

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**ANA KARINA PENAQUINI NENÊ
LUCAS AUGUSTO CUSTÓDIO**

**REDUÇÃO DA MICRAGEM DO ELEMENTO FILTRANTE NO PROCESSO
PRODUTIVO DE LECITINA DE SOJA E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO
PERCENTUAL DE MATÉRIAS ESTRANHAS NO PRODUTO FINAL**

PONTA GROSSA

2022

**ANA KARINA PENAQUINI NENÊ
LUCAS AUGUSTO CUSTÓDIO**

**REDUÇÃO DA MICRAGEM DO ELEMENTO FILTRANTE NO PROCESSO
PRODUTIVO DE LECITINA DE SOJA E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO
PERCENTUAL DE MATÉRIAS ESTRANHAS NO PRODUTO FINAL**

**Reduction of the filter element micrage in the soybean lecithin manufacturing
and evaluation of the impacts on the foreign material percent in the final
product**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): César Augusto Canciam.

PONTA GROSSA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ANA KARINA PENAQUINI NENÊ
LUCAS AUGUSTO CUSTÓDIO**

**REDUÇÃO DA MICRAGEM DO ELEMENTO FILTRANTE NO PROCESSO
PRODUTIVO DE LECITINA DE SOJA E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO
PERCENTUAL DE MATÉRIAS ESTRANHAS NO PRODUTO FINAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22 de junho de 2022

Luis Alberto Chavez Ayala
Prof. M.e.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luciano Moro Tozetto
M.e.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

César Augusto Canciam
Prof. Dr. - Orientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA
2022**

AGRADECIMENTOS

Eu, Ana Karina, agradeço primeiramente aos meus pais Ana Claudia e Ilton, pois sem o amor e apoio deles eu jamais teria conseguido superar todas as barreiras e chegar até aqui. Agradeço também aos meus amigos Giovanna, Letícia, Caick, Marina e Clecius por me acolherem e me darem forças para alcançar meus objetivos.

Eu, Lucas, agradeço aos meus pais Ismael e Ana Lúcia e a minha irmã, Camila, por todo o apoio, amor e suporte dado nesse período importante de minha vida. Também agradeço aos meus amigos Guilherme, Verônica e Natália, por serem tão presentes e estarem comigo em todos os momentos.

Juntos, gostaríamos de agradecer aos nossos amigos Christopher e Alexandre que tanto nos ajudaram e trouxeram leveza e humor aos nossos dias de estudo.

Fica a nossa gratidão aos colegas de turma, aos professores do curso de Engenharia Química da UTFPR – Ponta Grossa e a todos os colaboradores.

Agradecemos, em especial, ao nosso orientador Prof. Dr. César Augusto Cancian por nos guiar nessa trajetória.

Não podemos resolver nossos problemas
com o mesmo pensamento que tínhamos
quando os criamos.
(ALBERT EINSTEIN, 1921).

RESUMO

Dentre os produtos provindos da soja, está a lecitina, produto natural de coloração âmbar, formado através do processo de secagem da goma, após a degomação do óleo bruto. A lecitina é amplamente utilizada na indústria alimentícia, tanto animal quanto humana, como agente dispersante e emulsificante. Para comercializar um produto como aditivo da indústria alimentícia, é necessário garantir a qualidade e segurança para consumo e, um dos parâmetros utilizados na indústria é o percentual de matérias estranhas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária denomina como matéria estranha qualquer material não constituinte do produto e, estabelece também, limites de tolerância e métodos analíticos para garantia da conformidade. No caso do processo produtivo da lecitina de soja, as indústrias fazem uso de elementos filtrantes para reter as partículas de matérias estranhas que podem ser provindas da matéria prima e/ou do próprio processo. A capacidade de retenção de tais elementos filtrantes varia de acordo com a micragem do mesmo. Quanto menor a micragem, maior capacidade de retenção do filtro. Como o produto em questão trata-se de um fluido líquido, porém de alta viscosidade, além de reter as impurezas de maneira efetiva, deve-se garantir que o filtro não será rompido devido a pressão que o fluido exerce ao decorrer da filtração. Para expressar o impacto da redução da micragem do elemento filtrante na quantidade de matérias estranhas do produto final, utilizou-se o método padronizado pela *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC) para quantificar o percentual de matéria insolúvel em ácido clorídrico de amostras de lecitina que circularam em filtros com aberturas de dimensão equivalente a 200 micrômetros e de amostras de lecitina que circularam através de filtros de 100 micrômetros. Levou-se em consideração também, os impactos de tal redução na operação do processo produtivo, como o tempo necessário para circular 24 toneladas de lecitina e a pressão exercida nos filtros ao longo do tempo para garantir que não haja o rompimento dos mesmos.

Palavras-chave: lecitina de soja; elemento filtrante; qualidade; matéria estranha.

ABSTRACT

Among the products departing from soybeans is soybean lecithin, a natural product of amber coloration, formed through the process of drying the gum, after the degumming of the crude oil. The soybean lecithin is widely used in the food industry, both animal and human, as a dispersing and emulsifying agent. To market a product as an additive in the food industry, it is necessary to ensure that it is safe for consumption and, one of the parameters of quality and safety is the amount of foreign material contained in the product. The National Health Surveillance Agency calls as foreign material any material that is not constituent of the product, and establish limits and methods to ensure the according. In the case of the manufacturing of soybean lecithin, the industries use filter elements to retain foreign material that may come from the raw material and/or the process itself. The retention capacity of such filter elements varies according to the micrage of the same, that is, the lower the micrage, the greater the retention capacity. As the product in question is a high viscosity fluid, in the process of circulation by filters, in addition to retaining impurities effectively, it must be ensured that the filter will not be ruptured due to the pressure that the fluid exerts during filtration. To express the impact of reducing the micrage of the filter element on the amount of foreign matter on the final product, we used the method standardized by the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) to quantify the total insoluble matter in hydrochloric acid in soybean lecithin samples that circulated in filters with pores equivalent to 200 micrometers and, subsequently, 100 micrometers. It was also considered the impacts of reduction in the operation of the production process, such as the time required to circulate 24 Tons of soybean lecithin and the pressure on the filters to ensure that the filter elements were not broken.

