

MICROFILTRAÇÃO CONVENCIONAL APLICADA AO TRATAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA DO CAMPO FAZENDA BÁLSAMO, ESPLANADA – BA.

Cauam dos Santos Galvão⁽¹⁾; Larissa Santana Lima⁽¹⁾; Licianne Pimentel Santa Rosa⁽¹⁾

Centro Universitário Jorge Amado⁽¹⁾, Av. Luís Viana Filho, 6775, CEP: 41.745-130, Paralela, Salvador - BA,
Brasil, ouvidoria@unijorge.edu.br.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de microfiltração convencional a vácuo aplicado ao tratamento de água produzida. A disposição da água produzida é um enorme desafio para as empresas petrolíferas, devido aos seus elevados volumes extraídas durante a produção de petróleo. Diante disto, foi desenvolvido o sistema de filtração convencional, capaz de reduzir a quantidade de sólidos totais em 14,8%, sólidos fixos em 15,52 %, sólidos voláteis em 36,22% e sólidos suspensos em 78,57% presentes na água produzida do campo de Esplanada. Além disso, houve uma redução de 85,71% da turbidez da água produzida em questão. Os resultados relevaram um efeito positivo do uso deste sistema. Evidenciando, assim, que o sistema de filtração é eficiente e apto a reduzir os sólidos presentes na água produzida, além da turbidez. Esse fato motiva estudos futuros, sobretudo no que diz respeito à aplicação de outros tipos de filtração, como a tangencial, por exemplo, para tratamento de água produzida.

Palavras-chave: Água produzida, Microfiltração, Turbidez, Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

A água produzida é considerada o resíduo mais abundante gerado durante a extração de petróleo e gás (REYNOLDS, 2003 *apud* WESCHENFELDER; BORGES; CAMPOS, 2015). Este fluido que está aprisionado nas formações subterrâneas é trazido à superfície no decorrer das atividades de produção. Entre os aspectos da AP que merecem atenção estão os seus elevados volumes e a complexidade da sua composição. Esses aspectos fazem com que o gerenciamento da AP requeira cuidados específicos, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas, também, os ambientais. Como consequência, o gerenciamento da AP resulta em custos consideravelmente elevados e que representam um percentual significativo dos custos de produção (AMINI *et al.*, 2012).

Os reservatórios de petróleo podem produzir grandes volumes de água, que em alguns casos pode ser reinjetada no poço para manutenção da pressão ou para maximizar a produção. Entretanto, em muitos campos, a água produzida é descartada no ambiente após passar por tratamento (IFC, 2007a; IFC, 2007b, *apud* GOMES, Ana Paula, 2014).

De acordo com (JONHSEN *et al.*, 2004, *apud* GABARDO, 2007), a composição da água produzida pode apresentar variações dependendo da formação geológica e do tempo de produção do poço. Devido a sua formação, a mesma é composta por uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, além de resíduos de aditivos químicos utilizados no processo de produção (FIGUEREDO *et al.*, 2014). Diante disto, fazer o uso direto da água produzida, sem um tratamento adequado, pode comprometer o processo de exploração de petróleo. Um dos problemas ocasionados é o tamponamento dos poros da rocha que abriga o fluido, chegando a corroer ou obstruir as tubulações, causando assim prejuízos financeiros devido ao tempo de recuperação dos equipamentos e do poço.

A água produzida tratada pode ter três diferentes fins: descarte, injeção ou reuso (MOTTA, 2013 *apud* FERREIRA, B., 2016). Segundo a Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005, a depender do destino da água produzida após o tratamento, a legislação apresenta diferentes parâmetros de qualidade, como turbidez e teor de sólidos. Diante disso, para atender as exigências legais e técnicas esta água produzida deve passar brevemente por um tratamento, de forma a remover impurezas e sólidos. Em algumas situações, nas instalações *onshore*, pode-se avançar no tratamento, visando o reuso da água produzida, como por exemplo, para irrigação ou geração de vapor para recuperação terciária de petróleo. Nesse contexto, um dos grandes desafios no que diz respeito ao tratamento da água produzida é encontrar uma técnica de tratamento que seja economicamente viável para os fins que se deseja.

