



Análise do Processo de Degomagem Aquosa e Enzimática no Refino de Óleo Vegetal

Luiz Fernando Martins¹, Kamilla Alves Carvalho²

Resumo

Com o uso da degomagem aquosa para purificação de óleo vegetal, há um processo instável levando ao uso desenfreado de produtos químicos, além do risco de danos aos equipamentos por aumento ou diminuição da acidez no produto. A implantação da degomagem enzimática melhora significativamente o processo de refino, aumentando sua estabilidade. Neste estudo foi realizada a análise do processo de degomagem em uma indústria localizada no Sudoeste Goiano. Após a implantação, observou-se uma redução de 96% no consumo de reagentes, além de melhoria nos parâmetros de qualidade do óleo.

Palavras-chave: Fosfolipídios, Fosfatídeos, Lecitina.

1. Introdução

O beneficiamento industrial de oleaginosas se mostra de extrema importância na atualidade, visto que os produtos gerados são aplicados em diversos segmentos, como o setor de cosméticos e o setor siderúrgico, além de servir de matéria-prima no processamento de alimentos para o consumo humano. Neste sentido, verifica-se uma busca incansável pela diminuição dos custos operacionais e redução de reagentes no processo, com destaque para as etapas de extração e purificação, que representam um gasto expressivo para a produção. [1]

¹ nandokpin@gmail.com, acadêmico da Universidade de Rio Verde.

² alveskamilla4@gmail.com, professora Mestre da Universidade de Rio Verde.



O objetivo do refino de óleo vegetal é remover impurezas indesejáveis que afetam a qualidade (sabor, cheiro, aparência). Devido à grande variedade dessas impurezas - ácidos graxos livres, íons metálicos, compostos de cores, odores, etc., uma série de processos físicos deve ser empregada para o refino de óleo vegetal. O método é chamado refino químico, no qual quase todo o conteúdo de ácidos graxos livres é removido pelo tratamento inicial. [1]

O processo de extração de óleo de soja por meio de um solvente orgânico apresenta uma imensa quantidade de produtos e subprodutos. Nele, o solvente é separado do óleo através dos evaporadores que estão em altas temperaturas associados a um sistema de vácuo. [2]

Após tal etapa, o óleo ainda não é recomendado para o consumo humano por possuir ainda algumas substâncias inadequadas e impurezas. É necessário que passe por vários processos de refino, a fim de atender as especificações de qualidade junto aos clientes e consumidores quanto à cor, sabor, aparência e estabilidade. [2]

O óleo bruto direcionado ao refino contém subprodutos, são eles: fosfolipídios ou fosfatídeos e lecitina, que são excelentes agentes emulsificantes de alto valor no mercado com aplicação expressiva na indústria alimentícia. Porém, também se observa a formação de resíduos indesejáveis que implicam no aumento de perdas, associadas tanto ao armazenamento quanto ao transporte de óleo. [3]

Já o processo de degomagem aquosa se inicia com a passagem do óleo bruto na neutralização, que seria a adição de água e hidróxido de sódio para separar proteínas e impurezas. Essa mistura de óleo e hidróxido de sódio passa pelo misturador e segue para o tanque de ácido-base para separar os ácidos graxos e hidróxido de sódio. A mistura segue na lavadora para facilitar a remoção de sabão residual pela centrífuga, e em seguida é feita a adição de terra clarificante para absorver as pigmentações e traços de metais, corantes naturais e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos presentes no óleo. [4]

Uma alternativa para o refino do óleo é a degomagem enzimática, pois o uso de enzimas apresenta diversas vantagens se comparada à degomagem comum, entre as quais pode-se citar a diminuição de produtos químicos como ácido, por exemplo; enzimas são consumidas durante o processo reacional, o que acarreta a redução dos



efluentes gerados durante o processo de refino; atuam em pH e temperaturas controladas e têm alta especificidade nas reações, o que leva a maior eficácia na geração do produto. [5]

Em um estudo recente, verificou-se que o uso das enzimas com um pH ideal tem um rendimento significativo no processo. Foram analisadas várias amostras de diferentes cargas enzimáticas com sistema de ultrassom, utilizando uma amostra de 2ml/L de enzima, obteve-se um resultado de 92,2% nas condições normais do ambiente, com uma adição de 5% de água a um pH no valor de 5, obteve-se um resultado de 98,4% em 120min, isso mostra que somente a enzima não tem um resultado significativo, mas com um tratamento ideal percebe-se uma eficácia muito maior no processamento de óleo. [6]

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Propor uma alternativa ao método convencional de produção de óleo refinado através da degomagem aquosa ao substituí-lo pelo processo de degomagem enzimática, empregando enzimas comerciais fosfolipases e lipases.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender o objetivo geral, procuram-se cumprir as seguintes etapas:

- Avaliar a estabilidade do processo antes e depois da implantação da degomagem enzimática;
- Identificar pontos de economia de reagentes e alterações de etapas operacionais de controle de processo.