Keywords: soybean lecithin; filters element; quality; foreign material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Destino e usos da soja brasileira.....	15
Figura 2 - Fluxograma do processo de degomagem	20
Figura 3 - Sistema de filtro tipo bag	25
Figura 4 - Amostra de lecitina de soja coletada do tanque de viscosidade.....	26
Figura 5 - Elemento filtrante tipo bag	28
Figura 6 - Karl fischer 870 kf titrino plus	29
Figura 7 - Amostra de lecitina após determinação das cinzas.....	30
Figura 8 - Amostra aderida ao papel filtro retornada ao cadinho de porcelana	31
Figura 9 - Cinzas insolúveis em HCl de uma das amostras	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Usos e funções dos fosfolipídios	18
Quadro 2: Limites de tolerância para matérias estranhas inevitáveis e metodologias analíticas para sua verificação	23
Quadro 3: Características do elemento filtrante (200 μ)	27
Quadro 4: Características do elemento filtrante (100 μ)	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias entre as duplicadas e médias entre as amostras	33
Tabela 2: Desvio padrão entre as duplicatas.....	34
Tabela 3: Variação da pressão de trabalho ao longo do tempo de circulação ..	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Soja e lecitina de soja	15
3.1.1	O complexo soja	15
3.1.2	Lecitina de soja	16
3.2	Processo de obtenção da lecitina	18
3.2.1	Extração do óleo bruto	18
3.2.2	Degomagem	19
3.3	Controle de qualidade da lecitina	21
3.3.1	Parâmetros gerais de qualidade	21
3.3.2	Matérias estranhas	22
3.4	Elementos filtrantes industriais	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1	Materiais	28
4.2	Método	29
4.2.1	Determinação de umidade (AOCS Ca 2d-25)	29
4.2.2	Determinação de cinzas totais (AOAC 941.12-a)	29
4.2.3	Determinação de cinzas insolúveis em HCl (AOAC 941.12-b)	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo representando cerca de 60% da produção dentre os principais grãos oleaginosos (soja, girassol, canola, amendoim, algodão, mamona.). É amplamente utilizada como matéria-prima na produção de ração animal, devido ao seu alto teor proteico. Também é uma das principais matérias-primas na produção de óleo vegetal (DALL'AGNOL, 2007). Segundo a Conab (2021), o Brasil é o maior produtor de soja do mundo. Além de atender o mercado internacional na exportação de soja, a vasta produção deve-se à necessidade de atender a demanda dos alimentos derivados da oleaginosa. (SYNGENTA, 2021).

Os produtos originados da soja são produzidos através do processo de extração do óleo por solvente orgânico, precedido da quebra, do condicionamento e da laminação da soja. Após a extração, tem-se os laminados de soja, que serão dessolventizados, secos e moídos para obter farelo, e o óleo bruto de soja (DORSA, 2004).

Um dos subprodutos da indústria de processamento de soja é a lecitina, definida como uma mistura de compostos orgânicos (fosfatídeos), constituída por um ou mais ácidos graxos, ligados a um radical de glicerina. A lecitina é retirada do óleo bruto através de um processo chamado de degomagem, pelo qual realiza-se a retirada dos fosfatídeos do óleo via hidratação seguida de centrifugação (DORSA, 2004). A lecitina de soja tem propriedade emoliente, emulsificante e solubilizante e é amplamente utilizada nas indústrias farmacêuticas e alimentícias. (BATISTUZZO, 2011).

Para ser comercializada, a lecitina, assim como qualquer outro produto aplicado à produção de alimentos ou fármacos, deve atingir parâmetros de qualidade para atender às necessidades no momento de sua utilização. Para uso na indústria alimentícia, os requisitos de qualidade mais relevantes são umidade, viscosidade, matéria insolúvel em acetona e impurezas ou matérias estranhas. Os limites desses parâmetros podem ser estabelecidos internamente pela empresa produtora, pelos clientes que irão adquirir o produto e/ou através de regulamentos estabelecidos por órgãos competentes

Um exemplo de parâmetro requerido através de regulamento é a quantidade de matéria estranha nos alimentos em geral. A resolução RDC N° 623 de 9 de março de 2022 do Ministério da Saúde junto a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e

Diretoria Colegiada, estabelece que a lecitina, dentre outros produtos, seja comercializada com o máximo de 1,5% de matérias estranhas (impurezas).

No processo produtivo de lecitina de soja usa-se elementos filtrantes com o objetivo de reter quaisquer matérias estranhas contidas no produto, sejam elas provindas da matéria-prima ou até mesmo do próprio processo. A lecitina é armazenada em tanques e realiza-se a circulação da mesma através dos filtros até que todo o volume do tanque de armazenamento seja filtrado. As indústrias produtoras de lecitina de soja fazem uso de elemento filtrante em forma de bolsas tipo bag fabricadas em nylon e, as dimensões dos filtros dependem das características do processo.

A capacidade de retenção dos filtros varia de acordo com a dimensão das microaberturas pelas quais o produto passará e deve ser escolhida levando em consideração o percentual de matéria estranha requerido no produto final. A dimensão das microaberturas dos filtros é chamada na indústria de “micragem” e refere-se ao diâmetro da menor partícula que o filtro é capaz de reter, em micrômetros. Esse estudo busca avaliar os impactos da redução da micragem dos elementos filtrantes na qualidade e segurança do produto e no processo de circulação da lecitina numa indústria esmagadora de soja da região dos Campos Gerais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os impactos da redução da micragem do elemento filtrante no processo de produção de lecitina de soja de uma indústria da região dos Campos Gerais no percentual de matéria estranha contida no produto final

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a matéria estranha contida na lecitina de soja circulada por filtros de 200 micrômetros;
- Quantificar a matéria estranha contida na lecitina de soja circulada por filtros de 100 micrômetros;
- Avaliar a variação da quantidade de matéria estranha de acordo com a micragem dos filtros;
- Avaliar as interferências da redução da micragem no processo operacional de circulação da lecitina nos tanques.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Soja e lecitina de soja

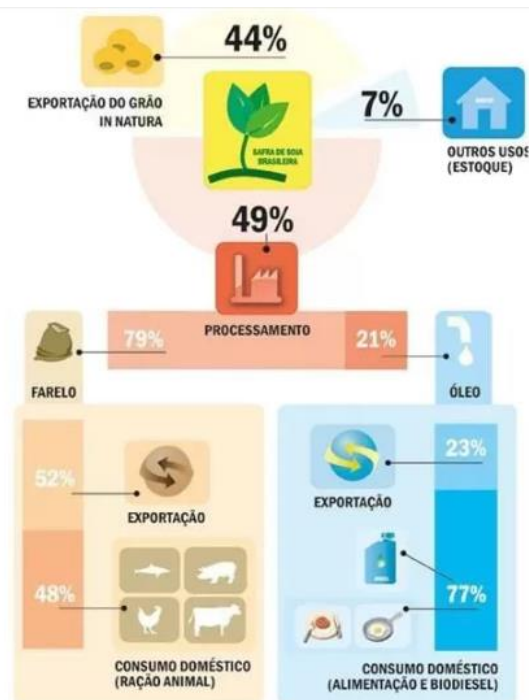
3.1.1 O complexo soja

A soja é um grão oleaginoso constituído por lipídios, proteínas, carboidratos e minerais. É a mais importante cultura brasileira em termos de valor de produção, representando 35,92% em relação a todas as culturas e 24,47% da agricultura (inclui culturas e pecuária) como um todo (GASQUES, 2018).

O chamado “complexo soja” é composto pelos produtos obtidos através da lavoura e do processamento primário da soja, ou seja, o grão, o farelo e o óleo. Tais produtos fazem parte do que chama-se de *commodities*, devido à sua homogeneidade e pouca diferenciação (PEREIRA, 2004).

