

DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO NA ÁGUA PRODUZIDA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE UMA PRÁTICA LABORATORIAL

Raul José Alves Felisardo (1); Gabriela Menezes Silva (2); César de Almeida Rodrigues (3)

(1), (2), (3) *Universidade Tiradentes/Engenharia de petróleo; Avenida Murilo Dantas, 300; 49032-490; Aracaju; Sergipe; Brasil*

(1) *rauljose1234@gmail.com; (2) gabi.menezes.silva@hotmail.com; (3) cesaralmeidar@gmail.com*

Resumo: A água produzida é trazida, inevitavelmente, à superfície juntamente com o petróleo e o gás durante as atividades de produção desses fluidos. Uma das preocupações inerentes a produção desta é como e onde a mesma será descartada, uma vez que além de outras impurezas, esta água possui sólidos suspensos que, na maioria das vezes, estão com concentrações acima do permitido pela Legislação. Nesta tônica, o trabalho em questão tem como objetivo ressaltar valores e importância da determinação de sólidos suspensos totais permitidos para o descarte da água produzida. Para o alcance deste, realizou-se uma prática laboratorial a partir de uma metodologia simples a fim de determinar sólidos em suspensão de uma amostra de água produzida e comparar com valores da literatura.

Palavras-chave: Água produzida, Legislação, sólidos totais.

Introdução

Na indústria do petróleo a geração de resíduos é inevitável, destacando a quantidade de águas residuais gerada em todas as etapas do processo de produção: extração, transporte e refino. Na extração uma quantidade considerável de água é injetada nos poços visando aumentar a pressão, além de que em alguns casos já existe uma grande quantidade de água misturada ao próprio óleo. A proporção água/óleo aumenta com a idade do poço, atingindo em alguns casos a proporção de mais 90% de água. Nos terminais e nas refinarias além da água gerada pela separação das fases óleo/água tem-se as águas de processo e refrigeração (RODRIGUES; TONHOLO; ZANTA, 2004).

A água produzida é aprisionada nas formações subterrâneas que é trazida à superfície juntamente com o petróleo e o gás durante as atividades de produção desses fluidos. Entre os aspectos da água produzida que merecem atenção estão os seus elevados volumes e a complexidade da sua composição. Esses aspectos fazem com que o gerenciamento da mesma tenha cuidados específicos, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas, também, os ambientais. Como consequência, o gerenciamento da água produzida resulta em custos consideravelmente elevados e

que representam um percentual significativo dos custos de produção (AMINI; MOWLA; GOLKAR, 2012).

Em áreas *onshore*, campo terrestre, que correspondem a aproximadamente 23% da produção nacional de petróleo, a água de produção é tratada em um separador água-óleo e reinjetada nos poços, retornando ao mesmo reservatório de onde foi retirada para promover a recuperação secundária do óleo, ou é descartada no meio ambiente. Já nas áreas *offshore*, campo marítimo, a água de produção é descartada diretamente no meio ambiente podendo causar sérios danos à flora e à fauna da região (CAMPOS; NOBREGA; SANT`ANNA JR., 2003).

Segundo a SABESP (1999), sólido é o estado da matéria caracterizado pela rigidez, por uma forma própria e pela existência de um equilíbrio com o líquido proveniente da sua fusão. Por esta definição genérica podemos definir mais especificamente que toda substância que permaneça com as características acima, nas águas naturais e residuais mesmo após várias operações como secagem e calcinação podem ser denominados sólidos.

A filtração é um processo físico-químico e/ou biológico (filtros lentos) que separa as impurezas em suspensão na água, através de sua passagem por um meio poroso. Para que o mecanismo em questão funcione corretamente, é necessária a ação conjunta de três fenômenos: transporte, aderência e desprendimento das partículas em suspensão que se pretende remover (MARTINS, 2015).

Segundo SILVA (2000), as principais causas potenciais de perigo atribuídas à água associada à produção do petróleo é a presença da salinidade, de sólidos suspensos, metais pesados, orgânicos insolúveis e solúveis, produtos químicos radioativos. Os sólidos suspensos estão diretamente ligados à toxicidade da água em função das concentrações de elementos nocivos. A presença de grande quantidade de sólidos pode interferir na autopurificação de rios e ocasionar depósitos de lama, danificar pontos de pesca e impactar esteticamente os mananciais. Assim, com o objetivo de determinar a quantidade de sólidos em suspensão presentes na água produzida, apresenta-se a seguir os resultados alcançados com uma prática laboratorial a partir de uma metodologia simples.

