

PLANTA EXPERIMENTAL PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

THALYS DE F. FERNANDES^{1*}, GERÔNIMO B. ALEXANDRE², JOSÉ N. SILVA³, GILMAR T. ARAÚJO⁴

¹ Bel. em Engenharia Química, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99622-8798,
thalys.fernandes@yahoo.com.br

² Bel. em Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 98621-0719,
geronimo.alexandre@ee.ufcg.edu.br

³ Dr. Professor Eng. Química, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99960-8972, nilton@deq.ufcg.edu.br

⁴ Dr. Professor Eng. Química, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99869-9319,
gilmartirindade@deq.ufcg.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015

15 a 18 de setembro de 2015 – Fortaleza - CE, Brasil

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo apresentar e caracterizar uma subunidade de tratamento de efluentes de uma planta de produção de biodiesel, aplicando o processo da eletrofloculação. Um planejamento experimental (2³) foi realizado para caracterizar o processo e determinar o ponto ótimo de operação da planta. Foram definidas como variáveis de entrada: a tensão elétrica, o pH inicial e a vazão volumétrica de saída do reator e como variáveis de resposta: o pH final, a massa de eletrodo desprendida, óleos e graxas resultantes, sólidos totais e o consumo energético. Os dados coletados foram analisados no software Minitab® e, dos resultados, verificou-se que o ponto ótimo para a operação do reator tubular era: vazão de saída 8×10^{-3} dm³/s, tensão 4,4 volts, pH inicial 8,0, o que acarretava em um gasto de R\$0.23 para 0.5 hora de operação. Os resultados obtidos para 95% de confiança mostraram-se significativos na representação do processo e estáveis para fins de proposta de controle da planta.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de efluentes, biodiesel, eletrofloculação, planta didática.

EXPERIMENTAL PLANT FOR WASTEWATER TREATMENT OF BIODIESEL PRODUCTION

ABSTRACT: This work aimed to present and characterize a subunit of effluent treatment of a biodiesel production plant by applying the process of electroflocculation. An experimental design (2³) was performed to characterize the process and determine the optimal point of the plant operation. Were defined as input variables the voltage, the initial pH and the volumetric flow rate of the reactor and output as response variables the final pH, the mass electrode disengaged, resulting oils and greases, solids and the total energy consumption. Data were analyzed with Minitab 16 software and the results, it was found that the optimum point for operation of the tubular reactor was: output flow 8.0 ml/s, 4.4 volts tension, initial pH 8.0, which caused in an expense of R\$ 0.23 to 0.5 hours of operation. The results obtained for 90% confidence shown to be significant in the process image and stable for plant control purposes proposal.

KEYWORDS: Wastewater treatment, biodiesel, electroflocculation, didactic plant.

INTRODUÇÃO

A indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (PG&B) é atualmente uma das mais complexas do mundo, responsável por uma variedade de matérias primas utilizada no nosso cotidiano. O processamento primário, a separação dos produtos do óleo e o refino geram cada um, rejeitos característicos. Alguns com valor comercial, podendo ser recuperados, enquanto outros representam problemas ambientais como é o caso da água utilizada nos diversos processos (Alexandre & Lima, 2014).

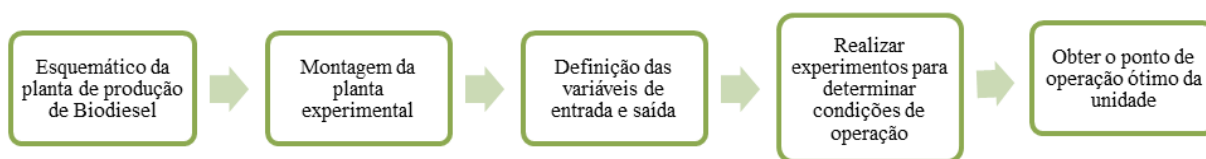
No processo de produção do biodiesel a água é introduzida no sistema, durante a purificação como solvente para a remoção de impurezas: resto de álcool, catalisador, mono-di-tri-glicerídeos residuais, além de sabões contidos no biocombustível. Esta etapa de lavagem é repetida de cinco a sete vezes, dependendo da quantidade de impurezas presentes na mistura que é necessário ser removidas. Desta forma, a água residual da etapa de lavagem do biodiesel apresenta-se inapta a ser lançada diretamente no corpo hídrico, por apresentar parâmetros, como: pH, quantidade de sólidos totais, óleos e graxas, demanda química de oxigênio (DQO) fora de especificação (Meneses, 2011).

