

## **ANÁLISE DO POTENCIAL POLUIDOR DE UM EFLUENTE DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO ATRAVÉS DE CRITÉRIOS FÍSICO-QUÍMICOS: UM ESTUDO DE CASO DE UM POÇO PRODUTOR DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ**

Igor Correia da Silva (1); Davi Lima de Medeiros (1); Danielly Vieira de Lucena (2); Antonio José Ferreira Gadelha (3); Clarice Oliveira da Rocha (2)

1-Universidade Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande, e-mail: igorcorreia425@gmail.com;

2-Instituto Federal da Paraíba- Campus Campina Grande; 3- Instituto Federal da Paraíba-Campus Sousa.

### **INTRODUÇÃO**

A fase aquosa presente no petróleo é incorporada ao óleo como uma emulsão água-em-óleo comumente chamada de água produzida (AP) ou água de produção, que pode ser originada de águas de formação ou é uma mistura destas com injeção de água (água do mar, por exemplo). Essa AP representa o maior volume de subproduto na área de exploração do óleo e, à medida que a vida econômica dos poços vai se esgotando, o volume dessa água pode aumentar significativamente, correspondendo a uma faixa de 75 a 90%. A geração, o lançamento ou o derramamento desse efluente oleoso em corpos hídricos acarretam graves problemas ambientais. A remoção desse poluente na água apresenta-se como um dos problemas centrais em relação a questão da remediação ambiental (TEXEIRA *et al.*, 2017; JUDD *et al.*, 2014; THOMAS *et al.*, 2004).

Relatórios publicados em 2007 a 2011 indicam que, globalmente, foram gerados 70 a 100 bilhões de barris de água produzida (ZHENG *et al.*, 2016). Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), tanto o petróleo como o gás continuarão a representar uma fração significativa do consumo de energia até 2035. Isso significa que o volume da AP aumentará a longo prazo. O número de instalações, de produção de petróleo e gás, para o tratamento, reutilização, ou a reinjeção vão aumentar consideravelmente (MINIER-MATAR *et al.*, 2015).

A AP pode conter uma vasta gama de íons e substâncias dissolvidas. Essas substâncias mudam de acordo com o tipo de reservatório ou ainda de acordo com especificidades geoquímicas locais. No geral, a água produzida possui alta salinidade, partículas de óleo em suspensão, produtos químicos adicionados nos diversos processos de produção e metais pesados. Isso a torna um poluente de difícil descarte, agravado pelo expressivo volume envolvido. O descarte inadequado de efluentes implica em efeitos nocivos ao meio ambiente, repercussão negativa da empresa, penalidades e um custo elevado com ações corretivas e mitigadoras. Entretanto, um dos maiores problemas associados à alta concentração de contaminantes é o risco de corrosão nas tubulações e em outros equipamentos. Isso representa um aumento de incrustações que é um dos mais representativos riscos econômicos e operacionais à produção sob o ponto de vista químico (POMINI, 2013; SILVA, 2002).

Motta *et al.* (2013) revelam que os principais compostos constituintes da AP são óleo, minerais dissolvidos da formação, compostos químicos residuais da produção, sólidos da produção, gases dissolvidos e microrganismos, ela inclui os seguintes compostos:

- Sólidos dissolvidos totais (SDT) – que são constituintes inorgânicos compostos por cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ). Desses, predominam o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$ . A concentração de SDT na AP varia de valores menores que 100 até 300.000  $\text{mg.L}^{-1}$ , dependendo da localização geográfica e da idade e tipo do reservatório de petróleo.

- Salinidade da AP – que pode variar de valores abaixo dos usualmente requeridos para a água potável (250  $\text{mg.L}^{-1}$  para cloretos) até muito maiores do que o da água do mar (35.000  $\text{mg.L}^{-1}$ ).

