeos	17 %
Carboidratos	7 %
Umidade	1 %

Fonte: DORSA,2000

2.5.2- Biodiesel

O biodiesel é obtido da transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos. A utilização do biodiesel está aumentando aceleradamente devido sua contribuição ao meio ambiente e como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo (FERRARI;2004).

O biodiesel é um combustível biodegradável que provém de fontes renováveis como óleos vegetais. Quando estimulados por um catalisador reagem quimicamente com álcool. Existem diversas espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para a produção de biodiesel como o girassol, canola, amendoim, soja, algodão, dendê e mamona e algumas matérias primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína. Esse biocombustível substitui total ou parcialmente o diesel de petróleo, conforme Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB,2018).

As vantagens do biodiesel em relação aos combustíveis derivados de petróleo são: virtualmente livre de enxofre e compostos aromáticos; alto número de cetano; teor médio de oxigênio; maior ponto de fulgor; menor emissão de partículas, HC,CO e CO₂, caráter não tóxico e biodegradável (FERRARI, 2004).

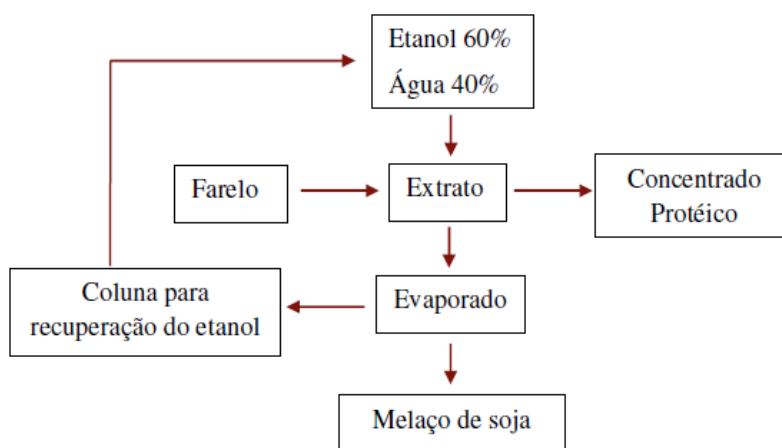
Para o Brasil o uso dessa tecnologia é bastante interessante, devido à disponibilidade de óleo de soja e de álcool etílico derivado da cana de açúcar. No mundo a maior parte do biodiesel produzido é derivado do óleo de soja. O que determina qual óleo vegetal é mais vantajoso são fatores como a geografia, clima e economia.

2.5.3 - Melaço de Soja

Segundo Machado (1999), uma maneira de extrair as proteínas da soja é com o uso de uma mistura de etanol e água. Esta mistura insolubiliza as proteínas e fibras da soja que são retiradas após secagem obtendo um produto conhecido como proteína concentrada de soja. A

fração líquida da mistura etanol e água contém na sua maior parte os açúcares da soja, que após a recuperação do etanol por evaporação gera o melaço de soja. A Figura 14 ilustra o processo de obtenção do melaço de soja.

Figura 12: Fluxograma da obtenção do melaço de soja



Fonte: SIQUEIRA, 2007

Na Tabela 5 é apresentada a composição do melaço de soja.

Tabela 5: Composição do Melaço de Soja

Componentes	% massa seca
Glicose	0,243
Frutose	0,127
Galactose	0,254
Sacarose	28,4
Rafinose	9,68
Estaquiase	18,6
Proteínas	9,44
Lipídeos	21,2
Fibras	5,7
Cinzas	6,36

Fonte: SIQUEIRA, 2007

O melaço de soja é utilizado na produção de etanol e também na fabricação de ração animal.

2.5.4 -Farelo de Soja

O farelo de soja é um alimento muito precioso, tanto como alimento principal como componente de outros alimentos. É um alimento proteico, encontra-se em seu conteúdo todos os aminoácidos essenciais (ZANGELMI et al., 1982). A composição química do farelo de soja é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Composição Química do farelo de soja

