

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E TRATAMENTO VIA ADSORÇÃO DA ÁGUA PRODUZIDA DE UM POÇO ONSHORE DE PETRÓLEO LOCALIZADO NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN

Romildo Lima Souza<sup>1</sup>, Raphael de Andrade Braga<sup>1</sup>, Antonio José Ferreira Gadelha<sup>2</sup>, Danielly Vieira de Lucena<sup>1</sup>, Clarice Oliveira da Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Campina Grande – [romildolimasouza@gmail.com](mailto:romildolimasouza@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Sousa – [antonio.gadelha@ifpb.edu.br](mailto:antonio.gadelha@ifpb.edu.br)

### RESUMO

No ramo das indústrias petrolíferas existem vários fatores que podem prejudicar e trazer efeitos negativos ao meio ambiente. No que diz respeito à extração do petróleo, um dos poluentes que se apresenta em maior quantidade, é a Água Produzida (AP). Nela estão contidas algumas substâncias que, caso seu destino final for realizado de forma inadequada, podem comprometer vários aspectos do meio ecológico, tais como a poluição do solo e afetar os lençóis freáticos. Devido a esses fatos, percebe-se a necessidade de se fazer estudos acerca desse fluido para que complicações não venham a acontecer, por este motivo o nosso estudo tem como objetivo avaliar físico-quimicamente alguns parâmetros, tais como pH, acidez, alcalinidade, condutividade, salinidade, turbidez e o teor de óleos e graxas da Água Produzida, em um poço de petróleo localizado no município de Mossoró-RN, além de testar a efetividade de um filtro para adequação de parâmetros que possivelmente estejam fora dos limites permitidos pela legislação. A partir das pesquisas realizadas, obtiveram-se constatações de que alguns parâmetros analisados estão acima do permitido por resoluções de órgãos específicos para descarte da água no ambiente, e que, ao passar pelo processo de filtragem, obtiveram diminuição no seu valor, tornando a água produzida passível de descarte, frisando assim, a importância de se ter estudos desse fluido, a fim de não fazer o manejo e o encaminhamento da AP incorretamente, sem tratamentos.

**Palavras-chave:** água produzida, análise, filtro, adsorção, meio ambiente.

### INTRODUÇÃO

A água produzida (AP) é definida como a água que está inicialmente contida no subsolo e nas formações que é trazida até a superfície durante o processo de produção e extração do petróleo e gás dos poços produtores. (GUERRA; DAHM; DUNDORF, 2006)

Entre os aspectos da AP que merecem mais 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).

Seus componentes básicos podem ser dispostos nas seguintes categorias:

microrganismos, gases dissolvidos, sólidos da produção, compostos químicos residuais da produção, minerais dissolvidos da formação e óleo (MOTTA et al., 2013).

Além do volume de AP, sua composição, ou sua qualidade, também pode variar consideravelmente. Dois fatores influenciam de forma significativa as características físicas, químicas e biológicas da AP: a formação geológica e a localização geográfica do reservatório (STEWART & ARNOLD, 2011).

É bastante importante se fazer estudos da composição química da água produzida, pois a partir de tais análises, se pode entender os efeitos do descarte desse efluente no meio ambiente, especialmente no meio marinho. Isto ocorre pelo motivo da grande variabilidade na toxicidade, os diferentes compostos orgânicos que se encontram dissolvidos na água produzida e que terão uma distribuição fortemente afetada por processos como evaporação, sedimentação e adsorção. (GABARDO, 2007)

Diante do exposto, algumas substâncias indesejadas, como óleo, se encontram dissolvidas ou dispersas na AP, restringindo assim, sua reinjeção em poços e o descarte no meio ambiente, visto que esses elementos que acompanham à AP podem ter efeitos prejudiciais como: a contaminação do solo, que é um dos principais problemas

ambientais da atualidade, além da poluição de lençóis freáticos. Destarte, evidencia-se a importância de realizar pesquisas e análises acerca desse fluido, para que a eliminação e/ou a reutilização da AP sejam feitos de forma correta e prudente, respeitando sempre as normas estabelecidas pelo CONAMA e outros órgãos reguladores.

A filtração é uma das técnicas mais viáveis economicamente para fazer a remoção de contaminantes que venham a estar contidos no fluido. Tal retenção pode ser feita através de alguns elementos filtrantes, como, por exemplo, o carvão mineral.

Mediante essa problemática, este trabalho teve como objetivo avaliar alguns parâmetros físico-químicos, como pH, acidez, alcalinidade, condutividade, salinidade, turbidez, e o teor de óleos e graxas (TOG) da água produzida de um poço produtor onshore de petróleo no município de Mossoró-RN, além de testar a efetividade do filtro elaborado para adsorção na tentativa de adequação de tais fatores.