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar a planta didática de produção de biodiesel localizada na Universidade Federal de Campina Grande, em especial a subunidade de tratamento de efluentes na produção do biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia proposta para consecução dos objetivos estabelecidos, consiste na implementação do diagrama de blocos da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma descritivo da metodologia proposta.



Experimentos foram realizados com intuito de determinar o ponto ótimo de operação da subunidade e o custo ótimo gasto no processo, bem como realizar a caracterização (modelagem matemática) da planta de tratamento de efluentes, tendo como variáveis de entrada do processo: tensão elétrica aplicada, vazão volumétrica de saída e o pH inicial do efluente que alimenta o reator, já as variáveis respostas (saídas) são: o pH final do efluente tratado, óleos e graxas resultantes, sólidos totais, o consumo energético gasto com a corrente elétrica aplicada no reator tubular e a massa do eletrodo desprendida das chicanas (Alumínio) devido as reações ocorridas.

Nesse processo há a formação do hidróxido de alumínio $Al(OH)_3$, o agente da eletrofloculação, sendo os eletrodos daquele metal, conforme as reações eletroquímicas apresentadas por (Fernandes & Araújo, 2012).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planta de produção de biodiesel para realização dos estudos encontra-se instalada no Laboratório de Química e Biomassa (LQB) da Universidade Federal de Campina Grande, cuja representação pode ser visualizada no fluxograma da Figura 2, conforme proposto por Fernandes e Araújo (2012).

O reator tubular vertical proposto para o sistema é constituído por um cano de PVC (Policloreto de Vinila – Policloreto) de 0.225 m de comprimento e 0.047 m de diâmetro, onde fora adaptada uma entrada para o efluente na parte inferior e duas saídas para os produtos na parte superior conforme se observa na Figura 3. Na primeira corrente de saída obtêm-se o efluente tratado que é armazenado no tanque 07 para posteriores análises e a segunda corrente corresponde a uma suspensão predominantemente sólida, que é estocada no tanque 08, que será objeto de estudos futuros.

A visão geral da subunidade experimental de tratamento e controle de efluentes é visualizada na Figura 4. Foi verificado que a unidade necessita de adaptações no que diz respeito ao controle de nível, pH de saída do efluente tratado e da vazão de alimentação do reator tubular.

Os experimentos foram realizados considerando um volume de 6 litros de efluente no tanque de alimentação. Da mesma forma, a massa total do arranjo de eletrodos foi determinada para cada ensaio.

A estabilização inicial do sistema foi realizada a partir do ajuste da válvula de entrada do reator e o ajuste da válvula de saída de efluente líquido, estabelecendo-se o nível no reator, ou seja, até que todo o eletrodo ficasse submerso no líquido. Depois de estabelecido o fluxo e o nível do sistema, a fonte de corrente contínua foi acionada pelo período de realização dos experimentos. Dados de medição de amperagem e pH (outras medições) foram coletados para as caracterizações físico química e rendimento operacional.

Após cada experimento, os eletrodos eram desconectados do circuito, lavado com água e detergente e secado para ser pesada a massa resultante de eletrodo final, que comparando com a inicial foi obtido a massa de alumínio desprendida no meio reacional. A Figura 5 apresenta a formação do material sobre os eletrodos. Na Figura 6, observa-se respectivamente o reator em funcionamento com a fonte de corrente contínua sob uma determinada voltagem e a presença de resíduos do efluente que coagulavam e floculavam para a parte superior do reator, saindo pela calha. A existência do material em suspensão formado no reator comprova o funcionamento do sistema, assim como o fenômeno da eletrofloculação.