Segundo a EMBRAPA (2021), a indústria nacional transforma, por ano, cerca de 47 milhões de toneladas de soja, que quando esmagadas produzem óleos e farelos, contribuindo para a competitividade nacional na produção de carnes, ovos e leite. A safra brasileira é responsável por atender às demandas nacionais e internacionais, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Destino e usos da soja brasileira



Fonte: Aprosoja (2016)

Para a obtenção dos produtos derivados de soja, precisa-se realizar o processamento dos grãos, abrangendo desde o recebimento das sementes, armazenamento, preparação, extração do óleo e produção do farelo. Atualmente a extração é realizada através de um processo contínuo para obter um produto mais uniforme e minimizar custos, pois o processo é complexo e exige fluxos de solventes, vapor, temperaturas, vácuos, entre outros fatores (MARSON, 2010).

O farelo e o óleo bruto podem ser diretamente comercializados ou utilizados na produção de outros produtos. O farelo é utilizado juntamente com outros materiais para a produção de ração, porém pode ser diretamente usado para esse fim devido ao baixo custo e alto valor proteico. Normalmente o farelo comercializado possui valores de proteína bruta variando entre 44 e 48%. Já o óleo bruto passa pela degomagem para remoção dos solúveis, como os fosfolipídios (LEMOS et al., 2017).

O óleo bruto cru, possui inúmeras impurezas que devem ser removidas para adequação de cor, odor, sabor e aparência. São consideradas impurezas do óleo os fosfolipídios, fosfatídeos, metais, peróxidos, ácidos graxos livres e pigmentos (PAPALEO, 2004).

A importância da soja na economia brasileira deve-se não somente ao valor nutricional dos produtos obtidos através do grão, mas também à valorização comercial de seus resíduos, como por exemplo, a lecitina de soja.

3.1.2 Lecitina de soja

De acordo com Moretto e Fett (1998), o produto denominado como lecitina de soja é composto 60% de uma mistura de fosfatídeos/fosfolipídios, 38% de óleo e 2% de umidade. No processo denominado degomagem, a goma, extraída do óleo bruto, arrasta uma série de outros compostos hidrossolúveis oriundos da soja, que quando secos, formarão a lecitina de soja comercial. A lecitina de soja é um aditivo natural classificado como emulsificante e estabilizante e possui sua maior aplicação na indústria alimentícia, empregada como emulsificador lipofílico, estabilizante e espessante na produção de margarinas, biscoitos, chocolates, caramelos e rações.

O termo “lecitina” decorre da nomenclatura da classe das fosfatidilcolinas. Os fosfatídeos mais comuns encontrados na estrutura da lecitina são a fosfatidilcolina, fosfatidiletolamina e o fosfatidilinositol (GARTI, 2002).

Na indústria alimentícia, a lecitina de soja está entre os ativos com grande aplicação, visto que é um ingrediente de baixo custo, facilmente encontrado no mercado e possui importantes propriedades nutricionais. A lecitina é um fosfolípido que, por conta da sua estrutura química, pode ser solubilizada em meios polares e apolares, o que gera uma grande versatilidade de aplicação deste produto (SALGADO, 2007).

Dentre os emulsificantes naturais disponíveis no mercado, a lecitina predomina. A fonte mais comum é a soja devido a sua disponibilidade. O óleo de soja possui de 1,65% a 3,08% de lecitina, mas não é a única fonte de obtenção, já que pode-se encontrar lecitina na gema do ovo e também no leite, por exemplo (SPILBURG et al., 2003).

A característica da lecitina de emulsificante se deve ao revestimento físico das moléculas, reduzindo a tensão superficial entre as fases líquida e sólida. Os fosfolípidos tendem a formar um filme em volta de partículas sólidas, evitando a formação de grupos e melhorando a dispersão (CASTEJON, 2010). A redução da tensão superficial entre as partes leva a mistura das fases formando uma única (ZULIAN, 2016). Muitas das propriedades da lecitina para utilização como emulsificante e estabilizante na industrialização de alimentos depende do correto processo de obtenção da mesma.

A lecitina de soja pode ser comercializada no padrão líquido ou sofrer outros processos de acordo com sua aplicabilidade, como por exemplo a extração através de acetona, que possibilita a obtenção da lecitina em pó. O Quadro 1 apresenta as funções dos fosfolípidios como a lecitina em diversas aplicações.

Quadro 1: Usos e funções dos fosfolipídios	
Produto	Função
Alimentos	
Solúveis	Agente umectante e dispersante; emulsificante
Panificação	Modificação das propriedades de panificação; emulsificante; antioxidante
Chocolate	Redução de viscosidade; antioxidante
Margarina	Emulsificante; impermeabilizante; antioxidante
Dietéticos	Suplemento nutritivo
Nutrientes	
Substituto em leite	Emulsificante; agente umectante e dispersante
Indústria	
Inseticidas	Emulsificante; agente dispersante
Tintas/Fitas	Agente dispersante; estabilizador
Magnéticas	Agente dispersante; emulsificante
Couro	Agente amaciante; óleo penetrante
Têxtil	Amaciante; lubrificante
Cosméticos	
Cabelos	Estabilizador de espuma; emoliente
Pele	Emulsificante; emoliente; umectante
Farmacêuticos	
Nutrição parental	Emulsificante
Supositórios	Agente atenuador
Crems, loções	Emulsificante

Fonte: Adaptado de DORSA (1998)

3.2 Processo de obtenção da lecitina

A lecitina de soja tem o seu processo de obtenção iniciado por meio do processo de extração do óleo da soja e posterior refino.

3.2.1 Extração do óleo bruto

A matéria-prima é recebida, classificada, devidamente seca e armazenada corretamente antes do processamento. Quando as sementes oleaginosas são armazenadas em más condições (umidade alta, grãos de baixa qualidade e alta quantidade de impurezas) a atividade biológica das sementes é mantida e podem ocorrer problemas como o aquecimento (levando à carbonização), aumento da acidez e alterações sensoriais que irão dificultar o processo de obtenção e refino de óleo (BELLAYER; SNIZEK, 1999).

Antes de ser definitivamente processada, realiza-se mais um processo de secagem da soja, adequando-a para ser preparada para a extração. A soja segue para a preparação, onde os grãos são quebrados o suficiente para serem posteriormente laminados. Após a quebra, ocorre o condicionamento dos grãos, dado geralmente através de um cilindro giratório com injeção direta de vapor, tornando o grão mais maleável para laminação. A transformação do grão quebrado em lâminas (flocos laminados) por meio de rolos laminadores lisos possui a finalidade de provocar o

efeito de ruptura das células oleaginosas, tornando o óleo prontamente disponível para a extração. A soja laminada já pode ser direcionada à extração, ou pode sofrer um processo de extrusão, que retorna uma massa expandida extremamente porosa, o que facilita a percolação do solvente no processo de extração (OTRANTO, 2017).

A forma mais comum da obtenção do óleo bruto é a realização da percolação da soja laminada ou da massa expandida com solvente orgânico (hexano). Após extração e recuperação do solvente por meio de troca térmica, têm-se, de um lado o farelo de soja e, do outro, o óleo bruto (MORETTO; FETT, 1998).