Nesse sentido, a filtração convencional é um processo no qual todo o material a ser filtrado flui perpendicularmente em direção a um meio filtrante. Os sólidos suspensos são capturados no meio filtrante, podendo criar uma camada que diminui a vazão. Isso requer que o processo seja interrompido para que o filtro seja substituído ou lavado se o tipo permitir. (MONTAGNOLI, 2005). Outro aspecto fundamental ao se utilizar a técnica da Filtração é a seleção do meio filtrante. Esta é baseada na eficiência requerida na retenção das menores partículas da suspensão e na vida útil do meio filtrante, nas condições de filtração (REYNOL, 2005). O meio filtrante utilizado tem a dimensão dos poros de 1,0 μm (micrômetro), onde segundo (HABERT, BORGES E NOBREGA, 2006), é caracterizado como microfiltração (MF). Na MF o solvente e todo o material solúvel permeia a membrana, onde apenas o material em suspensão é retido.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é desenvolver um sistema de microfiltração convencional, de forma expor um novo método de obtenção de uma água tratada, reutilizável e de baixo custo.

Inicialmente, aspectos relacionados à teoria da decantação e da filtração são explanados seguidos da metodologia desse trabalho bem como explicação do aparato experimental. Posteriormente, apresentam-se os resultados das avaliações de: turbidez e sólidos totais, fixos, voláteis e suspensos. Por fim, realiza-se a conclusão desse trabalho.

2. METODOLOGIA

Esta seção será dividida em duas a partes. A primeira é destinada a uma explanação sobre o aparato experimental utilizado nesse trabalho. Já a segunda tratara das análises da água produzida.

2.1. Procedimento/Aparato Experimental

Para o tratamento da água produzida em questão as seguintes etapas foram seguidas:



a. *Coleta da água Produzida:* a amostra a ser tratada foi retirada da Estação de Injeção de Água (EIA) do campo Fazenda Bálsamo, que fica localizado em Esplanada, no estado da Bahia. O recolhimento da amostra foi em um recipiente de polietileno cuidadosamente lavado com água destilada, evitando assim a contaminação da água produzida.

b. *Processo de Decantação:* Para realização dos testes, a água em questão passou pelo processo de separação de misturas bifásicas, a decantação. A fim de realizar este processo, foi colocado 1 litro de água em um becker e em seguida adicionou-se 2 gramas de sulfato de alumínio que é um sal utilizado para tratamentos de água e efluentes. Depois, a mistura foi levada para um misturador, marca Fisatom 713D, por 3 minutos a 1200 r/min, logo, com o tempo de espera de aproximadamente 24 horas, as partículas mais densas que água decantaram.

c. *Sistema de Filtração:* Com o objetivo de realizar o processo de filtração convencional a vácuo, foi criado um sistema econômico e eficaz, apto para atuar com fluidos que contem sólidos em suspensão. Este sistema é composto por uma membrana envolvida em um plástico polietileno com duas entradas e uma saída.

Uma das entradas é a passagem do fluido e na outra é acoplado uma bomba a vácuo, marca Maxpump, que contribui para agilizar o processo de filtração. Além disso, existe outra saída onde, a água filtrada é disposta em um becker.



(a)



(b)

Figura 2: (a) Esquema da Filtração e (b) Filtro utilizado

2.2. Análises

As análises realizadas nesse trabalho foram: Turbidez e sólidos. Estas foram feitas no Laboratório de Química no Centro Universitário Jorge Amado – UNIJORGE, Campus Paralela. A seguir, um detalhamento sobre as mesmas é apresentado.

a. Turbidez: A turbidez é uma expressão da propriedade ótica da luz que passa através da amostra, sendo espalhada ou absorvida em vez de seguir em linha reta. (ANA, 2013). Os valores são expressos em unidade nefelométrica de turbidez (NTU). A análise deste parâmetro foi realizada através do equipamento Turbidímetro, marca Policontrol AP 2000, onde se utilizou três amostras de água, sendo elas: água pura, decantada e filtrada, assim obtendo diferentes resultados a serem comparados.

b. Sólidos: São formados por substâncias orgânicas e inorgânicas de formato micro granulares presentes em líquidos. Estes são associados a toda matéria que persevera como resíduo após secagem ou calcinação e evaporação da amostra a uma dada temperatura durante um tempo fixo (SABESP, 1999).