2. Material e métodos

Foram analisados dados pertinentes à implantação de um sistema de degomagem enzimática em uma unidade de beneficiamento de óleo vegetal localizada no Sudoeste Goiano, comparando as seguintes variáveis: o processo de degomagem



aquosa e químico e o processo de degomagem com o uso de enzimas sob a perspectiva do consumo de reagentes e das técnicas de controle de qualidade do efluente da etapa de refino.

No processo de degomagem aquosa são retirados os fosfolipídios na presença de água, que são facilmente hidratáveis e tornam-se insolúveis no óleo, o que possibilita sua remoção. A degomagem aquosa consiste na adição de água ao óleo aquecido e este é agitado, formando um precipitado que é removido do óleo por centrifugação.

Após a degomagem aquosa, o óleo bruto tem uma adição de ácido fosfórico e água, que passa por um agitador. A mistura vai para centrífuga com uma adição de hidróxido de sódio para controlar a acidez e separar os fosfatídeos e gomas presentes no óleo bruto, é a etapa de neutralização.

Para o refino mediante degomagem enzimática as seguintes etapas são observadas, conforme Figura 1: o óleo bruto será direcionado para um tanque para que seja adicionado ácido a fim de reduzir o pH do óleo, em seguida, adiciona-se água para hidratação e hidróxido de sódio diluído para equilibrar a acidez. Posteriormente, é enviado para um agitador estático para homogeneizar a mistura e, após o agitador estático, essa mistura receberá adição de enzimas, sendo direcionada para um agitador de paleta para homogeneizar a mistura enzima/óleo. Após sair do agitador, o fluxo segue para o reator, onde ficará por algumas horas para a reação das enzimas. Por meio de transbordamento, passará de um reator para o outro, encerrando o ciclo da degomagem após atingir o tempo necessário para completar a reação enzimática.

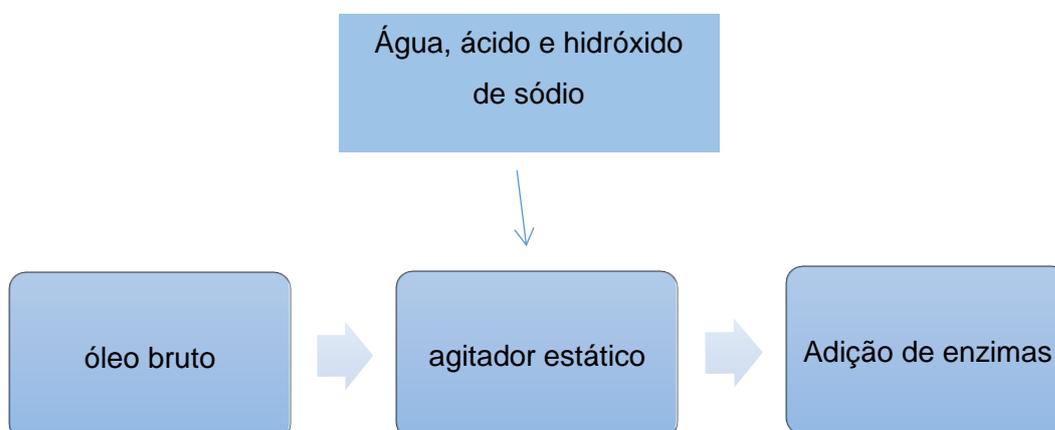




Figura 1- Fluxograma simplificado degomagem enzimática

Fonte: Próprio Autor (2019)

3. Resultados e Discussões

Na unidade de beneficiamento de óleo vegetal analisada neste estudo foi feita a implementação do processo de degomagem enzimática no ano de 2016, em substituição ao método de degomagem químico aquoso, método convencional de purificação comum em diversas indústrias do segmento que, apesar de consolidado, apresenta pontos de melhoria inerentes à baixa estabilidade, consumo excessivo de reagentes e alta incidência de danos aos equipamentos das unidades de processo devido a variações frequentes do pH da mistura.