3.2.2 Degomagem

O óleo bruto é filtrado pelos chamados “filtros de polimento” que retiram os cristais que se aglutinam por mudanças de temperatura no processo, e segue para um processo denominado “degomagem”, que consiste na remoção dos fosfatídeos e de grande parte dos compostos diferentes de triglicerídeos. A forma mais simples de realizar o processo de degomagem é através da adição de água principalmente quando deseja-se produzir lecitina. A adição de água varia de 0,5 % a 3,0 % sobre o volume total de óleo bruto. Os fosfatídeos e as substâncias são facilmente hidratáveis e quando hidratados tornam-se insolúveis no óleo, facilitando sua remoção. (MORETTO; FETT, 1998). Tal material removido do óleo bruto possui um aspecto gomoso, daí a denominação “degomagem” (BELITZ; GROSH, 1999).

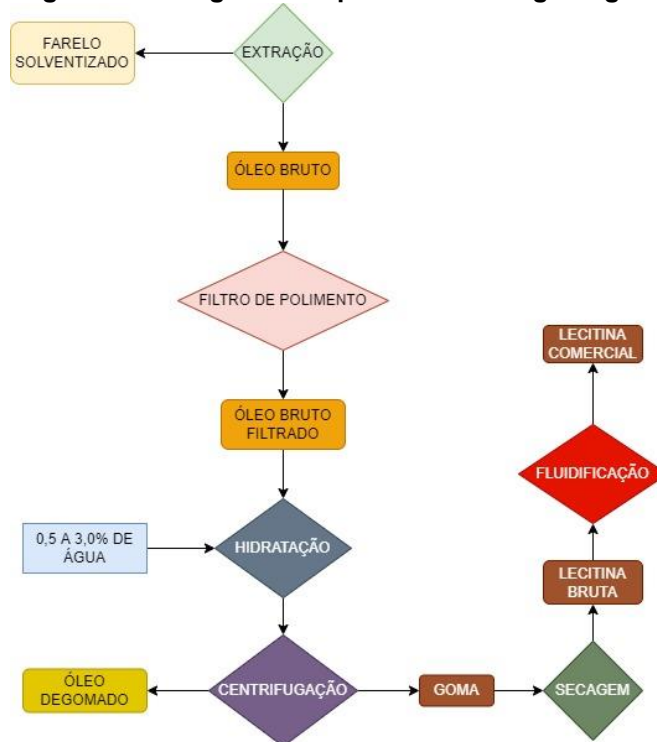
Os não-glicerídeos aglomeráveis (gomas) são separados do óleo por centrifugação (ALLEN et. al, 1953a).

O controle de temperatura ao decorrer do processo de degomagem é fundamental, já que uma temperatura baixa ocasionará numa boa degomagem, porém o arraste de óleo na goma será maior. Já no caso de uma temperatura muito elevada, o rendimento do óleo é maior, mas parte da goma permanecerá em solução e não será separada, comprometendo a qualidade da lecitina e do óleo (DORSA, 1998). Em geral, estima-se a temperatura ideal para a degomagem de 55°C a 82°C (ALLEN et. al, 1953a).

Após separação pela centrífuga, a goma é direcionada a um secador, que opera até que se atinja a umidade desejada. Realiza-se a adição de ácido graxo e/ou óleo degomado para ajuste de parâmetros de qualidade, como por exemplo,

viscosidade. A lecitina comercial é, geralmente, circulada em tanques para que haja homogeneização da mesma. A Figura 2 apresenta o fluxo do processo.

Figura 2: Fluxograma do processo de degomagem



Fonte: Autoria própria (2022)

No caso das empresas que comercializam a lecitina de soja de forma fluida destinada à indústria alimentícia, seja à granel ou envasada em tambores, na etapa de circulação para homogeneização do produto, utiliza-se filtros de baixa micragem para remoção de quaisquer impurezas contidas no produto (OTRANTO, 2017).

Além da separação da goma para produção da lecitina, o processo de degomagem tem como saída o óleo degomado, que pode ser armazenado ou seguir para o processo de refino. O refino do óleo tem como objetivo torná-lo adequado ao consumo humano através de três etapas: neutralização, branqueamento e desodorização. O primeiro é responsável pela remoção dos ácidos graxos livres, dos fosfatídeos insolúveis e outras substâncias residuais. Adiciona-se ácido fosfórico ao óleo num tanque misturador que precipita tais impurezas. Faz-se também a adição de hidróxido de sódio para remover os ácidos graxos por centrifugação. A etapa de branqueamento tem como objetivo remover substâncias que dão cor ao óleo e é realizada através da adição de terras específicas, que fazem a adsorção destes compostos. Por fim, na desodorização, realiza-se a melhora do odor, sabor e

estabilidade do produto através de uma destilação que arrasta materiais voláteis que prejudicam tais características do óleo refinado (OTRANTO, 2017).

3.3 Controle de qualidade da lecitina

3.3.1 Parâmetros gerais de qualidade

A lecitina comercializada de forma líquida no mercado interno e externo por grandes indústrias é transportada usualmente via isotanques, envasadas em tambores de 200 kg ou em bags de 1000 kg. As cargas são acompanhadas de laudos técnicos os quais descrevem as especificações do produto.

Os laudos técnicos da lecitina expedida pelas indústrias produtoras contém informações sobre os aspectos físico-químicos, microbiológicos e até mesmo características organolépticas do produto. Tais informações servem para avaliação da qualidade da lecitina (CECCHI, 2003).

Para controle da qualidade, as indústrias processadoras de soja e produtoras de lecitina, fazem o uso de métodos de análises padronizados adotados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC) e/ou metodologias elaboradas pela American Oil Chemistry Society (AOCS).

Os parâmetros de qualidade da lecitina a ser comercializada variam de acordo com a sua aplicação. Os principais requisitos controlados pelas indústrias comercializadoras do produto são: matéria insolúvel em acetona, matéria insolúvel em hexano, umidade, viscosidade, entre outros.

A matéria insolúvel em acetona (AOCS Ja 4-46) trata-se do percentual aproximado do total de fosfolípidios constituintes da lecitina. Os insolúveis em hexano (AOCS Ca 3-46) quantifica as impurezas insolúveis polares que acompanham a lecitina. A viscosidade (AOCS Ja 11-87) influencia no manuseio do produto e tem variações conforme as suas necessidades de aplicação. A umidade (AOCS Ja 2b-87) é imprescindível para garantir a estabilidade microbiológica.

Os requisitos de qualidade da lecitina comercial podem ser pré-definidos pelo produtor via ficha técnica e/ou estabelecidos em comum acordo com os clientes compradores. Além dos requisitos de qualidade, quando fala-se de comercialização de lecitina para aplicação na indústria alimentícia, existe também uma preocupação com a segurança alimentar. Neste caso, existem regulamentações pré-definidas por órgãos competentes a serem cumpridas pelas indústrias.

3.3.2 Matérias estranhas

Um exemplo de regulamentação pré-definida por órgão competente é a Resolução RDC N° 623 de 9 de março de 2022 do Ministério da Saúde junto a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Diretoria Colegiada, que dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, além de trazer os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. A resolução define como “matéria estranha” qualquer material não constituinte do produto associado a condições ou práticas inadequadas na produção, manipulação, armazenamento ou distribuição.

