

## ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA PRODUZIDA PROVENIENTE DA BACIA DO RECÔNCAVO BAIANO

George Simonelli<sup>1</sup>; Jôsy Suyane de Brito Souza<sup>2</sup>; Jéssyca Beatriz Alves Palmeira<sup>3</sup>; Luiz Mário Nelson de Góis<sup>4</sup>; Luiz Carlos Lobato dos Santos<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [gsimonelli@ufba.br](mailto:gsimonelli@ufba.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [josysbsouza@yahoo.com.br](mailto:josysbsouza@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [jessyca.bpalmeira@gmail.com](mailto:jessyca.bpalmeira@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [lmario@ufba.br](mailto:lmario@ufba.br)

<sup>5</sup> Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [lclsantos@ufba.br](mailto:lclsantos@ufba.br)

### RESUMO

Água produzida (AP) é um efluente de volume expressivo oriundo da produção de petróleo e geralmente possui alto teor de salinidade, produtos químicos tóxicos, sólidos dissolvidos e teor de óleos e graxas, que dificultam sua disposição final. Com o aumento do seu volume em campos maduros, surge a necessidade de se pensar em uma destinação adequada para a mesma, seja ela descarte ou reinjeção. É necessário que a AP tenha algumas características definidas. Para o descarte, é preciso se enquadrar nas resoluções do CONAMA, e para reinjeção, ter quantidades não comprometedoras de elementos que provoquem incrustações, corrosões e tamponamentos no sistema de produção. Desejando-se caracterizar físico-quimicamente a água, foram realizadas análises de pH, teor de óleos e graxas (TOG), sólidos em suspensão, condutividade e salinidade, seguindo as normas do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, com algumas adaptações, para uma água produzida proveniente de um campo do Recôncavo baiano. Foram encontrados valores médios de teor de óleos e graxas de 38 mg/L com desvio padrão de  $\pm 1$  e de salinidade de 47566 mg/L com um desvio padrão de  $\pm 610$ . De posse dos resultados obtidos observou-se que a água precisa ser tratada previamente seja qual for sua destinação, descarte ou reinjeção.

Palavras-chave: Água Produzida, Caracterização Físico-química, Recôncavo Baiano.

## 1. INTRODUÇÃO

A água produzida é uma das frações obtidas a partir da extração do petróleo. Geralmente é produzida em volumes significativos, especialmente no caso de campos maduros (FRASER; VIEIRA; FERREIRA, 2011).

Alguns componentes básicos podem ser destacados como normalmente presentes. Normalmente em sua composição constata-se a presença de óleo solúvel, emulsificado e insolúvel, compostos inorgânicos, como sais e metais, sólidos totais dissolvidos, como grãos de rochas de formação, gases dissolvidos, como dióxido de carbono, oxigênio, sulfeto de hidrogênio e bactérias. Em função dessa composição, os parâmetros: teor de óleos e graxas, sólidos em suspensão, pH, salinidade, alcalinidade, cloretos, condutividade e dureza, geralmente são analisados em águas produzidas. Os pesquisadores Vieira (2011), Vieira (2012) e Prestrelo (2006) realizaram estudos visando analisar os parâmetros destacados acima.

Em função das características apresentadas pela água e dos interesses do setor de produção de petróleo, define-se a sua destinação. Os destinos geralmente escolhidos são: descarte ou reinjeção (FRASER; VIEIRA; FERREIRA, 2011).

Quanto ao descarte, o mesmo só pode ser realizado em conformidade com as exigências contidas nas Resoluções do CONAMA, sendo que as únicas restrições impostas por essa legislação são referentes a salinidade e ao teor de óleos e graxas. Já para a reinjeção, não existe normalização específica. Porém, segundo Vieira (2012), Fraser, Vieira e Ferreira (2011) e Veguería, Godoy e Miekeley (2002), caso a água não seja tratada, alguns problemas podem surgir, tais como: tamponamento, corrosão e incrustação no sistema de produção de acordo com as características apresentadas pela água.

Assim sendo, esta pesquisa propõe caracterizar a água produzida proveniente de um campo de exploração localizado na bacia do Recôncavo baiano. Além da caracterização, é discutida de acordo com os parâmetros observados para a água (pH, sólidos em suspensão, teor de óleos e graxas, condutividade e salinidade) a destinação mais recomendada.

