

ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES ADSORVENTES NO TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO

Beatriz Monte Egito

Maria Luiza Morais e Araújo

Ana Karla Costa de Oliveira

1. INTRODUÇÃO

A indústria petroquímica é o setor industrial de maior potencial e mais alto relacionamento com os demais setores da vida econômica (TORRES, 1997). Estima-se que, entre 2001 e 2011, a produção mundial de petróleo aumentou em 12%, passando de 74,77 milhões para 83,58 milhões de barris por dia (BP, 2012). No Brasil, em março de 2018, a produção de petróleo e gás do foi de aproximadamente 3,23 milhões de barris de óleo equivalente por dia (ANP, 2018). Sob a óptica desse crescimento, a pesquisa por novos processos que objetivam diminuir os impactos ambientais provenientes da indústria petrolífera se torna ainda mais relevante, haja vista grande potencial poluidor de suas atividades. A extração do petróleo gera subprodutos que, devido a suas complexas, diversas e extensas composições químicas, são dificilmente dispersos na água, afetando os ecossistemas marinhos e a cadeia alimentar aquática como um todo.

Nesse contexto, a água produzida (AP) se apresenta como alvo preocupação de ambientalistas e pesquisadores. Trata-se da água aprisionada nas formações subterrâneas que é trazida à superfície juntamente com petróleo e gás durante as atividades de produção desses fluidos (AMINI et al., 2012). Ela representa a corrente de efluentes líquidos de maior volume das atividades de produção de petróleo e, em 2011, a produção estimada de barris de AP produzidos no mundo foi de 260 milhões (BP, 2012). Alternativas têm sido estudadas para o seu aproveitamento comercial, sendo o destino usual desse subproduto o descarte, a injeção ou o reuso. Em todos os casos, há necessidade de tratamento específico a fim de atender as demandas ambientais, operacionais ou da atividade produtiva que a utilizará como insumo (MOTTA et al., 2013).

Assim, esse trabalho consiste no tratamento físico-químico de uma amostra de AP (951 ntU e 503 ppm) através de sua filtração simples por três adsorventes: serragem (*blend* de pó de serra), areia de construção civil e cinzas de biomassa (bagaço de cana de açúcar). Utilizando diversas massas de cada adsorvente (os materiais adsorventes escolhidos, por serem resíduos de atividades produtivas diversas, seriam facilmente aplicados em larga escala), o objetivo do trabalho é realizar um tratamento de adsorção na amostra, e, fazer uma análise comparativa dos resultados obtidos para remoção de petróleo. Considerou-se que o adsorvente de melhor performance para a remoção de teor de óleos e graxas da água produzida foram as cinzas de biomassa de cana de açúcar (5g e 10g), com os valores de 5 ppm.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Revisão bibliográfica

A realização desta pesquisa se deu a partir de leituras de dissertações, artigos e teses a respeito do assunto águas produzidas e seus tratamentos. A pesquisa realizada nesse trabalho pode ser classificada como exploratória, tendo uma segunda etapa realizada a partir de ensaios laboratoriais com os adsorventes em contato com a amostra industrial contaminada.

2.1.1 Petróleo

O petróleo é uma mistura oleosa e inflamável, de cor variante de amarelo a preto, encontrada nas formações geológicas de bacias sedimentares e advinda da decomposição da matéria orgânica acumulada no fundo de mares e corpos hídricos continentais, que sofre transformações químicas pela pressão, temperatura, pouca oxigenação e interação por microrganismos (NUPEG/UFRN DANTAS NETO, 2018).

Dada sua composição rica em hidrocarbonetos diversos, a partir dos processos de destilação, pode-se produzir diversos insumos industriais, solventes, parafinas, polímeros plásticos e, principalmente, os tão requisitados na dinâmica contemporânea, combustíveis fósseis. Exatamente por essa gama de utilizações que o petróleo e as tecnologias da indústria petroquímica se fazem tão estratégicas para o cenário da indústria de base mundial e para a autossuficiência e soberania nacional. (FNP, 2018)