As matérias estranhas podem ser macroscópicas (visíveis a olho nu) ou microscópicas (detectadas com o auxílio de instrumentos ópticos com aumento mínimo de 30 vezes). Além disso, podem ser subdividas em:

- Matérias estranhas inevitáveis: matérias estranhas que ocorrem no alimento mesmo com a aplicação das melhores práticas;
- Matérias estranhas indicativas de riscos à saúde humana: matérias estranhas macroscópicas ou microscópicas capazes de veicular agentes patogênicos para os alimentos ou de causar danos ao consumidor;
- Matérias estranhas indicativas de falhas das boas práticas: matérias estranhas macroscópicas ou microscópicas abrangendo pedaços ou pelos de animais, partes indesejáveis da matéria-prima, areias, fungos não característicos do produto, etc.

Em geral, segundo a resolução citada, a quantidade de matéria estranha em alimentos deve ser a menor possível mediante a aplicação das boas práticas de fabricação. Na perspectiva da ISO 22000, as boas práticas de fabricação são práticas que asseguram que os requisitos essenciais de higiene sejam cumpridos ao longo do processo produtivo, garantindo que o alimento produzido seja salvo de contaminações, protegendo a saúde do consumidor.

A lecitina de soja, dentro da resolução RDC N° 623, enquadra-se na categoria “alimentos em geral”. O Quadro 2 relaciona parte do anexo I da resolução.

Quadro 2: Limites de tolerância para matérias estranhas inevitáveis e metodologias analíticas para sua verificação

Grupos de Alimentos	Alimento	Matérias Estranhas	Limites de Tolerância	Metodologia Analítica AOAC
7. Todos os tipos de alimentos	Alimentos em geral	Areia	1,5% de areia ou cinzas insolúveis em ácido	975.48 a (16.14.04) – Areia em especiarias, condimentos e vegetais desidratados 941.12 B (43.1.05) – Cinzas insolúveis em ácido – Alimentos em geral

Fonte: Adaptado de Diário Oficial da União (2022)

3.4 ELEMENTOS FILTRANTES INDUSTRIAIS

O processo de filtração é um processo físico de separação de partículas sólidas dado através da passagem de um fluido por um meio filtrante ou parede separadora na qual os sólidos são depositados. O fluido a ser filtrado pode se tratar de um líquido ou gás e o filtrado, que deseja-se retirar do fluido, pode ser líquido, sólido ou ambos. O funcionamento dos filtros pode ser através de ação da gravidade, onde o líquido flui devido a existência de coluna hidrostática, por ação de força centrífuga ou por meio de pressão à vácuo, aumentando a taxa de fluxo (McCABE et al., 2001).

São denominados como elementos filtrantes os materiais que compõem o interior dos filtros usados num processo de purificação. Na natureza, existem diversos tipos de elementos filtrantes e a escolha deles varia de acordo com o fluido a ser filtrado e as especificidades do processo de filtração. Pode-se citar como exemplos de elementos filtrantes naturais o quartzo, o carvão vegetal ativado e a celulose (LEGNER, 2020).

Na indústria, a filtração varia de acordo com e a escala e as necessidades do processo. No ramo de alimentos, existe uma grande variedade de filtros que podem ser utilizados e, a escolha dependerá, principalmente, dos seguintes fatores (LEGNER, 2019):

- Resistência específica do produto filtrante;
- Quantidade de suspensão a ser filtrada;
- Concentração de sólidos na suspensão;
- Facilidade de descarga do resíduo filtrado no processo.

Dentre os materiais a serem utilizados na filtração industrial, estão os tecidos. Tecido filtrante é um tecido técnico composto do entrelaçamento de conjunto de fios em dois sentidos: urdume e trama. A estrutura do material filtrante poderá ser mais densa, no caso de retenção de partículas menores e menos densa, no caso de retenção de partículas maiores ou quando o equipamento operar com menor pressão, como nos filtros à gravidade. Ao decorrer do uso, este tipo de filtro gera uma camada de resíduos em sua superfície (LEGNER, 2019).

Os tecidos filtrantes podem ser facilmente adequados aos processos devido a sua possibilidade de combinações entre o tipo de artigo/fibra utilizado em sua composição, tipo de fio e contextura aplicada, permeabilidade, espessura e resistência.

As principais indústrias produtoras de lecitina de soja fazem uso de filtros em forma de bolsa, chamados filtros tipo bag. Segundo Legner (2016), os filtros tipo bag são utilizados em processos de fabricação nos quais é necessário filtrar um fluido líquido para desenvolvimento de produto final ou como auxiliar de processo.

Os elementos filtrantes tipo bag são constituídos de materiais sintéticos tipo tecidos técnicos ou nylon, conhecidos popularmente como “coadores”. Este tipo de sistema possui finalidade de retenção de sólidos suspensos, separando mecanicamente os sedimentos do fluido. As partículas sólidas ficam impregnadas no elemento e, por conta disso, é necessário realizar a troca do mesmo conforme sua saturação (LEGNER, 2016).

Ainda segundo Legner (2016), o sistema em geral é constituído pela carcaça filtrante e pelo elemento filtrante. A carcaça é fabricada em aço carbono ou aço inoxidável, projetada para receber o elemento filtrante e promover boa vedação para filtragem eficiente. Este tipo de sistema é vedado por cintas ou olhais e suportam altas pressões e altas vazões. Os elementos filtrantes são inseridos nas carcaças e acoplados em um cesto metálico, como mostra a Figura 3. A filtração ocorre de dentro para fora, ou seja, enquanto os sedimentos ficam retidos na parte interna do filtro, o fluido passa por entre os poros do elemento. A definição do grau de filtragem de cada elemento deve ser feita de acordo com a necessidade do produto final. Atualmente no mercado pode-se encontrar elementos filtrantes de micragem que varia de 1 μ a 1000 μ .

Figura 3: Sistema de filtro tipo bag



Fonte: Revista Meio Filtrante (2016)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras, equipamentos e reagentes utilizados para realização das análises foram cedidos por uma indústria esmagadora de soja situada na região dos Campos Gerais.

Cada amostra representa em torno de 24 toneladas de lecitina presentes no chamado “tanque de viscosidade” contendo de 10 a 12 bateladas. Após a inserção da última batelada no tanque, considera-se o fechamento de um lote e inicia-se o processo de circulação por elemento filtrante.

Todas coletas foram realizadas sempre imediatamente após 4 horas ininterruptas de circulação, na parte inferior do tanque, utilizando recipientes higienizados de 500 g, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Amostra de lecitina de soja coletada do tanque de viscosidade



Fonte: Autoria própria (2022)

Em três dias distintos, fez-se a coleta de três amostras de três lotes, uma de cada, nomeadas Amostra 1, Amostra 2 e Amostra 3. Nesta primeira etapa, a lecitina havia circulado pelos filtros bag de 200 micras.

O Quadro 3 apresenta as especificações técnicas do filtro em questão.