## 2. METODOLOGIA

A água produzida foi coletada diretamente da área de produção em visita realizada em uma indústria de extração de petróleo, localizada no Recôncavo baiano. A água foi armazenada em bombonas plásticas virgens. Foram coletados cerca de 10 L de

água divididos em 2 recipientes e foi armazenado sob refrigeração de 15° C. Esperou-se cerca de 45 dias para realização das análises a fim de haver separação gravitacional entre o óleo e a água produzida. Ao fim desse tempo, o óleo solidificou-se na parte superior do recipiente e a água permaneceu líquida na parte inferior. Para ter acesso a água, abriu-se uma cavidade no óleo e com o auxílio de uma pipeta a água foi transferida para balões volumétricos de fundo chato.

A escolha das análises para a caracterização dessa água foi baseada no que Vieira (2011) considerou como quantidade mínima e essencial de parâmetros analisados. Tais parâmetros são: teor de óleos e graxas (TOG), pH, sólidos em suspensão, condutividade e salinidade.

### 2.1. Teor de Óleos e Graxas (TOG)

A análise do TOG foi realizada durante a visita ao laboratório da empresa utilizando o método 5520 C do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1976).

Para extração do óleo, acidificou-se 140 mL da amostra de água produzida com 0,5 mL de solução de HCl 1:1, e transferiu-se para um funil de decantação. O recipiente onde a amostra da água estava armazenada foi

lavado com 30 mL de n-hexano, que também foi transferido para o funil. Agitou-se o funil vagarosamente por 2 minutos e deixou-se ocorrer a separação das fases. Com um funil simples contendo um papel de filtro com 10 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro, filtrou-se a parte do solvente separado para um balão volumétrico de 100 mL, e completou-se o balão com o n-hexano. Em seguida, leu-se no espectrofotômetro a absorvância da amostra utilizando comprimento de onda igual a 257 nm (APHA, 1976).

### 2.2. pH

A determinação do pH foi realizada pelo pHmetro da marca TECNOPON mPA-210, previamente calibrado. A análise foi realizada em triplicata.

### 2.3. Sólidos em Suspensão

Mediu-se 250 mL da água produzida em uma proveta, e filtrou-se a vácuo com auxílio de uma bomba de marca PRISMATEC - 131, utilizando um papel filtro quantitativo faixa preta que foi inicialmente pesado. Após a filtração, o papel de filtro com a cápsula filtrante foi colocado na estufa de marca TECNAL sob uma temperatura de 104 °C, no intervalo de 2 horas. Em seguida, colocou-se em um dessecador por 15 min e o papel filtro

foi novamente pesado. O processo foi repetido até que o peso registrado fosse constante. A concentração dos sólidos em suspensão corresponde a diferença entre massa do papel de filtro após e antes da filtração, como mostra a Equação 1.

$$\text{mg L}^{-1} = \frac{(A - B) \cdot 1000}{V} \quad [1]$$

Em que A é a massa do papel de filtro com o resíduo, B é a massa do papel de filtro antes da filtração e V é o volume filtrado.

#### 2.4. Condutividade e Salinidade

Para a determinação da condutividade utilizou-se o condutímetro da marca LAB1000 mCA-150, previamente calibrado. A análise foi realizada em triplicata. A condutividade saiu expressa na unidade  $\mu\text{S/cm}$ . A partir desse resultado pode-se calcular o valor da salinidade da água. A salinidade foi calculada através da Equação 2.

$$S = C^{1,0878} \cdot 0,4665 \quad [2]$$

Em que S é a salinidade em g/L e C é a condutividade elétrica em  $\mu\text{S/cm}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela caracterização da água produzida estão na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da água produzida proveniente do Recôncavo baiano.

Parâmetro	Resultado	Desvio Padrão
pH	8,34	$\pm 0,14$
Sólidos em Suspensão (mg/L)	676	$\pm 7$
Teor de Óleos e Graxas (mg/L)	38	$\pm 1$
Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )	70,20	$\pm 0,83$
Salinidade (mg/L)	47566	$\pm 610$

O pH básico encontrado pode ser explicado pela origem da água produzida. A mesma pode ter sido extraída de um reservatório composto de rochas carbonáticas. Segundo Vieira (2012) visando a reinjeção, um pH inferior a 6,5 pode ocasionar corrosão do sistema de produção, já um pH acima de 8,5 pode acarretar incrustações. Como o pH médio da água analisada foi de 8,34, a mesma ainda está dentro dos limites aceitáveis, mesmo levando em consideração o desvio padrão de  $\pm 0,14$ .