O método foi implementado com as devidas alterações nas etapas de refino e, conseqüentemente, com mudanças nas análises relativas ao controle de qualidade, visto que mediante um novo procedimento, novos parâmetros precisam ser considerados. Neste sentido foi feita uma análise comparativa do consumo de reagentes e das técnicas de controle de qualidade para a adoção da degomagem enzimática, verificando dados fornecidos pela indústria em estudo nos anos de 2015 e 2019, quando o método já havia sido consolidado.

A degomagem é a primeira etapa no refino de óleos vegetais e tem como principal objetivo a remoção dos fosfolipídios ou gomas. Na Figura 1 é possível observar a comparação entre a degomagem aquosa e a degomagem enzimática, avaliando o consumo de reagentes no ano de 2015, antes da implementação do processo enzimático no período compreendido entre janeiro e junho.

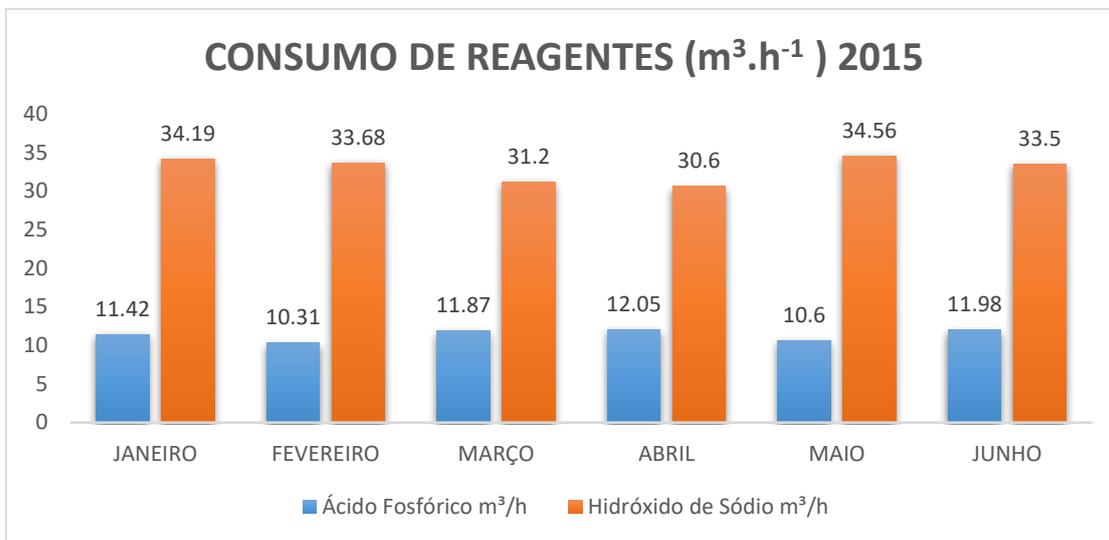


Figura 1. Consumo de reagente antes da implementação da degomagem enzimática.

Fonte: Próprio autor (2019)

De acordo com a Figura 1, pode-se observar o elevado consumo de hidróxido de sódio, volumes utilizados na degomagem aquosa. A partir da Figura 2, observa-se o decréscimo no consumo deste reagente. A adoção da degomagem enzimática implicou em uma redução importante do consumo de hidróxido de sódio. A média de consumo de $32,96 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ em 2015 foi reduzido para $1,37 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ em 2019, ou seja, uma significativa redução de 96 %.

Tal fato se deve à precisão das enzimas no sentido de interagir quimicamente com os componentes solúveis, permitindo que na própria etapa de degomagem a maior parte dos ácidos graxos livres seja retirada, levando a uma economia de hidróxido de sódio na etapa subsequente, que é a neutralização. O consumo do ácido fosfórico se manteve estável, quando comparando as Figuras 1 e 2, pois este reagente ainda é necessário mesmo após a inclusão das enzimas, porém sua demanda é muito menor se comparada ao uso de hidróxido de sódio na degomagem aquosa. [8]