Figura 2. Planta de produção do biodiesel

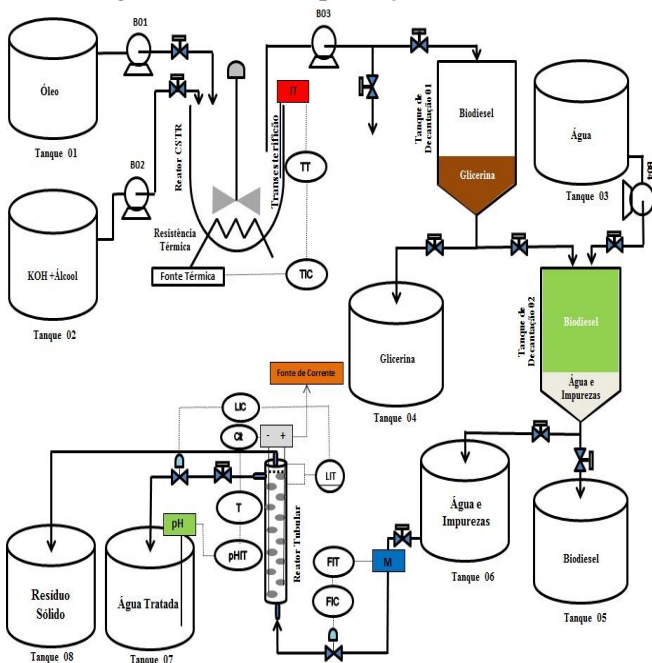


Figura 4. Reator tubular em funcionamento.

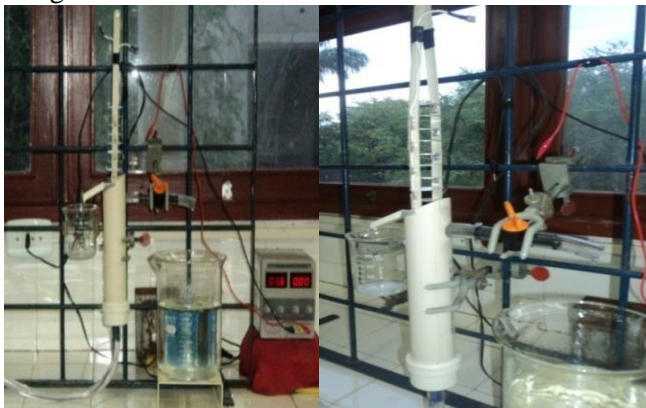


Figura 3. Subunidade de tratamento de efluentes.