## MÉTODOS

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



## II CONEPETRO

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

Obteve-se fração de água produzida, cedida em cooperação com a empresa UTC Engenharia, de um poço produtor localizado em Mossoró-RN para realização dos experimentos.

As técnicas analíticas utilizadas na amostra de água produzida estão apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1: Técnicas analíticas utilizadas na caracterização da Água Produzida (AP).

Parâmetros	Técnicas Analíticas
pH	Potenciometria
Acidez	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade	Titulação Potenciométrica
Condutividade	Condutimetria
Salinidade	Condutimetria
Turbidez	Nefelometria
TOG	Espectroscopia no infravermelho

O filtro utilizado foi construído através de materiais específicos, como tubos de policloreto de vinila (PVC) e alguns equipamentos auxiliares. No interior do tubo cilíndrico, estava contido, na parte inferior, 10 cm de brita; na intermediária, 12 cm do elemento filtrante; e, na parte superior, 8 cm de areia. O elemento filtrante utilizado foi o carvão ativado, em que no qual foram dados alguns tratamentos, como lavagem para retirada de detritos, até está apto para utilização no processo de filtragem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 revela os resultados dos parâmetros físico-químicos para a amostra de água produzida antes de ser submetida à filtragem, coletada em poço produtor do município de Mossoró-RN.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos da amostra de Água Produzida (AP) e os seus respectivos valores antes do processo de filtração por adsorção em carvão mineral ativado.

Parâmetros	Amostra	Valores Padrão
pH	6,71	5-9*
Acidez (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	60	-
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	328	-
Condutividade (mS/cm)	33,00	-
Salinidade (ppm NaCl)	16.400	-
Turbidez (NTU)	190	Até 40 NTU**
Teor de óleos e Graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	38,46	Até 20 mg.L <sup>-1</sup> **

\* Valores estabelecidos pela Resolução n° 430/2011 do CONAMA (BRASIL, 2011).

\*\* Valores estabelecidos pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

**Nota:** Não existem valores máximos definidos para descarte por resoluções para os parâmetros de condutividade e salinidade.

A Resolução nº 430/2011 do CONAMA (BRASIL, 2011), estabelece que para que algum efluente seja descartado no meio ambiente, seja ele terrestre ou marinho, seu potencial Hidrogeniônico (pH) deve estar entre 5 e 9. A Água Produzida analisada obteve um valor de pH igual a 6,71, estando dentro do limite estabelecido pela norma vigente e, conseqüentemente, sendo passível de descarte considerando apenas tal parâmetro, no entanto, tal valor de pH é enquadrado na escala de pH com um nível levemente ácido, podendo trazer alguns problemas, como possíveis corrosões e incrustações nos materiais, causando assim, se reinjetados em equipamentos utilizados na indústria petrolífera, prejuízos e gastos extras para a empresa responsável.

Na acidez foi obtido o valor de 60 mg CaCO<sub>3</sub>/L, a acidez é o oposto da alcalinidade, relaciona-se com a capacidade da substância de resistir, quantitativamente, às alterações no pH causados por uma base. Não há valores de referência para esse parâmetro na legislação.

A alcalinidade se relaciona com a quantidade de íons da água capacitando-os de neutralizarem um ácido. A AP apresentou um

valor de 328 mg CaCO<sub>3</sub>/L estando, então, na faixa de águas naturais, entre 30 a 500 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>. Além disso, observou-se que a alcalinidade do fluido é constituída inteiramente por bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Condutividade de uma substância é entendida como a capacidade que esta tem de realizar a condução de corrente elétrica, em função da presença de íons que estejam dissolvidos nela. Na amostra analisada, foi obtido o valor de 33,0 mS/cm. De acordo com o resultado, pode-se constatar que a AP averiguada possui uma quantidade considerável de íons dissolvidos, justificando sua condutividade elevada, visto que condutividade e quantidade de íons dissolvidos estão relacionadas de maneira diretamente proporcional. Não existem valores mínimos e máximos determinados por resoluções para o limite de condutividade e salinidade que a AP deve apresentar, para que seu descarte seja permitido.

“A turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma” (COUTO, 2012). Em conformidade com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), o limite de turbidez que alguma substância pode apresentar para que seu descarte possa ser feito de maneira permitida é respectivamente 40 NTU, entretanto a amostra de AP analisada

apresentou um valor exorbitantemente maior que o estabelecido por tal norma, sendo de 190 NTU. Tal valor de turbidez tão elevado pode trazer vários riscos ao sistema ecológico se descartada, principalmente o ambiente marinho, como é o caso de dificultar a fotossíntese de organismos aquáticos, diminuindo, assim, o teor de oxigênio dissolvido. Isso acontece, pois a turbidez, como citado, dificulta a penetração de luz na água.