Segundo TIBBETTS *et al.*, 1992, “ Os valores típicos de alguns parâmetros da água produzida são teor de óleo total entre 2 e 565 mg.L⁻¹; carbono orgânico total (COT) entre 0 a 1.500 mg.L⁻¹; demanda química de oxigênio (DQO) em torno de 1.220 mg.L⁻¹; sólidos em suspensão totais (SST) entre 1,2 e 1.000 mg.L⁻¹; pH entre 4,3 e 10; cloretos entre 80 e 200.000 mg.L⁻¹; bicarbonatos entre 77 e 3.990 mg.L⁻¹; sulfatos entre um valor menor que 2 e 1.650 mg.L⁻¹; nitrogênio amoniacal entre 10 e 300 mg.L⁻¹ e fenóis entre 0,009 e 23 ”.

Metodologia

Para a determinação dos sólidos suspensos totais da água produzida usou-se o laboratório de refino do petróleo da Universidade Tiradentes em Aracaju (SE). Para tal, fez-se uso dos seguintes materiais: papel de filtro, proveta, estufa, dessecador, balança analítica, aparato para filtração à vácuo (bomba e vidrarias), água produzida (50 mL) e vidros de relógio.

Inicialmente pesou-se o papel de filtro vazio na balança analítica (anotou-se a massa). Em seguida homogeneizou-se vagarosamente a amostra de água produzida e com o uso de uma proveta, mediu-se 50 mL de água produzida. Após montar o aparato experimental da filtração à vácuo (Figura 1) colocou-se o filtro no funil e em seguida a amostra. Ligou-se a bomba e iniciou-se a filtração com o intuito da retirada do líquido. Após esta etapa, com a remoção do líquido da amostra, levou-se o papel de filtro (com sólidos em sua superfície) para à estufa para realizar o aquecimento até completar evaporação da água e em seguida ao dessecador a fim de realizar a secagem que depois de um certo tempo (suficiente para inteira secagem do filtro e dos sólidos) pesou-se o papel de filtro com os sólidos. Este procedimento foi feito em triplicata. Para a determinação da quantidade dos sólidos totais em suspensão, nas amostras avaliadas, utilizou-se a Equação I, onde **SST** representa o valor em gramas dos sólidos suspensos totais, **m1** representa a massa do papel de filtro vazio, **m2** representa a massa do papel filtro com sólidos e **v** volume em litros que foi medido inicialmente de água produzida.

$$SST = \frac{m2-m1}{v} \quad (I)$$

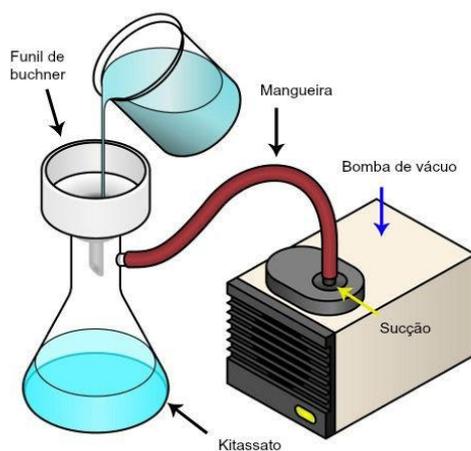


Figura 1: Desenho do aparato experimental para a filtração a vácuo.

Fonte - <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/filtracao-vacuio.htm>

Resultados e Discussão

Seguindo a metodologia realizou-se a pesagem dos papéis filtros com e se os sólidos suspensos. As massas estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Massas dos papéis filtro com e sem sólidos

Amostras	Massa do papel filtro sem sólidos – m_1 (g)	Massa do papel filtro com sólidos – m_2 (g)
1	0,6748	0,7583
2	0,6789	0,7821
3	0,6802	0,7540

Com o uso da Equação I, apresentada anteriormente, tem-se que a partir da média entre os valores determinou-se a quantidade de sólidos suspenso totais em termos de concentração (g/L).

Segundo VON (2005) a separação dos sólidos é feita passando-se a amostra por um papel de filtro com porosidade de tamanho padronizado (as dimensões variam de 0,45 a 2,0 μm). Os sólidos retidos no filtro são considerados sólidos em suspensão, ao passo que os sólidos que passam com o filtrado são considerados sólidos dissolvidos. Por meio de pesagem do papel de filtro (antes e

depois; excluindo-se a água do filtro por evaporação), tem-se a massa de sólidos em suspensão, que, dividida pelo volume da amostra, dá a concentração (mg/L). Os sólidos dissolvidos são determinados por meio de evaporação do líquido filtrado. Os valores alcançados estão representados na tabela 2.