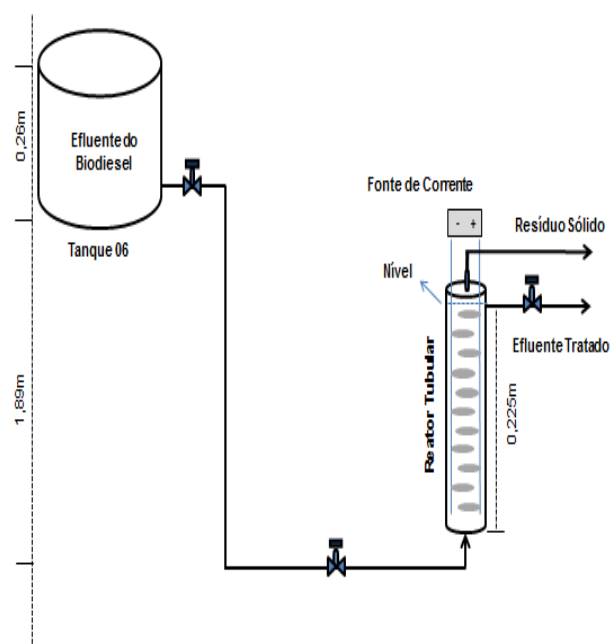


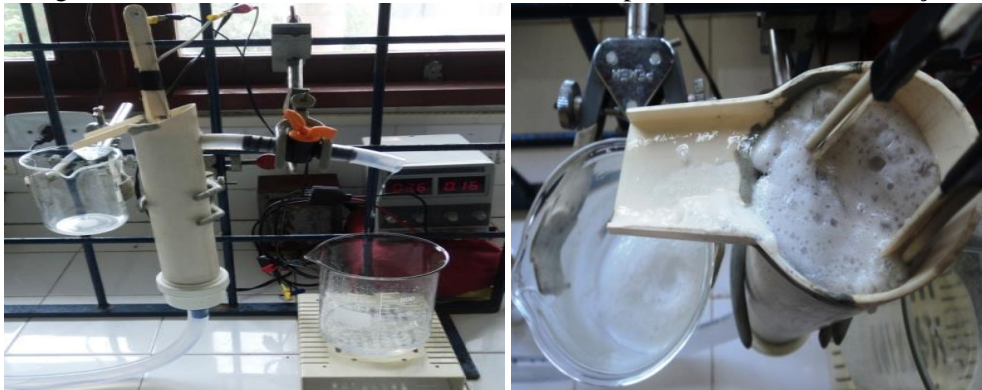
Figura 5. Deposição de sólidos – eletrofloculação.



O reator tubular para tratamento de efluente via eletrofloculação mostra-se eficiente do ponto de vista energético e operacional. Segundo (Fernandes & Araújo, 2011) ao projetarem um reator batelada de eletrofloculação para tratamento de efluente do biodiesel e realizarem um planejamento experimental para fins de obtenção de um ponto ótimo de operação, conseguiram para cada metro cúbico de efluente tratado, um tempo de operação de 25 min e uma tensão de 4.2 Volts, um gasto

energético de R\$ 0.64. Já quando projetaram o reator tubular observaram que para cada metro cúbico de efluente tratado, um tempo de 30 min de operação, para uma tensão de 4.4 Volts, obtiveram um gasto de apenas R\$ 0.22532. Levando em conta também que o reator tubular opera sobre fluxo contínuo, ou seja, não precisa está parando a planta para cada volume de efluente tratado e que o tempo de parada do reator tubular se dá apenas para realização de troca e manutenção de eletrodo (Meneses & Araújo, 2011). Justificando a escolha de se usar um reator de fluxo contínuo de eletrofloculação, frente ao reator batelada.

Figura 6. Reator tubular em funcionamento, sob o processo da eletrofloculação.



CONCLUSÕES

O estudo da planta de produção de biodiesel, em especial, a subunidade de tratamento de efluentes por eletrofloculação, possibilitou:

1 - Representar esquematicamente a planta de biodiesel em especial à subunidade de tratamento de efluente que opera continuamente, utilizando um processo eletroquímico/eletrofloculação, a qual, até o momento, predomina-se em escala de batelada.

2 - Montar a planta de tratamento de efluente e levantar um estudo experimental, com base no planejamento estatístico, definindo as variáveis de entrada e saída da subunidade.

3 - Foi verificado que o ponto ótimo de operação da subunidade, quanto ao aspecto funcional e de custo é de: pH inicial 8.0, uma diferença de tensão de 4.4 Volts e uma vazão de alimentação de $8 \times 10^{-3} \text{ dm}^3/\text{s}$, culminando em um consumo energético de R\$ 0.22532 para um tempo de 30 min de operação, o equivalente a R\$ 162 de operação ininterrupta mensal, mostrando que para a eletrofloculação, o processo contínuo pode ser bem mais viável economicamente quando comparado ao processo em batelada, que foi verificado um gasto de R\$ 720 mensal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, G. B. & Lima, A.M.N. Diagnose de Falhas e Gestão de Alarmes em Sistemas de Instrumentação e Controle Industrial. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, 2013, Campina Grande, Brasil.
- Fernandes, T. de Freitas & Araújo, G. Trindade. Desenvolvimento de tratamento para o efluente gerado na produção de biodiesel por eletrofloculação. Projeto de Iniciação Científica (PIBIC), Centro de ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - PB, Brasil, 2011.
- Fernandes, T. F. & Araújo, G. T. Desenvolvimento de um reator tubular para tratamento de efluente gerado na produção de biodiesel por eletrofloculação. Projeto de Iniciação Científica (PIBIC), Centro de ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - PB, Brasil, 2012.
- Meneses, J. M. & Araújo, G. Trindade. Tratamento do efluente gerado na produção de biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Química), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB. 2011.