3 RESULTADO E DISCUSSÕES

Uma vez montado o aparato experimental apresentado na seção anterior, separou-se 1 litro de água produzida da água bruta e realizou-se o processo de decantação. Para tal, adicionou-se sulfato de alumínio (coagulante).

Feito isso, a amostra repousou por aproximadamente de 24 horas. Posteriormente, a zona limpa da água decantada foi submetida a um processo de filtração no sistema desenvolvido neste estudo. Amostras da água bruta, decantada e filtrada foram recolhidas e submetidas às análises que serão discutidas posteriormente.

Para uma amostra de 100 mL de água produzida em cada uma dessas etapas realizaram-se os seguintes estudos: Sólidos Totais, Sólidos Fixos, Sólidos Voláteis e Sólidos Suspensos. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Estudo dos Sólidos

Sólido	Água Produzida	Água Decantada	Água Filtrada
Sólidos Totais(g)	7,223	7,173	6,154
Sólidos Fixos (g)	6,953	6,723	5,874
Sólidos Voláteis(g)	11,493	9,55	7,33
Sólidos Suspensos (g)	0,28	0,16	0,06

Analisando a Tabela 2, percebe-se que os resultados foram satisfatórios, pois há uma significativa redução dos sólidos em cada amostra. Esta remoção dos sólidos está associada aos processos de decantação e filtração, tendo em vista que ambos levam em consideração o tamanho das partículas. Para partículas com diâmetros maiores que 1 μm , a sedimentação é simples e ocorre por meio da adição do coagulante. Já as partículas com diâmetro igual a 1 μm são retidas pelo processo de filtração.

Além disso, foi realizada a análise da turbidez das três amostras, pois a qualidade da água também pode ser estabelecida por este parâmetro. De acordo com o que se observa na Tabela 3, a turbidez obteve uma grande redução em seu resultado devido a remoção dos sólidos que ficaram retidos nos processos realizados. Com esses resultados, segundo a legislação do CONAMA (BRASIL, 2005) a água filtrada em questão está dentro dos parâmetros regidos na lei, onde o fluido pode ter uma utilização ou até ser lançado em corpos hídricos.

Tabela 3 – Análise da Turbidez

Amostra(100ml)	Turbidez (NTU)
Água produzida	140
Água decantada	50,1
Água filtrada	20

Diante dos resultados das análises, realizou-se um estudo da eficiência do filtro, onde, a redução dos parâmetros analisados é apresentada em termos de porcentagem. Este estudo pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise da Eficiência

Sólido	Água Produzida Bruta	Água Filtrada	Eficiência (%)
Sólidos Totais (g)	7,223	6,154	14,8
Sólidos Fixos (g)	6,953	5,874	15,52
Sólidos Voláteis (g)	11,493	7,33	36,22
Sólidos Suspensos (g)	0,28	0,06	78,57
Turbidez (NTU)	140	20	85,71