Tabela 2: Valor médio dos sólidos suspensos totais

Média entre as massas dos sólidos ($m_2 - m_1$) em gramas	Volume (v) em litros	SST (g/L)
0,0868	0,050	1,7367

Diante dos valores obtidos, podemos constatar que a cada litro de água produzida obtivemos em média 1,7367 gramas ($1736,7 \text{ mg. L}^{-1}$) de sólidos suspensos totais. Em decorrência de algumas peculiaridades esta quantidade de sólidos pode ser vista em termos de sais (presentes também em sólidos totais dissolvidos). Assim, para o descarte correto da água produzida, advinda da indústria do petróleo, esta água deve passar por alguns tratamentos com o intuito de reduzir este teor de sólidos, pois está muito além do recomendado pela Legislação, que é entre 1,2 e 1.000 mg.L^{-1} .

Como esperado, o filtro de papel apresentou uma grande quantidade de SST. Contudo, o processo de filtração é utilizado como complemento do tratamento da água produzida e é bastante utilizado na indústria de petróleo, visto que, é necessário garantir um tamanho de partícula pequeno para a reinjeção.

O tamanho de partícula é um parâmetro importante para ser avaliado antes da reinjeção para que não haja contaminação da formação. Por isto, o filtro é escolhido de acordo com as necessidades de cada campo e com variação do tamanho de partícula de 2 até 5 micras, como é sugerido pelo CONAMA.

Conclusões

Em suma, os sólidos originados da água produzida são tratados com a finalidade de prevenir problemas operacionais na reinjeção, os compostos dissolvidos na água podem danificar os equipamentos e o reservatório. Diante do experimento, foi possível observar uma quantidade

elevada de sólidos em suspensão, isso mostra que se a água produzida for reinjetada sem tratamento pode contaminar a formação, e causar a perda do reservatório. Outrossim, quando tratamos de sólidos na água produzida é importante ressaltarmos que o descarte deve ser adequado e com segurança para que não haja risco ao meio ambiente. Como mostra os resultados, na prática experimental, fez-se uso de uma água produzida com muitos sólidos, apresentando, com isso valores de SST relativamente alto ($1736,7 \text{ mg. L}^{-1}$) uma vez que valores máximos segundo a Legislação são de $1,2 \text{ mg. L}^{-1}$. É importante destacar-se também a atenção e o cuidado que se deve ter ao armazenar esse tipo de substância. Logo, o conhecimento inerente ao que prega a Legislação acompanhada aos cuidados no tratamento da água produzida são cruciais para o descarte correto desta.

Referências

AMINI, S.; MOWLA, D.; GOLKAR, M. **Esmaeilzadeh, F. Mathematical Modelling of a Hydrocyclone for the Down-Hole Oil-Water Separation (Dows)**. Chemical Engineering Research and Design, v. 90, p. 2186-2195. Brasil, 2012.

BRASIL ESCOLA. Filtração à vácuo. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/filtracao-vacuio.htm>>. Acesso em: 16 de março de 2018.

CAMPOS, J. C.; NOBREGA, R., SANT`ANNA JR. G. L. **Tratamento de Água de Produção de Petróleo em Reator Biológico tipo “Air Lift”**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Joinville, 2003.

MARTINS L. C. **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.

RODRIGUES S. S.; TONHOLO J.; ZANTA C. L. **Aplicação de Processos Oxidativos Avançados no Tratamento de Água Produzida de Petróleo**; Departamento de Química, Universidade Federal de Alagoas, 2004.

SABESP – **Sólidos**, São Paulo 1999, Disponível em: <www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts013.pdf> Acessado em 09 de abril de 2018.

SILVA C.R.R. **Água Produzida na Extração de Petróleo**; Escola Politécnica-Departamento de Hidráulica e Saneamento, Bahia, 2000.

TIBBETTS, P.J.C.; BUCHANAN, I.T.; GAWEL, L.J.; LARGE, R. (1992) **A comprehensive determination of produced water composition**. In: Ray, J.P. & Engelhardt, F.R. (ed.). Produced water: technological/ environmental issues and solutions. New York: Plenum Publishing Corp. p. 97-113.

VON SPERLING, M.; **Introdução a Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**; Universidade Federal de Minas -Belo Horizonte, 2005.