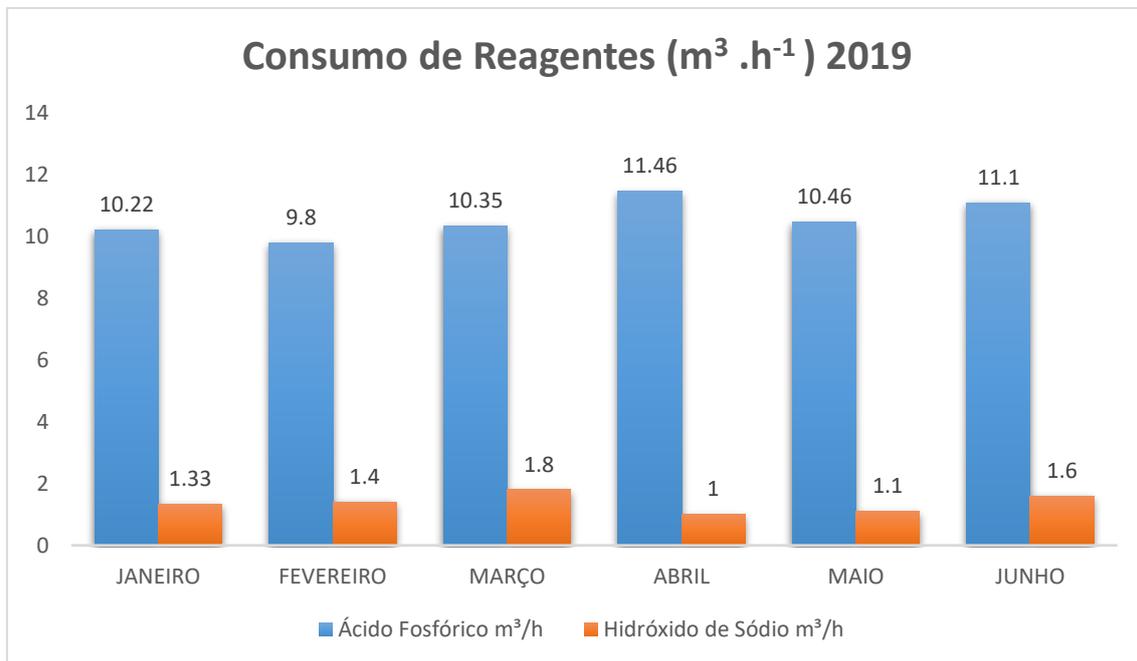


Figura 2. Consumo de reagentes após a implementação da degomagem enzimática.

Fonte: Próprio autor (2019)

Outro aspecto importante em uma produção industrial de óleo são as análises químicas, pois permitem a caracterização da matéria-prima por meio de índices de acidez, peróxidos, saponificação, cor e teor de clorofila, possibilitando garantir que em meio ao processo, exista o controle e monitoramento das etapas críticas, visando melhorias bem como redução de custo, evitando excessos ou desperdícios, garantindo a segurança alimentar humana ou animal, que impacta de forma direta na comercialização. [9]

A Tabela 1 apresenta as análises químicas para controle de processo realizadas nas etapas subsequentes à degomagem aquosa química. É possível observar que no ano de 2015 eram realizadas um total de quatro análises de controle. O principal foco é a acidez e a formação de sabão, comum na etapa de neutralização, sabão este retirado na etapa de lavagem. Os dados médios correspondentes ao primeiro semestre de 2015 reportam que, durante o período analisado, a produção conseguiu atender aos parâmetros de referência para acidez e saponificação, bem como para a cor e clorofila, entregando o produto dentro das especificações exigidas.



Tabela 1- Controle de Análise de Processo referente ao primeiro semestre de 2015

| PROCESSO | CONTROLE | MÉDIA DOS RESULTADOS DE 2015 (%) |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
| NEUTRALIZAÇÃO | Acidez Entrada | 1,65 |
| | Acidez de Saída - Máx: 0,050 | 0,003 |
| | Sabão – ppm Máx: 100 | 45 |
| LAVAGEM | Acidez - % Máx: 0,060 | 0,048 |
| | Sabão – ppm Máx: 50 | 0,0 |
| CLARIFICAÇÃO | Acidez - Máx: 0,100 | 0,062 |
| | Sabão – ppm Máx: 1 | 0,0 |
| DESODORIZAÇÃO | Acidez - Máx: 0,05 | 0,047 |
| | Sabão – ppm | 0,0 |
| | Clorofila – ppb Máx: 100 | 41,1 |
| | Cor-5 ¼ " Amar (Lovb) Máx: 12 | 10,5 |
| | Cor-5 ¼ " Verm (Lovb) Máx: 1,2 | 1,1 |

Fonte: Próprio autor (2019).

Conforme a Tabela 2, observa-se que após a neutralização por meio da degomagem enzimática as análises de controle de qualidade subsequentes incluem pontos distintos daqueles inicialmente utilizados para a degomagem química aquosa. Neste sentido, destaca-se a etapa de secagem do óleo pós-degomagem, no qual se tem o controle de acidez no secador que permite a retirada da água e dos componentes residuais solúveis.