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho, o tratamento da água produzida do campo Fazenda Balsamo, BA, foi feito com a utilização de filtração convencional. O aparato experimental é composto por: becker 1000mL, bomba a vácuo e filtro desenvolvido. As análises realizadas a partir do sistema de microfiltração convencional a vácuo, demonstraram que o mesmo é satisfatório, percebendo assim a redução dos níveis de sólidos suspensos (relacionados a turbidez), das concentrações de sólidos dissolvidos (referentes a cor da amostra), dos sólidos voláteis e fixos (associados ao odor). Esse estudo motiva trabalhos futuros, no que diz respeito a utilização de outras técnicas de filtração, como a tangencial ou até mesmo a aplicação desse técnica aqui proposta em água produzida proveniente de outras fontes.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMINI, S.; MOWLA, D.; GOLKAR, M.; ESMAEILZADEH, F. (2012) **Mathematical modelling of a hydrocyclone for the down-hole oil-water separation (DOWS)**. Chemical Engineering Research and Design, v. 90, p. 2186-2195.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios**. Disponível em: <<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/76>>. Acesso em 10 de Maio de 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 357 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 10 de Maio de 2017.
- FERREIRA, B. H.. **Estudo dos Processos de Tratamento de Água Produzida de Petróleo**. Trabalho de Conclusão de Curs. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN. 2016. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Estudo-dos-processos-de-tratamento-de-%C3%A1gua-produzida-de-petr%C3%B3leo.pdf>>. Acesso em 19 de Maio de 2018.
- FIGUEREDO, K.S.L.; MARTÍNEZ-HUITLE, C.A.; TEIXEIRA, A.B.R.; PINHO, AL.S.; VIVACQUA, C.A.; Silva, D.R. 2014. **Study of produced water using hydrochemistry and multivariate statistics in different productions zones of mature fields in the Potiguar Basin – Brazil**. Journal of Petroleum Science and Engineering, 116: pp. 109-114.
- GABARDO, I. T., **Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar**. Tese de Doutorado em Química – 261p. Rio Grande do Norte, 2007.
- HABERT, A.; BORGES, C.; NOBREGA, R.. **Processos de separação com membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006, 180p.
- IFC, 2007-a. **Environmental, health and safety guidelines for offshore oil and gas development**. International Finance Corporation – World Bank Group, 25p.
- IFC, 2007-b. **Environmental, health and safety guidelines for onshore oil and gas development**. International Finance Corporation – World Bank Group, 27p.

- MARTINS, L.. **Projeto de um Sistema de Tratamento da Água Produzida de Reservatórios de Petróleo para sua adequação ao consumo Humano.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: <http://arquivos.info.ufrn.br/arquivos/2016081197ca8631638016e6a03150d74/TCC__2015.2_-_Larissa_Cristina_da_Silva_Martins.pdf>. Acesso em 15 de Maio de 2017.
- METCALF & EDDY, INC. Wastewater engineering. 3 ed. Mc Graw-Hill, 2003.
- MONTAGNOLI, V.. **Filtração em linhas de pintura por eletrodeposição.** Revista meio filtrante. Ano IV. Edição n 17. Novembro/ Dezembro. 2005. Disponível em: NEFF, J.; LEE, K.; DEBLOIS, E.M. 2011-a. **Produced water: Overview of composition, fates and effects.** Cap. 1 In: **Produced water, environmental risks and advances in mitigation technologies.** LEE, K. & NEFF, J. (eds.). Springer Science, 608p.
- NORMA TÉCNICA INTERNA SABESP. NTS 013. SÓLIDOS. **Método de Ensaio.** São Paulo. Junho - 1999. Revisão 1. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts013.pdf>>. Acesso em 10 de Maio de 2017.
- SILVA, A.; SOUZA, J.; RAMALHO, J.; MELO, M.; LEITE, M.; BRASIL, N.; JUNIOR, O.; OLIVEIRA, R.; ALVES, R.; COSTA, R.; KUNERT, R.; GOMES, W.. Escola de Ciências e Tecnologias E&P. **Processamento Primário de Petróleo.** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://engenhariaquimica.files.wordpress.com/2010/04/apostila-ppp.pdf>>. Acesso em 15 de Maio de 2017.
- WESCHENFELDER, S. E.; BORGES, C. P.; CAMPOS, J. C.. **Avaliação de membranas para o tratamento de água proveniente do processo de extração de petróleo.** Rev. Ambiente e Água, vol. 10, n. 2, Taubaté, 2015.