Quadro 3: Características do elemento filtrante (200 μ)

<i>Característica</i>	<i>Padrão</i>
<i>% Eficiência em Remoção</i>	<i>> 99,85%</i>
<i>Resistência Mecânica</i>	<i>ΔP: 2,5 Kgf/cm²</i>
<i>Micragem Nominal</i>	<i>200μ</i>
<i>Aro</i>	<i>Plástico</i>
<i>Diâmetro</i>	<i>18,0 \pm 0,5 cm</i>
<i>Largura</i>	<i>29,0 \pm 1,0 cm</i>
<i>Comprimento</i>	<i>82,0 \pm 1,0 cm</i>

Fonte: Adaptado de Technical Filter (2021)

Na segunda etapa de coleta, fez-se o mesmo procedimento, porém, agora, os lotes dos quais a lecitina foi coletada circularam através de filtros bag com dimensão de 100 micrômetros e as amostras coletadas foram nomeadas como Amostra 4, Amostra 5 e Amostra 6. O Quadro 4 apresenta as características do elemento em questão.

Quadro 4: Características do elemento filtrante (100 μ)

<i>Característica</i>	<i>Padrão</i>
<i>% Eficiência em remoção</i>	<i>> 99,85%</i>
<i>Resistência mecânica</i>	<i>ΔP: 2,5 Kgf/cm²</i>
<i>Micragem nominal</i>	<i>100μ</i>
<i>Aro</i>	<i>Plástico</i>
<i>Diâmetro</i>	<i>18,0 \pm 0,5 cm</i>
<i>Largura</i>	<i>29,0 \pm 1,0 cm</i>
<i>Comprimento</i>	<i>82,0 \pm 1,0 cm</i>

Fonte: Adaptado de Technical Filter (2021)

Ambos os filtros possuem seus fios de entrelace fabricados em nylon, tendo como diferença entre um e outro somente a micragem de suas aberturas. Os filtros possuem formato de bolsas tipo bags, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Elemento filtrante tipo bag



Fonte: Autoria própria (2022)

Todas as amostras coletadas foram levadas ao laboratório nos potes fechados e mantidas em banho até que atingissem a temperatura de 25°C para prosseguir com as análises necessárias.

Com relação às interferências da redução da micragem dos filtros no processo operacional de circulação da lecitina, fez-se a verificação in loco da pressão de trabalho exercida no filtro e anotou-se o valor do manômetro de hora em hora, até o fim das 4 horas de circulação.

4.1 Materiais

- 3 amostras distintas de lecitina de aproximadamente 500g (200 micras);
- 3 amostras distintas de lecitina de aproximadamente 500g (100 micras);
- Cadinhos de porcelana;
- Mufla a 550±25°C;
- Balança previamente calibrada;
- Chapa de aquecimento;
- Dessecador;
- Papel filtro livre de cinzas;
- Funis;
- Balões de vidro;
- Chapa de aquecimento;
- Vidro relógio;

- Solução de HCl (2:5 v/v);
- Solução de AgNO₃ 10%;
- Karl Fischer 870 KF Titrino Plus.

4.2 Método

4.2.1 Determinação de umidade (AOCS Ca 2d-25)

Para determinação de umidade das amostras, utilizou-se o equipamento Karl Fischer 870 KF Titrino Plus. Adicionou-se cuidadosamente 1g de amostra na solução de clorofórmio e metanol contida no recipiente do equipamento para diluir a amostra (copo localizado no centro do equipamento). O funcionamento do equipamento consiste numa titulação dada através do reagente do Karl Fischer (solução de amina, iodo e dióxido de enxofre). O resultado é dado através da quantidade de reagente consumida pelo equipamento para titular 1g de amostra, já que a solução reage diretamente com a água presente na amostra.

É necessário obter a umidade das amostras para que os cálculos possam ser expressos em base seca. A Figura 6 apresenta o equipamento utilizado.

Figura 6: Karl Fischer 870 KF Titrino Plus



Fonte: Metrohm (2019)

A análise foi realizada para todas as 6 amostras, em duplicata.

4.2.2 Determinação de cinzas totais (AOAC 941.12-a)

Pesou-se aproximadamente 2 g de amostra em cadinho de massa previamente conhecida e levou-se à uma chapa de aquecimento até a incineração. Após incineradas, levou-se as amostras à mufla numa temperatura de aproximadamente 550 °C por 3 horas. Resfriou-se em dessecador e, depois de resfriadas, adicionou-se algumas gotas de água nas cinzas, levando novamente à mufla por mais 1 hora. Após resfriar em dessecador, pesou-se os cadinhos com as cinzas para quantificá-las. Reservou-se, então, os cadinhos com as cinzas para prosseguir com a próxima etapa, dada pela quantificação das cinzas insolúveis em HCl.

A análise foi realizada para todas as 6 amostras, em duplicata.

A Figura 7 apresenta a amostra após a análise de cinzas totais.

Figura 7: Amostra de lecitina após determinação das cinzas



Fonte: Autoria própria (2022)

Cálculo para quantificação das cinzas:

$$\% \text{ Cinzas totais: } \left[\frac{(W_1 - W)}{M} \times 100 \right]$$

$$\% \text{ Cinzas totais em base seca: } \left[\frac{\% \text{ cinzas totais}}{100 - U} \right] \times 100$$

Em que:

W1 = Massa final (cadinho + cinzas), W = Massa inicial do cadinho, M = Massa da amostra e U = Umidade da amostra.

4.2.3 Determinação de cinzas insolúveis em HCl (AOAC 941.12-b)

A análise de cinzas insolúveis em HCl representa o percentual de matéria estranha contida nas amostras.

Nos cadinhos contendo as cinzas totais, adicionou-se 25 mL da solução de HCl e levou-se à fervura em chapa de aquecimento cobrindo com um vidro relógio. Após início da fervura, as amostras foram resfriadas e filtradas utilizando filtros livres de cinzas acoplados em funis plásticos, de forma com que as cinzas insolúveis ficassem retidas no filtro e a parte solúvel caísse no balão de vidro abaixo do funil. Lavou-se o filtro com água quente até que todo o HCl fosse retirado da amostra.

Para garantir que todo o HCl foi retirado, realizou-se a adição de AgNO_3 no filtrado, já que o mesmo reage com o HCl ocasionando precipitação. Logo, a cada lavagem com água quente, trocou-se o recipiente que recebe o filtrado logo abaixo do funil para adicionar o nitrato de prata e verificar a presença de HCl. Ao verificar a ausência de precipitação, seguiu-se o procedimento retornando o filtro contido das cinzas de volta ao cadinho de origem.

A análise foi realizada para todas as 6 amostras, em duplicata.

A Figura 8 apresenta o filtro com a amostra aderida, já retornado ao cadinho de origem.

Figura 8: Amostra aderida ao papel filtro retornada ao cadinho de porcelana



Fonte: Autoria própria (2022)

Levou-se à mufla a 550°C por 1 hora. Após queima, as amostras foram resfriadas em dessecador para que se pudesse prosseguir com a pesagem e quantificação das cinzas insolúveis em HCl.

A Figura 9 apresenta uma das amostras após a análise de cinzas insolúveis em

HCl.

Figura 9: Cinzas insolúveis em HCl de uma das amostras



Fonte: Autoria própria (2022)

Cálculo da % de cinzas insolúveis em HCl:

$$\% \text{ Cinzas Insolúveis em HCl: } \frac{(W_2 - W)}{(M)} \times 100$$

$$\% \text{ Cinzas Insolúveis em HCl em base seca: } \left[\frac{\% \text{ cinzas insolúveis}}{100 - U} \right] \times 100$$

Em que:

W2 = Massa final (cadinho + cinzas insolúveis).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises descritas anteriormente, obtiveram-se dois resultados para cada uma das 6 amostras de lecitina. Os resultados apresentados na Tabela 1 como “cinzas totais” e “cinzas insolúveis em HCl” representam, para cada amostra, a média das duplicatas. Lembrando que, todos os resultados encontram-se calculados em base seca, ou seja, descontando a umidade das amostras.