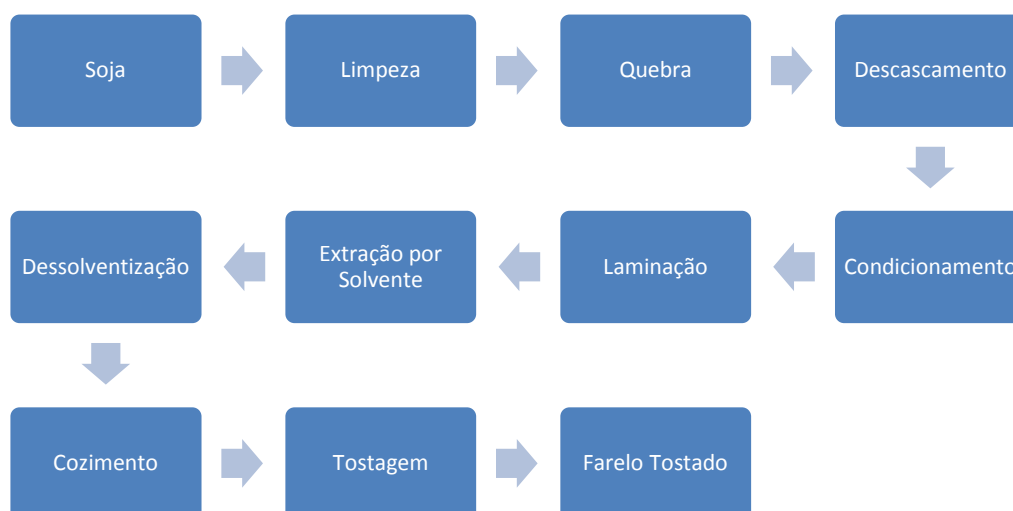
Proteína	45% ^(*)
Gordura	1%
Extrato não nitrogenado	30% ^(*)
Fibra	8%

(*) Dados aproximados

Fonte: ZANGELMI et al., 1982.

As principais etapas para a produção do farelo de soja estão esquematizadas na Figura 15, sendo que estas foram discutidas anteriormente.

Figura 15: Produção de farelo de soja



Fonte: ZANGELMI et al., 1982.

Depois da etapa de dessolventização, o farelo possui teor de proteína de 50 a 55%, e dependendo do aquecimento recebido, pode ser branco, cozido ou tostado. Ressaltando que o valor nutritivo com tratamento térmico é superior ao farelo não tostado (ZANGELMI et al., 1982).

O farelo de soja é considerado a mais importante matéria-prima para alimentação animal, sendo responsável por 65% do suprimento mundial de proteína. Ele está sendo usado também para o desenvolvimento de produtos não alimentares como cola de madeira, devido à sua quantidade abundante e baixo custo, conforme citado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018).

Um acompanhamento imprescindível na qualidade do farelo produzido são as análises de micotoxinas (metabólitos secundários produzidos por fungos, durante a produção e armazenamento de grãos). As aflatoxinas são as mais tóxicas e cancerígenas dentre as micotoxinas (DORS et al., 2011). A grande fonte de contaminação por aflatoxina e zearalenona são as impurezas e/ou matérias estranhas permitidas na legislação brasileira até o limite de 1%. A legislação deve ser alterada e deve ser adotado o limite zero de impurezas, na etapa de expedição, visando garantir a segurança alimentar na cadeia produtiva da soja (EMBRAPA, 2010).

2.5.5- Destilado da desodorização do óleo de soja

O destilado da desodorização do óleo de soja corresponde à 0,1 a 0,4 % do peso original do óleo, contendo entre 0,8 a 10 % de tocoferóis (ALMEIDA et al., 1994).

Os tocoferóis são componentes interessantes devido à sua atividade de Vitamina E e na sua possível aplicação como antioxidante. Em função destas propriedades podem ser utilizadas na formulação de produtos farmacêuticos e cosméticos; como suplemento de ração animal, especialmente para aves, e como aditivo na indústria de alimentos. No Brasil se é feita a exportação do destilado de desodorização.

2.5.6- Farinha de Soja

É obtido por meio do processamento de soja em ótimo estado, limpos, sem defeitos e descascados. As principais utilizações são: melhoria da textura e validade de pães e outros produtos de panificação; estabilizante e emulsionante de sopa, bebidas e carnes processadas; substituinte de ingredientes caros como ovos, leite e macarrão (ZANGELMI et al., 1982).

Os tipos de farinha produzidos são a desengordurada, que contém menos de 1% de óleo; a com baixo teor de gordura, onde o óleo é adicionado à farinha desengordurada, normalmente entre 5 e 6%; a com alto teor de gordura, é obtida pela adição de óleo de soja à farinha desengordurada, aproximadamente 15%; a soja lecitinada, é obtida pela adição de lecitina à farinha desengordurada, normalmente 15% ; e outro tipo é a integral, que contém 18 a 21% de óleo original da semente (ZANGELMI et al., 1982). A composição da farinha de soja é apresentada na Tabela 7:

Tabela 7: Composição da farinha de soja com 5 a 10% de umidade

	Farinha Desengordurada	Baixo Teor de Gordura ^(*)	Integral
Proteína	50,5 %	46%	41%
Matéria Graxa	1,5%	6,5%	20,5
Fibra Bruta	3,2%	3%	2,8%
Cinza	5,8%	5,5%	5,3%
Carboidratos	34,2%	34%	25,2%

(*) A farinha de soja com baixo teor de gordura é obtida pela adição de lipídeos, até um teor desejado, que deve ser no mínimo 4,5%.