2.1.2 Caracterização da Água Produzida

A água produzida (AP) consiste na água aprisionada nas formações subterrâneas que é trazida à superfície juntamente com petróleo e gás durante as atividades de produção desses fluidos (AMINI et al., 2012). Ou seja, é a água naturalmente presente na formação geológica do reservatório de petróleo, e/ou água de injeção (BRAGA, 2008). Esse resíduo possui composições variadas, mudando de acordo com a formação geológica e a localização geográfica do reservatório (STEWART; ARNOLD, 2011). Estando diretamente relacionada às características e profundidade do campo produtor de óleo (BRAGA, 2008), a AP possui como principais constituintes, além de água, óleos, minerais dissolvidos, compostos residuais da extração, sólidos da produção, gases dissolvidos e microrganismos.

Os óleos presentes em sua composição são alvo de preocupação tanto de cientistas, que buscam tratar esse resíduo de modo a reduzir seu potencial poluidor, quanto de indústrias petroquímicas, que precisam atender a diversas legislações ambientais no que diz respeito a seus resíduos. A respeito disso, a resolução do Conselho Ambiental do Meio Ambiente (CONAMA) nº 393 de 2007 estabelece conceitos e regras a serem seguidos por essas indústrias.

2.1.3 Caracterização dos adsorventes

Adsorção é um processo físico-químico que consiste na transferência de uma ou mais substâncias, presentes em meio gasoso ou líquido, para a superfície de um substrato sólido (NOGUEIRA, 2017). Caracteriza-se pela adesão de moléculas, átomos ou íons na interface ou superfície de um adsorvente pela ação de forças físicas (FERNANDES, 2005).

Esses podem ser classificados de acordo com o tamanho dos poros e segundo a sua polaridade. Uma vez que os componentes adsorvidos, concentram-se sobre a superfície externa,

quanto maior for esta superfície externa por unidade de massa sólida, tanto mais favorável será a adsorção (NOGUEIRA, 2017). Em relação a polaridade do adsorvente, podem ser classificados como polares ou hidrofílicos e apolares ou hidrofóbicos. Na maior parte dos casos, os adsorventes polares são utilizados em substâncias de natureza mais polar, do mesmo modo que adsorventes apolares são usados em substâncias menos polares.

2.2 – Procedimento Experimental

No processo, separam-se quantidades de 5, 10, 15 e 20 gramas dos adsorventes (serragem, areia e cinzas de cana-de-açúcar), os quais foram colocadas individualmente e sem compactação em funis de tecido e o conjunto acoplado num filtro de aço galvanizado. No adsorvente, para cada medição, verteu-se 200ml de AP bruta e com o efluente tratado fizeram-se as análises de turbidez (NTU), teor de óleos e graxas (ppm), condutividade (us/cm) e pH.

Para a realização do teste de turbidez, o efluente tratado de cada etapa em contato com adsorvente, individualmente, foi colocado dentro de uma cubeta apropriada para a leitura do turbidímetro. Após à leitura, os resultados foram anotados. Já no processo de condutividade, utilizou-se o condutivímetro DIGIMED cujo eletrodo foi mergulhado no efluente tratado e, após algumas leituras, o resultado foi anotado. A análise de pH foi feita a partir de papel tornassol e a de TOG (teor de óleos e graxas) foi feita com o Infracal TOG/TPH (fabricado pela Wilks Enterprise Corp, Modelo HATR-T), ambas também utilizando os efluentes de saída do processo de adsorção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo a obter os resultados da presente pesquisa, os aspectos da AP analisados com a utilização do pó de serra (5g,10g, 15g, 20g), areia de construção civil (5g,10g, 15g, 20g) e cinzas da biomassa (5g, 10g, 15g, 20g) foram: turbidez, pH, condutividade e TOG. Aferiu-se que amostra bruta contaminada possuía 951 ntu de turbidez, um pH ácido de 5, 1258 mS/cm de condutividade e 503 ppm em Teor de Óleos e Graxas.

Foi verificado que os menores resultados de turbidez na AP são encontrados após o tratamento utilizando as cinzas da cana de açúcar. O teste com 5g de cinzas apresentou o melhor rendimento entre os demais testes de turbidez analisados, com o resultado de 7,79 ntu. Em contrapartida, o teste com 10g de pó de serra apresentou o resultado de 679 ntu, seguido pela análise com 15g de pó de serra que demonstrou 673 ntu, sendo esses resultados os considerados de menor eficiência entre os analisados.