Tabela 1: Médias entre as duplicatas e médias entre as amostras

Elemento Filtrante	Amostra	Cinzas Totais (%)	Média de Cinzas Totais (%)	Cinzas Insolúveis em HCl (%)	Media de Cinzas Insolúveis em HCl (%)
200 micras	Amostra 1	10,2279		3,7438	
	Amostra 2	11,1987	10,7411	3,8411	3,7966
	Amostra 3	10,7966		3,8049	
100 micras	Amostra 4	8,9463		2,6944	
	Amostra 5	9,2151	9,0828	2,9397	2,8064
	Amostra 6	9,0869		2,7852	
Percentual de Redução (%)			15,4389		26,0804

Fonte: Autoria própria (2022)

Para verificar a relação entre a micragem dos filtros e a quantidade de matéria estranha nas amostras, calculou-se o percentual de redução, tanto de cinzas, quanto de cinzas insolúveis em HCl.

Verificou-se que obteve-se uma redução de 15,4389% de cinzas ao trocar o filtro de 200 micrômetros pelo filtro de 100 micrômetros.

Já na quantidade de cinzas insolúveis em HCl, obteve-se uma redução de 26,0804% deste tipo de impurezas ao substituir um filtro pelo outro. Isso mostra que, uma redução de 50% da dimensão das micras do filtro gera uma redução de aproximadamente 26% de impurezas, quando compara-se as duas situações.

Lembrando que, o percentual de cinzas totais representa o total de matéria mineral presente nas amostras e que o percentual de cinzas insolúveis em HCl representa o total de matéria estranha/impurezas nas amostras.

Para verificar a representatividade dos resultados obtidos, realizou-se o cálculo do desvio padrão entre as duplicatas e os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Desvio padrão entre as duplicatas

Elemento Filtrante	Amostra	Desvio - Cinzas Totais	Desvio - Cinzas Insolúveis em HCl
200 micras	Amostra 1	0,1254	0,185
	Amostra 2	0,2136	0,2267
	Amostra 3	0,1145	0,1158
100 micras	Amostra 4	0,0995	0,2136
	Amostra 5	0,2463	0,1795
	Amostra 6	0,1778	0,1638

Fonte: Autoria própria (2022)

No caso do desvio padrão, quanto mais próximo de zero, maior é a homogeneidade das amostras. Os resultados acima não apresentaram nenhum desvio maior que 0,3000, o que demonstra a baixa probabilidade de ocorrência de erros na execução das análises, bem como uma baixa variabilidade entre as duplicatas.

Os resultados das análises mostram que, em média, 2,8064% de matéria estranha não são capazes de ser retidas por um filtro de 100 micrômetros, ou seja, o diâmetro de aproximadamente 2,8064% dos sedimentos presentes nas amostras 4, 5 e 6 é menor que 100 micrômetros, capaz de permear o elemento filtrante junto à lecitina.

Analisando os resultados de maneira geral, pode-se dizer que a redução da micragem do elemento filtrante afeta diretamente o percentual de matéria estranha do produto final. Porém, não seria suficiente, por exemplo, para atender a RDC N° 623, que exige máximo de 1,5% de matéria estranha.

Levando em consideração o processo de produção da lecitina neste caso em específico, a matéria estranha contida no produto final pode provir de vários fatores, como impurezas da própria matéria-prima, sedimentos da parte interna dos equipamentos e tubulações, contaminações ao decorrer do processo através de algum equipamento aberto, entre outros.

Não é possível estabelecer uma relação quantitativa entre a micragem dos filtros e o percentual de matéria estranha, já que não se pode mensurar ao certo o

diâmetro de cada uma das partículas contaminantes das amostras de lecitina. Logo, não é possível afirmar, sem testar, que reduzir ainda mais a micragem do filtro irá ocasionar numa redução significativa do percentual de matéria estranha. Ou seja, não é possível calcular a micragem necessária para obter um máximo de 1,5% de matéria estranha sem conhecer exatamente qual é o tamanho das partículas a serem retidas.

Com relação às condições de processo, observou-se in loco o comportamento da pressão exercida nos filtros ao decorrer do tempo. O fechamento do lote no tanque corresponde a aproximadamente 24 toneladas e, a vazão da bomba é constante. De acordo com a vazão constante, estabelece-se que 4 horas são suficientes para realizar a circulação de todo o volume. Tabelou-se o observado no decorrer do processo conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Variação da pressão de trabalho ao longo do tempo de circulação

Elemento Filtrante	Pressão de trabalho (kgf/cm²)	Tempo de circulação (h)
200 micras	0,6	1
	0,6	2
	0,7	3
	0,8	4
100 micras	0,7	1
	0,8	2
	1,0	3
	1,2	4

Fonte: Autoria própria (2022)

Como a vazão da bomba não possui alteração, existia uma preocupação com a elevação da pressão conforme a saturação do filtro aumentasse, gerando risco de rompimento e contaminação de todo o volume. No caso do filtro de 200 micrômetros já utilizado no cotidiano do processo, era previsto que o nível de saturação não elevaria a pressão a ponto de romper o filtro. Mas, no caso da micragem de 100, que nunca havia sido testada antes, não era conhecida a pressão máxima de trabalho ao fim das 4 horas de circulação.

Ao verificar o andamento do processo de circulação, foi conferido através do manômetro que a pressão máxima de trabalho foi atingida ao fim das 4 horas de circulação, não ultrapassando o valor de 1,2 kgf/cm². Como estabelecido pela ficha técnica, a pressão máxima suportada pelo elemento filtrante em questão é de 2,5

kgf/cm², demonstrando que a redução da micragem do elemento filtrante não traz risco ao processo, mantendo-o nas mesmas condições e, nem mesmo traz dificuldades de operação. Diante disso, é possível avaliar a vazão da bomba, já que existe margem de aumento de pressão de trabalho. O aumento da vazão reduziria o tempo de circulação do volume total do tanque sem prejudicar a eficiência do elemento filtrante, seja ele de 200 μ ou de 100 μ .

A apresentação e discussão dos resultados acima demonstram a necessidade de outros estudos com relação às matérias estranhas na lecitina, levando em consideração os processos de remoção deste tipo de impureza e também a origem delas. Pode-se atacar de forma preventiva, evitando que a quantidade de matérias estranhas se eleve ao decorrer do processamento da soja e, conseqüentemente, evitando que seja necessário intervir de forma corretiva no fim do processo.

6 CONCLUSÃO

Os experimentos realizados mostraram que reduzir a micragem do elemento filtrante traz impactos ao percentual de matéria estranha, mas como não se pode dimensionar cada uma das partículas microscópicas contidas nas amostras, não se pode também calcular uma relação concreta entre micragem e % de matéria estranha.