Em seguida o próximo ponto de controle é a etapa de clarificação, que neste novo procedimento inclui um número maior de análises com a inclusão da análise de clorofila e da cor vermelha e amarela, retirando a análise de concentração de sabão e reinserindo apenas na etapa de desodorização. A observação da cor já nesta fase é



de suma relevância, visto que é uma característica que chama a atenção do consumidor [9].

Tabela - 02 Controle de Análise de Processo referente ao primeiro semestre de 2019

| PROCESSO | CONTROLE | MÉDIA DOS RESULTADOS DE 2019(%) |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|
| SECADOR | Acidez | 1,30 |
| | | |
| CLARIFICAÇÃO | Acidez - GAF Óleo Clarificado | 1,02 |
| | Clorofila (ppb) Máx: 100 | 75 |
| | Cor vermelha (Lovibond) Máx: 10 | 6,0 |
| | Cor amarela (Lovibond)Máx: 10 | 7 |
| DESODORIZAÇÃO | Acidez Máx: 0,05 | 0,020 |
| | Clorofila (ppb) Máx: 100 | 13,08 |
| | Sabão (ppm) 4(ppm) | 1,59 |
| | Cor Amarela Máx: 12 | 8,9 |
| | Cor Vermelha Máx: 1,2 | 0,75 |

Fonte: Próprio autor (2019).



Conforme identificado na Tabela 2, para o primeiro semestre de 2019 foram atendidos os padrões de qualidade e especificações requeridos para o óleo, apesar das alterações das análises de controle, com pontos de melhoria principalmente na fase de desodorização, na qual se observa a redução da acidez de 0,047 para 0,020, redução na concentração de clorofila e redução na intensidade da cor tanto amarela como vermelha.

Observa-se a presença de resquícios de sabão, entretanto é esperado, visto que a etapa de lavagem foi suprimida. Vale enfatizar que a concentração é baixa e atende as especificações para a unidade em estudo.

A atuação de enzimas na retirada de componentes solúveis do óleo é precisa e mais eficaz quando se dá em condições ótimas, neste sentido, a maior parte das impurezas é atingida pelos sítios-ativos enzimáticos, resultando em melhoria da purificação como um todo, o que se reflete no resultado positivo demonstrado na Tabela -2 [5].

4. Conclusão

Pode-se concluir com este estudo que o processo de degomagem enzimática se mostrou vantajoso para a unidade industrial de beneficiamento de óleo vegetal analisada, visto que houve redução no consumo de reagentes, bem como melhoria de parâmetros de qualidade do produto final. Sugere-se para trabalhos futuros a abordagem de aspectos financeiros associados à implantação da degomagem enzimática, como viabilidade econômica e estudo de *pay-back*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GUERRA, Cristina Grace de Sousa *et al.* Desenvolvimento e análise de emulsão alimentícia a base de óleos vegetais amazônicos. 2015.



[2] TOLENTINO, N.M.de C. Processos Químicos Industriais: Matérias-primas, técnicas de produção e métodos de controle de corrosão. 1º ed.Érika: 2015. p.104-107.

[3] ARANHA, Ana Caroline Raimundini et al. Marasul: indústria de óleos vegetais. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.2018.

[4] COELHO, Maria Alice Zarur; SALGADO, Andrea Medeiros; RIBEIRO, Bernardo Dias. Tecnologia enzimática. Editora EPUB, 2008.

[5] DO AMARAL, Eduarda Torres et al. DEGOMAGEM ENZIMÁTICA DE ÓLEO DE MAMONA PRODUZIDO NO VALE DO RIO PARDO. Revista Jovens Pesquisadores, v. 4, n. 3, 2014.

[6] MORE, Nishant S.; GOGATE, Parag R. Ultrasound assisted enzymatic degumming of crude soybean oil. Ultrasonics sonochemistry, v. 42, p. 805-813, 2018.

[7] DE SANTANA BARBOSA, Jonatas; SAMPAIO, Klicia Araujo. Efeito do processo de degomagem enzimática no rendimento e na qualidade do óleo de soja. Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP, n. 26, 2018.

[8] STEINKE, Gleiciéli. Síntese enzimática de ésteres metílicos a partir de óleo de soja bruto.Dissertação do Programa de pós-graduação do programa em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.Laranjeiras do Sul. 2018.

[9] FUENTES, P.H.A.Avaliação da qualidade do óleo de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento.Dissertação Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.2011.



[10] CLAUSEN, Kim. Enzymatic oil-degumming by a novel microbial phospholipase. European journal of lipid science and technology, v. 103, n. 6, p. 333-340, 2001.