

# Tratamento Físico-Químico e Reuso do Efluente Resultante do Processo de Lavagem do Biodiesel

Liliane C. Carniere Auwerter (UTFPR, lilianeauwerter@hotmail.com), Giuliano Fernandes Zagonel (DBIO/TECPAR, gzagonel@tecpa.br), Bill Jorge Costa (DBIO/TECPAR), Elisa Maria Suchek (DBIO/TECPAR), Daniele Cristina Adão (DBIO/TECPAR), Marcos Maia (DBIO/TECPAR), Patrícia Raquel Silva (DBIO/TECPAR), Wellington Wagner Dias Vechiatio (DBIO/TECPAR), Lorena Dambiski Delfino (DBIO/TECPAR), Luciana Barreto Adad (DBIO/TECPAR).

## Introdução



- Óleo vegetal ou gordura animal (triglicerídeo), aquecido à 60 °C.
- Solução catalisadora alcalina (NaOH ou KOH) em álcool anidro (metílico ou etílico).
- Após a reação, ocorre a separação em 2 fases. Na superior está presente o biodiesel e na inferior glicerol.
- Purificação do biodiesel através de lavagem com água.
- Geração de efluente.**

- Os efluentes gerados na lavagem da fase éster apresentam valores de DQO muito distintos entre as bateladas, desde 139 gO<sub>2</sub>/L a 946 gO<sub>2</sub>/L.
- Para este estudo, foi tratado um efluente da lavagem da fase éster com DQO de 252 gO<sub>2</sub>/L.

## Objetivo

Esse trabalho objetiva a caracterização e o tratamento da fase aquosa gerada durante a purificação do biodiesel, com o intuito de verificar a possibilidade de sua reutilização no processo.

## Materiais e Métodos

### Tratamento do efluente da produção de biodiesel

Foram realizados ensaios de floculação com os sais coagulantes cloreto de ferro e sulfato de alumínio para verificar as condições mais favoráveis de tratamento do efluente.

Um planejamento fatorial do tipo 2<sup>3</sup> foi usado com o intuito de encontrar as melhores condições de pH e concentração da solução coagulante (1).

Os níveis de pH utilizados foram 6, 7 e 8, e as concentrações dos sais coagulantes foram 0,5 %, 1,0% e 1,5 %, tanto para o cloreto férrico como para o sulfato de alumínio.

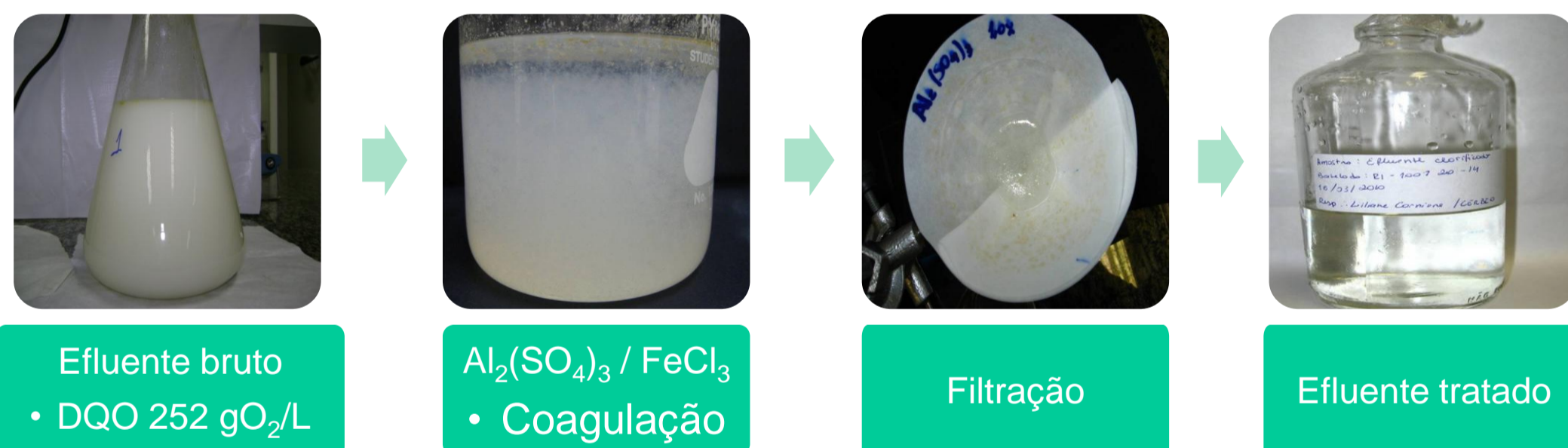


Figura 1 – Sequência de etapas usadas no tratamento do efluente da produção de biodiesel.

Após a filtração dos floculados formados nos tratamentos descritos, os efluentes passaram por um processo de destilação sob pressão reduzida a 60 °C por 1 hora.

### Purificação de uma batelada de biodiesel

Para verificar a possibilidade de reuso do efluente tratado no processo de produção do biodiesel, foi realizada a substituição da água para lavagem do biodiesel pelo efluente tratado, seguindo as combinações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Lavagem do biodiesel utilizando efluente tratado (ET) com cloreto férrico (Fe) e com sulfato de alumínio (Al) e água deionizada (AD).