Da mesma maneira, verificou-se que, utilizando como meio adsorvente o pó de serra e a areia da construção civil, foi assinalado o pH 6 na AP, caracterizando um meio reacional levemente ácido. Com as cinzas da cana-de-açúcar, o pH variou entre 9 e 10, o que caracteriza um meio reacional básico.

Ademais, fez-se perceptível que a areia de construção civil 20 g e o pó de serra 5g apresentam resultados com os menores valores de condutividade na AP, visto que cada um apresenta respectivamente 1,016 mS/cm e 1,210 mS/cm de condutividade. Em paralelo, o maior

valor de condutividade foi registrado na aplicação das cinzas de cana-de-açúcar 10 g, sendo este 4,200 mS/cm.

Assim, verificando o TOG é notório que os menores teores de óleos e graxas na AP são encontrados quando se utiliza 5g e 10g de cinzas de cana-de-açúcar, com os valores de 5 ppm. Todavia, os maiores valores de TOG são percebidos em análises da AP após tratamento com pó de serra 5g e com areia de construção civil 10g: 192 ppm e 140 ppm respectivamente. No tratamento físico, os compostos orgânicos de água produzida e alguns metais pesados aderem à meios porosos de superfícies que contém carbono. Após algumas execuções, compostos formados por carbonos, como o carvão ativado, argila organofílica e as cinzas da cana de açúcar, removem parte dos poluentes solúveis, diminuindo medição de Teor de Óleos e Graxas (TOG).

Por fim, a escolha pela utilização real de cada adsorvente está altamente relacionada ao destino da água produzida tratada. Enquanto infere-se que um valor mais baixo das variáveis analisadas representa uma maior eficiência de tratamento, a qualidade da água produzida não pode ser definida apenas por elas, visto que a AP pode ser reutilizada em diversas funções que exijam padrões distintos, sendo impossível, então, afirmar que um tratamento é necessariamente melhor que outro. A visível diferença nos resultados obtidos através da adsorção com cinzas de cana-de-açúcar em relação aos demais, entretanto, faz desse adsorvente uma notável fonte de pesquisas futuras.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim do projeto, se pode analisar a eficiência comparada dos três adsorventes no tratamento físico-químico de água produzida, inclusive podendo apontar as cinzas de biomassa de cana-de-açúcar como um material promissor para estudos posteriores na mesma área. O trabalho, nesse âmbito, contribui para o refino nas escolhas de adsorventes por parte de futuros pesquisadores e direciona a pesquisa para adsorventes provenientes das cinzas de culturas vegetais como a da cana-de-açúcar.

Palavras Chave: Água Produzida; Tratamento físico-químico; Adsorventes.

5. REFERÊNCIAS

AMINI, Sina et al. **Mathematical modelling of a hydrocyclone for the down-hole oil-water separation.** Chemical Engineering Research and Design, v. 90, p. 2186-2195, 2012.

BRAGA, Renata Martins. **Uso de argilominerais e diatomita como adsorvente de fenóis em águas produzidas na indústria de petróleo.** 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Petróleo, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

BRANDÃO, Poliana Cardoso. **Avaliação do uso do bagaço de cana como adsorvente para a remoção de contaminantes.** 2006. 160 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

FERNANDES, Roseli. **Adsorventes alternativos para remoção de fenol em solução aquosa.** 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MOTTA, Albérico Ricardo Passos da et al. **Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão.** Eng. Sanit. Ambient, Salvador, v. 18, p.15-26, jan. 2013.

NOGUEIRA, Miguel Filipe da Costa. **Novos Eco-Adsorventes para o Pré-Condicionamento do Biogás.** 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Energias Renováveis, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

STEWART, M.; ARNOLD, K. (2011) **Produced water treatment field manual.** Part 1 - Produced Water Treating Systems, p. 1-134.

TORRES, Eduardo Mc Mannis. **A evolução da indústria petroquímica brasileira.** Química Nova, Porto Alegre, n. 20, p.49-54, jun. 1997.