Fonte: ZANGELMI et al., 1982

2.5.7- Leite de Soja

O extrato hidrossolúvel de soja, “leite de soja”, tem gosto e adstringência característicos. Segundo Wilhews et al(1979), esse gosto e o odor desagradável são causados durante a operação de desintegração dos grãos com água, pela ação da enzima lipoxidase sobre as cadeias, que produzem compostos voláteis que tem peso molecular baixo. Depois de muitos experimentos, Bourne conseguiu inativar a lipoxidase por meio da desintegração da soja com água em ebulição (ZANGELMI et al., 1982).

“O leite de soja” tem praticamente a mesma quantidade de proteínas que o leite de vaca, a vantagem do primeiro é que seu custo de produção é mais baixo. Na Tabela 8 é apresentada a composição química do “leite de soja” e do leite de vaca.

Tabela 8: Composição Química do “leite de soja” e leite de vaca

Leite Integral	Água	Proteína	Gordura	Carboidratos	Cinzas
De Vaca	87,4	3,4	3,7	4,8	0,7
De Soja	90,0	3,5	2,8	3,1	0,5

Fonte: ZANGELMI et al., 1982

Uma desvantagem do “leite de soja” é que não tem vitamina B₁₂ e possui apenas 18,5% de cálcio. Em compensação é bastante importante para pessoas intolerantes à lactose, as quais quando consomem leite de vaca sentem-se mal estar como: diarreias, indigestão, cólicas, entre outros.

3- CONCLUSÃO

A partir do estudo bibliográfico conclui-se a importância da soja no Brasil e no mundo. A soja pode ser utilizada para diversos fins, desde produtos industriais nos setores de cosméticos, farmacêuticos e veterinários como na alimentação humana e animal. Na saúde

tem um papel de grande relevância, pois produtos à base de soja são indicados para pessoas intolerantes à lactose. A soja também é uma alternativa para a produção de biodiesel, esse combustível diminui a emissão de gases causadores do efeito estufa.

O investimento em tecnologias de cultivo e transgenia do grão tornou o Brasil um país muito rentável em produção de soja, sendo este rico em recursos naturais e com muitas áreas ainda inexploradas. Para muitas cidades a indústria da soja trouxe desenvolvimento, geração de empregos e melhoria na qualidade de vida.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Disponível em: < <http://www.abiove.org.br/site/index.php>>. Acesso em 09 de agosto de 2018.

AGROSTAT- ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. Disponível em: < <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em 09 de agosto de 2018.

ALGAR AGRO – ABC Indústria e Comércio S/A, 2014. GERVÁZIO, Fernando, IT EXT 003- A Instrução de Operação da Extração. Janeiro/2014.

ALMEIDA MEM, GUZMAN EC, CARVALHO PRN, RUSIG O. **Avaliação de destilado da desodorização do óleo de soja para a extração de vitamina E**. Arq Biol Tecnol. 1994.

CASTEJON, Letícia Vieira. **Estudo da Clarificação da Lecitina de Soja**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010. 125p.

DORS, G. C., CALDAS, S. S., FEDDERN, V., BEMVENUTI, R. H., HACKBART, H. C. S., SOUZA, M. M., OLIVEIRA, M. S., GARDA-BUFFON, J., PRIMEL, E. G., & BADIALE-FURLONG, E. (2011). **Aflatoxins: Contamination, analysis and control**. In R. G. Guevara-Gonzalez (Ed.), *Aflatoxins - Biochemistry and molecular biology* (1. ed., pp. 415–438). Rijeka, Croatia: InTech.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja em números (safra 2017/2018). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 08 de agosto de 2018.

FERRARI, Roseli Aparecida et al. **Biodiesel de Soja- Taxa de Conversão em Ésteres Etílicos, Caracterização Físico Química e Consumo em Gerador de Energia**. Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Óleos e Gorduras Vegetais**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2 ed. 1989.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS- **China reduz estimativa para importação de soja na temporada 2018/2019**. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/217340-china-reduz-estimativa-para-importacao-de-soja-na-temporada-201819.html#.W210e85KjIU>>. Acesso em 09 de agosto de 2018.

PNPB- PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/o_biodiesel.html> Acesso em 10 de outubro de 2018.

SIQUEIRA, P. F. **Production of bio-ethanol from soybean molasses by Saccharomyces cerevisae**. (Dissertação de Mestrado em Processos Biotecnológicos)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ZANGELMI, Antonio Celso Bueno; TAGLIOLATTO, Mara Angélica; DIAS, Eliane Laranja; LANGE, Dora Ann. **Produtos de Soja: Leite, Farinha e outros**. Série Tecnologia Agroindustrial. Governo do Estado de São Paulo, 1982.