Sal coagulante	1ª lavagem	2ª lavagem	3ª lavagem
Fe-1	Al-1	ET	ET
Fe-2	Al-2	AD	ET
Fe-3	Al-3	AD	ET
Fe-4	Al-4	ET	AD
AD-1	AD-2	AD	AD

## Resultados e Discussão

A eficiência dos testes com sais coagulantes por meio de planejamento fatorial foi medida por meio da remoção de DQO (Tabela 2).

Tabela 2 – Redução no valor da DQO (%) do efluente tratado por cloreto férrico e sulfato de alumínio.

Experimento	1	2	3	4	5	6	7
FeCl <sub>3</sub>	43,1	40,6	44,2	44,6	43,2	41,6	41,6
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	38,4	35,8	34,8	35,5	36,7	37,1	38,7

Esses valores de DQO ainda estavam muito aquém dos valores necessários para que se pudesse viabilizar a reutilização do efluente, tal como pretendido. Para melhorar a eficiência do tratamento, foram realizados novos ensaios com outros valores de pH e concentração da solução coagulante em um novo conjunto de amostras. Desta vez, foi incluída uma etapa de destilação à vácuo destas amostras por 1 hora à temperatura de 60 °C. Esta operação foi realizada devido à alta DQO e ao forte odor do efluente mesmo após o tratamento. Estas condições poderiam indicar que compostos orgânicos voláteis (COVs) estavam no efluente tratado. Após a destilação, todas as amostras apresentaram pH igual a cinco, demonstrando que houve alteração na composição do efluente tratado. A Tabela 3 mostra a remoção do DQO em comparação com o efluente bruto para o tratamento usando o cloreto férrico, sendo de 96,0 % o melhor resultado.

Tabela 3 – Resultado da remoção de DQO das amostras tratadas com cloreto férrico.

Amostra	1	2	3	4	5	6	7
DQO (g O <sub>2</sub> /L)	13,5	10,0	48,6	164,5	5,2	121,8	88,3
Remoção de DQO (%)	94,6	96,0	80,7	34,7	97,9 *	51,7	65,0

\* efluente amarelado devido a sais de ferro dissolvidos, não representa a melhor condição.

A caracterização do efluente tratado com sulfato de alumínio e destilado, tal como aquele tratado com cloreto férrico, apresentou valor de DQO de 176 mgO<sub>2</sub>/L, ou seja, uma remoção de 99,9 % em relação à DQO inicial. Além disso, foi medido o valor de DBO (116 mg/L).

Um biodiesel metílico de soja foi purificado usando o efluente tratado nas etapas de lavagem. Os resultados das análises de teor de metanol, de glicerina livre e de metais apresentaram valores dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (2) para todas as amostras ensaiadas, Tabela 4. A água deionizada (AD) foi usada para fins de comparação.

Tabela 4 – Resultado das análises de qualidade do biodiesel lavado com água deionizada (AD), cloreto férrico (Fe) e sulfato de alumínio (Al).

Amostra	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Glicerina livre (%m/m)	Metanol (%m/m)
AD-1	< 1*	1,0	3,0	2,0	< 5	0,00	0,00
AD-2	< 1	< 1	4,0	< 2	< 5	0,00	0,00
Fe-1	1,5	1,0	2,5	2,0	< 5	0,00	0,00
Fe-2	1,0	1,0	2,0	3,0	< 5	0,00	0,00
Fe-3	1,0	1,0	2,5	2,0	< 5	0,00	0,00
Fe-4	1,0	1,0	2,0	2,5	< 5	0,00	0,00
Al-1	< 1	< 1	3,5	< 2	< 5	0,00	0,00
Al-2	< 1	< 1	4,0	< 2	< 5	0,00	0,00
Al-3	< 1	< 1	4,0	< 2	< 5	0,00	0,00
Al-4	< 1	< 1	4,0	< 2	< 5	0,00	0,00

\* "<" significa menor que o limite de detecção do método para cada metal analisado.

## Conclusão

O tratamento com cloreto de ferro resultou na redução de aproximadamente 43 % em média no valor da DQO com relação ao valor da DQO do efluente bruto. Com a operação de destilação a vácuo, foi possível chegar a valores de redução da DQO de 96,0 %.

O efluente tratado com sulfato de alumínio, utilizando destilação a vácuo após a filtração da amostra floculada, apresentou DQO final de 176 mgO<sub>2</sub>/L e DBO final de 116 mg/L. A redução no valor da DQO foi de 99,9 % em relação ao efluente bruto.

O efluente tratado a partir da floculação e coagulação utilizando cloreto de ferro e sulfato de alumínio, não alcançou os parâmetros previstos em legislação para seu lançamento em corpos hídricos (3).

Entretanto, é possível afirmar que o objetivo proposto nesse trabalho foi alcançado, pois o efluente tratado pode ser reutilizado na etapa de lavagem do biodiesel, sem que houvesse alteração na qualidade do biocombustível.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) e ao Centro Brasileiro de Referência em Biocombustíveis (CERBIO) pelo uso das instalações e à Fundação Araucária/SETI pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

## Referências Bibliográficas

- Zamora, P. P.; Morais, J. L. DE; Nagata, N. Revista Nova Técnica. Engenharia sanitária ambiental. 2005. 10, 2.
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP N° 4, DE 02.02.2010. DOU 03.02.2010. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em 26/08/2010.
- CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – CEMA-PR. Resolução n° 0070/2009. Disponível em <http://www.cema.pr.gov.br/>. Acesso em 26/08/2010.