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

[www.conapesc.com.br](http://www.conapesc.com.br)

• Valores típicos de alguns parâmetros da AP – que são: demanda química de oxigênio (DQO) em torno de  $1.220 \text{ mg.L}^{-1}$ ; sólidos em suspensão totais (SST) entre 1,2 e  $1.000 \text{ mg.L}^{-1}$ ; pH entre 4,3 e 10; A água produzida é um dos principais problemas técnicos, ambientais e econômicos associados à produção de petróleo e gás. Esse efluente pode limitar a vida produtiva dos poços de petróleo e gás e pode causar problemas graves, incluindo principalmente, como citado anteriormente a corrosão (HOSNY *et al.*, 2015).

Zheng *et al.* (2016) corroboram que os sais são os maiores constituintes na AP, que incluem sódio e outros íons dissolvidos tais como cálcio, magnésio e potássio. Assim como na água do mar, sódio e cloreto contribuem para a salinidade da água produzida, enquanto o cálcio, magnésio e potássio desempenham papéis menos importantes.

Desta forma, este trabalho torna-se relevante, pois busca a avaliação físico-química desta fonte de poluição, e também a contribuição no desenvolvimento da área em estudo e por colaborar com a preservação do meio ambiente, com o desenvolvimento científico e tecnológico.

## **METODOLOGIA**

A amostra foi coletada em um poço produtor, onshore, doada pela empresa UTC, no município de Mossoró-RN. A pesquisa foi realizada em laboratórios dos Campi Campina Grande e Sousa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB e no laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande. Essas parcerias são fundamentais para a realização do trabalho.

Todos os parâmetros físico-químicos foram analisados em triplicata, de acordo com metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-22 ed. (APHA, 2012), entre eles:

### **pH**

A medida do pH foi realizada através da determinação da atividade dos íons hidrogênio por meio da medida potenciométrica, usando eletrodo de vidro combinado, em que a leitura é obtida no pHmetro.

### **Condutividade**

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Foi determinada pelo método condutimétrico e expressa em  $\mu\text{S/cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

### **Salinidade**

É uma importante propriedade agregada da água, é definida como uma expressão da concentração de sais dissolvidos numa determinada massa de solução. A salinidade é expressa em grama por quilograma ou partes por mil (%). Esse parâmetro foi avaliado através do método condutividade elétrica.

### **Alcalinidade**

Alcalinidade de uma água é sua capacidade em neutralizar ácidos e é causada por carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). O método de determinação será por Titulação potenciométrica e foi expressa em termos de mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .

### **Demanda Química de Oxigênio**

É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica oxidável de uma determinada água, ou seja, é uma medição do seu grau de poluição. Método de determinação – Oxidação com dicromato de potássio em refluxo fechado.

### **Densidade**

A densidade absoluta ou massa volumétrica define-se como a propriedade da matéria

correspondente à relação entre a massa e o volume de um corpo. Esse parâmetro foi avaliado através da técnica de Pícnometria.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir apresentamos os resultados dos parâmetros físico-químicos para a amostra de água produzida, coletada em um poço produtor do município de Mossoró-RN.

De acordo com o valor estabelecido pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA, o resultado do pH da amostra de Água produzida está dentro da faixa estabelecida – de 5,00 e 9,00; o pH obtido foi de 7,53 indicando uma água neutra. Zheng *et al.* (2016) expuseram alguns resultados comparativos entre a água do mar e a água produzida, dentre eles, para o pH a água do mar fica entre 7,5 e 8,4, já para a AP encontra-se entre 4,3 e 10.

O resultado para a salinidade foi de 16.400 ppm de Cloreto de sódio e com a condutividade elétrica de 21,40 mS.cm<sup>-1</sup>, ambos apresentam alta concentração de íons dissolvidos. Esses íons são provenientes das características da rocha reservatório. Caso não ocorra nenhum tipo de tratamento nessa AP esses sais tendem a se agregarem nas paredes das tubulações, formando incrustações, o que causa sérios danos e diminui a eficiência das tubulações, como a corrosão.