Quanto aos sólidos em suspensão, a preocupação existe em razão do mesmo poder provocar a obstrução dos equipamentos e do

reservatório. Pode-se observar que o valor dos sólidos suspensos na água analisada é de 676 mg/L, com desvio padrão de  $\pm 7$ , que comparado ao valor máximo de 106,1 mg/L mencionado por Gabardo (2007) mostra-se altamente elevado.

Já para a salinidade, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005 a água é considerada salina, quando apresenta valores superiores a 30000 mg/L. Portanto, a AP analisada é bastante salina, já que apresenta um resultado de 47566 mg/L, sendo superior a salinidade da água do mar que varia, geralmente, de 33000 a 37000 mg/L. Para o descarte em rios e lagos a água mostra-se inadequada, pois grandes concentrações de salinidade comprometem a vida de animais e plantas, porém em alto mar, comparando o volume da AP ao do oceano, a mesma iria se diluir, não prejudicando assim, o meio (SANTOS, 2008).

Quanto ao processo de reinjeção, Santos (2008) afirma que alto teor de salinidade pode provocar incrustações no sistema de produção. Logo, a água também pode ser comprometida para este fim, tendo em vista que a mesma é considerada salobra, ou seja, apresenta um valor superior a 30000 mg/L.

Com relação a condutividade, segundo Vieira (2012) quando apresenta valores acima de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a água apresenta características altamente corrosivas, o que não é o caso da

AP analisada, já que a sua condutividade foi de 70,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Quanto ao teor de óleos e graxas, em relação ao descarte da água, o CONAMA com a Resolução nº 357/2005 diz que o valor máximo deve ser de 29 mg/L. Logo, a água produzida caracterizada está fora da especificação para o descarte, visto que seu valor foi de 38 mg/L.

Para reinjeção, no caso do TOG, segundo Vieira (2012) não se tem valores tabelados. Porém, 38 mg/L é uma quantidade significativa, o que pode provocar tamponamento dos poros da rocha, necessitando assim, de um tratamento para redução do TOG, caso seja escolhida essa forma de destinação.

#### 4. CONCLUSÕES

A água foi caracterizada com sucesso em relação aos parâmetros: pH, sólidos em suspensão, teor de óleos e graxas, condutividade e salinidade. Quanto ao estudo de suas características físico-químicas, visando destinação adequada, verificou-se que tanto para o descarte, quanto para a reinjeção, a água não se enquadra em certas recomendações do CONAMA ou da literatura. Logo, faz-se necessário tratamento prévio da mesma antes da destinação escolhida, seja ela descarte ou reinjeção.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PRH-52 – ANP/MCTI - UFBA – Programa de Recursos Humanos em Petróleo e Meio Ambiente da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia – UFBA pelo suporte financeiro e material para desenvolvimento deste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 14 ed. APHA American Public Health Association, 1976.

CONAMA, Resolução. 357, de 17 de Março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**, v. 357, 2005.

FRASER, R. T. D.; VIEIRA, V. M.; FERREIRA, D. F. **Considerações acerca de um modelo regulatório para o gerenciamento ambiental da água produzida resultante da extração de petróleo no Estado da Bahia**. In: Simposio de Geologia do Nordeste, 24. 2011. Aracajú.

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**. 2007. 250f. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

PRESTRELO, R. C. **Aplicação do conceito de produção mais limpa no gerenciamento do uso da água em atividades terrestres de exploração e produção de petróleo**. 2006. 222f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

SANTOS, A. O. **Estudo da resistência a corrosão em aço e revestimentos visando aplicação em hastes de bombeio de petróleo**. 2008. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes, Aracaju, 2008.

VEGUERÍA, S. F. J.; GODOY, J. M.; MIEKELEY, N.; **Environmental impact studies of barium and radium discharges by produced waters from the “Bacia de Campos” oil- field offshore platforms**,



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Brazil. Journal of Environmental  
Radioactivity. v. 62, p. 29-38, 2002

VIEIRA, G. C. B. C. **Estudo das técnicas de tratamento da água produzida no poço 01-QB-04-BA visando sua reinjeção.** 2012. 55f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Minas com Habilitação em Petróleo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

VIEIRA, V. M. **Água produzida no Segmento onshore de petróleo – caracterização de cenários na Bahia e prospecção de soluções para gerenciamento.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental, Recursos Hídricos e Hidrogeologia) – Centro de pesquisa em geofísica e geologia, Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA.



**[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)**  
**.br**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)