Com relação aos impactos da redução da micragem dos filtros no processo operacional de circulação, foi possível observar que os mesmos são mínimos. Apesar de existir um aumento na pressão de trabalho quando compara-se os dois elementos entre si (200 μ e 100 μ), não há riscos de rompimento em nenhuma das duas configurações, já que a pressão máxima de trabalho do menor filtro não ultrapassa 1,2 kgf/cm² e a pressão máxima suportada pelos elementos de ambas as micragens é de 2,5 kgf/cm².

As condições de operação da indústria em questão, atualmente conta com uma vazão constante na bomba que impulsiona a lecitina no processo de circulação. Como verificou-se que existe margem para aumento de pressão mesmo com redução da micragem, é benéfico um estudo da possibilidade de aumentar a vazão da bomba, já que tal alteração reduziria o tempo necessário para circular todo o volume do tanque, proporcionando maior agilidade ao processo.

Vale lembrar que existem outras possibilidades de reduzir a quantidade de matérias estranhas da lecitina de soja comercial. Neste caso, avaliou-se a redução da dimensão das microaberturas dos elementos filtrantes, mas é possível focar no decorrer do processo no intuito de rastrear a origem de tais matérias estranhas, possibilitando atuação prévia, que faria com que esse percentual fosse reduzido antes das fases finais do processo. Uma das possibilidades para trabalhos futuros é estudar a microfiltração do óleo bruto, que se puder ser otimizada, reduziria a quantidade de impurezas arrastadas pela goma durante a degomagem.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. R. et al. **Industrial Oil and Fat Products**. 4 ed. 1 v. New York: Ed John Wiley & Sons, 1953a. 758 p.
- BATISTUZZO J.A.O., ITAYA M., ETO Y., **Formulário médico-farmacêutico** 4ªed., Pharmabooks, São Paulo, 2011.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P.N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves**. In: Congresso Brasileiro de Soja, 1999. Embrapa: Londrina. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97v3r.pdf Acesso em: 28 abr. 2022.
- BONATO, E. R.; BONATO A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina, EMBRAPA - CNPSo, 61p, EMBRAPA - CNPSo Documento 21, 1987.
- CASTEJON, L. V.; FINZER, J.R.D. **Avaliação da viscosidade da lecitina de soja**, Anais da VI Jornada Científica da Fazu, Uberada, 2007.
- CASTEJON, L. V. **Estudo da clarificação da lecitina de soja**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- CASTEJON, L. V. **Parâmetros de qualidade na clarificação de lecitina de soja**. 2015. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: Safra 2020/2021**. Brasília: Icssn, 2021. 69 p.
- DALL'AGNOL, A. et al. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Circular Técnica, Londrina, v. 43, p.1-12, 2007.
- DORSA, R. Oleaginosas. In: DORSA, R. **Tecnologia de Processamento de Óleos e Gorduras Vegetais e Derivados**. 3. ed. 2004. Cap. 01. p. 1-30.
- DORSA, R. Oleaginosas. In: DORSA, R. **Tecnologia de Processamento de Óleos e Gorduras Vegetais e Derivados**. São Paulo: GEA/WESTFALIA, 1998. 227 p.
- EMBRAPA, 2021 - **Soja em números (Safra 2020/21)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 28/04
- GARTI, N. **Food emulsifiers: structure-reactivity relationships, design, and applications**, In: MARANGONI, A.G.; NARINE, S. (Eds.). *Physical Properties of Lipids*. 1ed., New York: Marcel Dekker, 2002, p.265-386.
- GASQUES, J.G. **Estimativas com base em dados**. Conab, 2018. Disponível em: :

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafras?start=10>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

HENRIQUE, A. S. B. **Avaliação da influência do teor de óleo na goma na viscosidade final da lecitina de soja de uma unidade produtora dos Campos Gerais**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

INDIA. Ministry Of Health and Family Welfare - Food Safety and Standards Authority of India (ISSAI). **Manual Of Methods Of Analysis Of Foods – Spices and Condiments**. New Delhi, 2015.

ISO 22000:2005. **Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos** – Requisitos para qualquer Organização na Cadeia Produtiva de Alimentos.

LEGNER, C. **Meios filtrantes e tendências**. Meio Filtrante, Santo André – SP. Edição n°106, outubro de 2020. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/1871/meios-filtrantes-e-tendencias>. Acesso em: 03 mai. 2022.

LEGNER, C. **Sistemas de Filtragem Tipo Bag**. Meio Filtrante, Santo André – SP. Edição n°81, julho de 2016. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/1670/sistemas-de-filtragem-tipo-bag>. Acesso em: 03 mai. 2022.

LEGNER, C. **Conheça os tecidos filtrantes** Meio Filtrante, Santo André – SP. Edição n°105, julho de 2019. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/1864/conheca-os-tecidos-filtrantes>. Acesso em: 03 mai. 2022.

LEMOS, M. L. F. et al. **Agregação de valor na cadeia da soja**. Bndes Setorial, Si, v. 46, p.167-217, set. 2017.

MARSON, L.P. **A produção de derivados da soja e sua aceitação pelo mercado consumidor**. Bento Gonçalves (RS): Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul; 2010.

McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Unit Operations of Chemical Engineering**, 6a ed., Editora McGraw-Hill, 1114 p, 2001.

METROHM. 870 KF Titrino plus. Disponível em: Metrohm : Owner's manual (manualshelf.com) . Acesso em: 15 mai. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada **RDC N° 623, de 9 de março de 2022**. Disponível em:< http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407691/RDC_623_2022_.pdf/507f6523-fb36-4d45-a6f8-52c840f8f393> Acessado em: 22 abr. 2022.

MORETTO, E; FETT. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 140 p.

OTRANTO, P.H.D. **Análise crítica da aplicação do procedimento de identificação e avaliação de riscos na indústria esmagadora de soja.** 2017. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

PAPALEO, V. T. **As propriedades da proteína de soja na alimentação humana.** 2004. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso de Qualidade de Alimentos, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

SALGADO, J. M. **Alimentos funcionais.** Disponível em: [http://www.sbaf.org.br/sbarf/_alimentos/200506_Alimentos_Funcionais .htm](http://www.sbaf.org.br/sbarf/_alimentos/200506_Alimentos_Funcionais_.htm). Acesso em: 03 mai. 2022.

SPILBURG C.A; GOLDBERG A.C; MCGILL J.B.; STENSON W.F.; RACETTE S.B.; BATEMAN J.; MCPHERSON T.B; OSTLUND JR R.E. **Fat-free foods supplemented with soy stanol-lecithin powder reduce cholesterol absorption and LDL cholesterol.** J Am Diet Assoc; 103:577-81, 2003

SYNGENTA, 2021 - **Você sabia? Para onde vai a soja produzida no Brasil.** Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/voce-sabia-para-onde-vai-soja-produzida-no-brasil/>. Acesso em 28/04/2022

TECHNICAL FILTER. **Filtro Bolsa para Líquidos – Linha F-COST.** Disponível em: <http://www.technicalfilter.com.br/produtos/filtro-bolsa-para-liquido/linha-f-fost/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ZULIAN, S. L. **Adição de ácido graxo de soja como agente estabilizante da viscosidade de lecitina de soja.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.