A DQO é uma medida indireta do teor de matéria orgânica baseado na concentração de oxigênio consumido para oxidar toda essa matéria. A concentração da DQO foi de 1.153,85 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, ou seja, teores elevados, indicando um alto grau de poluição, o que pode restringir seu descarte no meio ambiente.

Alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os ácidos; O resultado revelou que a água é constituída apenas por bicarbonatos, e possui 63,81 mg CaCO<sub>3</sub>/L, assim, elas se encontram dentro da faixa de águas naturais cujo valor está na faixa de 30 a 500 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>.

Verificou-se que a água tem baixa densidade de 1,037 g/cm<sup>3</sup>, indicando presença de sólidos e íons dissolvidos. Zheng *et al.* (2016) revelam uma densidade entre 1,014 a 1,140 g/cm<sup>3</sup>. Portanto, é necessário o monitoramento desses parâmetros para o controle e para ter um descarte ou reutilização eficaz dessa água.

## CONCLUSÃO

Do que antecede, pode-se concluir que:

A água produzida analisada apresenta característica e componente que pode causar danos ambientais e/ou perda quando projetado incorretamente ou para fins de reutilização; Os valores obtidos para o parâmetro, como pH, estão dentro dos limites permitidos estabelecidos pela legislação brasileira, que atende aos critérios de disposição ou reinjeção; Já para os demais parâmetros é recomendado um tratamento para atenuar os valores obtidos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER, ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2002.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Resolução n. 430, de 13 de Maio de 2011.
- HOSNY, R.; FATHY, M.; RAMZI, M.; MOGHNY, A.; DESOUKY, S.E.M.; SHAMA, S.A. Treatment of the oily produced water (OPW) using coagulant mixtures. Egyptian Journal of Petroleum, 2015.
- JUDD, S.; QIBLAWEY, H.; AL-MARRI, M.; CLARKIN C.; WATSON, S.; AHMED, A. The size and performance of offshore produced water oil-removal technologies for reinjection. Separation and Purification Technology. 2014; 134:241-246.
- MINIER-MATAR, J.; HUSSAIN, A.; JANSON, Arnold.; WANG, R.; FANE, A. G.; ADHAMA, S. Application of forward osmosis for reducing volume of produced/Process water from oil and gas operations. Desalination 376, 2015. p. 1–8.
- MOTTA, A.; BORGES, C.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K. Oil Produced Water treatment for oil removal by an integration of coal escerbed and microfiltration membrane processes. Journal of Membrane Science 469, 2014, p. 371–378.
- POMINI, A. M. A química na produção de petróleo. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2013.
- TEIXEIRA, H. M. F.; DUYCK, C.; ROSÁRIO, F. F.; BEZERRA, M. C. M.; ROCHA, A. A.; FONSECA, T. C. O.; SAINT'PIERRE, T. D.; MIEKELEY, N. Extraction of petroleum emulsified water and characterization of major ions for the evaluation of its origin. Fuel 209, p. 315–321, 2017.
- SILVA, D. N. Degradação fotoquímica de hidrocarbonetos da gasolina em efluentes aquosos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.
- THOMAS, J. E.; TRIGGIA, C. A.; CORREIA, C. A.; VEROTTI FILHO, C.; XAVIER, J. A. D.; MACHADO, J. C. V.; SOUSA FILHO, J. E.; PAULA, J. L.; ROSSI, N. C. M.; PITOMBO, N. E. S.; GOUVEA, P. C. V. M.; CARVALHO, R. S.; BARRAGAN, R. V. Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2004.
- XU, X.; ZHU, X. Treatment of refractory oily waste water by electro-coagulation process. Chemosphere 56, 2004. p. 889–894.
- ZHENG, J.; CHEN, B.; THANYAMANTA, W.; HAWBOLDT, K.; V, B.; LIU, B. Offshore produced water management: A review of current practice and challenges in harsh/Arctic environments. Marine Pollution Bulletin 104 p.7–19, 2016.