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) estabelece que o descarte de substâncias com teor de óleo e graxas deve ser de no máximo 20 mg.L<sup>-1</sup>. Na amostra analisada, o valor obtido de TOG que estava contido na AP foi de 38,46 mg.L<sup>-1</sup>, ultrapassando o limite permitido para descarte pela norma vigente. Esse teor é um dos principais a serem reduzidos no processo de descarte da água produzida, uma vez que o óleo e os componentes presentes na AP são grandes contaminantes do meio ambiente, podendo provocar grandes impactos, se descartados no solo ou em mar, além de ser uma das maiores preocupações da indústria de petróleo.

Após a análise e quantificação dos resultados da AP, a amostra foi submetida à filtração por meio de adsorção em carvão mineral ativado, obtendo os resultados descritos na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos da amostra de Água Produzida (AP) e os seus respectivos valores depois do processo de filtração por adsorção em carvão mineral ativado.

Parâmetros	Amostra	Valores Padrão
pH	7,89	5-9*
Acidez (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	20	-
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	268	-
Condutividade (mS/cm)	23,7	-
Salinidade (ppm NaCl)	16.000	-
Turbidez (NTU)	13,6	Até 40 NTU**
Teor de óleos e Graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0	Até 20 mg.L <sup>-1</sup> **

\* Valores estabelecidos pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA (BRASIL, 2011).

\*\* Valores estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

**Nota:** Não existem valores máximos definidos para descarte por resoluções para os parâmetros de condutividade e salinidade.

De acordo com o obtido após o processo de filtragem, pode-se verificar a mudança e melhoria de diversos parâmetros, como o pH ácido (6,71), que após a filtragem passou a ter um caráter básico (7,89). Tal mudança contribui para reduzir ou eliminar possíveis corrosões nas tubulações e/ou equipamentos que entrassem em contato com a substância. Dessa forma, o índice de acidez teve uma redução de 66,6% em relação ao valor inicial.

O parâmetro de alcalinidade sofreu uma leve redução no seu valor, com cerca de 18,3%, passando de 328 mg CaCO<sub>3</sub>/L para 268 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

Em relação à salinidade e à condutividade, os valores obtidos antes do filtro foram de 16.400 ppm NaCl e 33,00 ppm NaCl, respectivamente. Após os processos de filtração, constataram-se valores de 16.000 ppm NaCl e 23,7 ppm NaCl, nessa ordem. Podendo, então, classificá-los no limite da margem de erro de medição e especificá-los como constantes.

Houve grande redução da turbidez da amostra, em que reduziu de 190 NTU para um índice de 13,6 NTU, ou seja, a turbidez passou por uma diminuição de cerca de 92,3% em seu valor, a redução de tal fator evita danos às algas onde será descartada a AP, isso

acontece devido o seu potencial de diminuir a penetração da luz no meio aquoso, prejudicando a fotossíntese de algas e consequentes danos ao bioma marinho.

O TOG mostrou-se com a redução máxima possível através do método realizado, passou de 38,4644 mg.L<sup>-1</sup> para 0 mg.L<sup>-1</sup>. Esse teor é um dos principais a serem reduzidos no processo de descarte da água produzida, uma vez que o óleo e os componentes presentes na AP são grandes contaminantes do meio ambiente, podendo provocar grandes impactos, como a poluição de lençóis freáticos, se descartados no solo ou em mar, além de ser uma das maiores preocupações da indústria de petróleo, pois tem alto poder de causar impactos ambientais.

## CONCLUSÕES

Fundamentado nos resultados obtidos, constata-se que a água produzida analisada pode causar riscos ao meio ecológico, caso descartada sem nenhum tratamento, ou seja, da mesma maneira que ela chega à superfície, pois a mesma possui alguns parâmetros, como a turbidez e o teor de óleo e graxas que se apresentaram mais elevados que o permitido para descarte por resoluções de órgãos competentes.

No entanto, após a AP passar pelo processo de adsorção no filtro, os parâmetros



## II CONEPETRO

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

que possivelmente causariam impactos no meio ambiente foram minimizados exponencialmente, mostrando, assim, a eficácia do método de filtração utilizado, além de tornar a substância apta para descarte no meio ambiente sem causar nenhum tipo de impacto no mesmo, visto que um dos fatores mais relevantes na indústria do petróleo, o TOG, foi reduzido ao máximo, levando seu valor a zero.

Além disso, um dos parâmetros, pH, que, mesmo não estando fora do limite estabelecido para descarte, apresentou um valor característico de ácido e, após a filtração, alterou-se para um valor que é considerado básico, diminuindo a possibilidade desse fluido causar corrosões e incrustações nos equipamentos utilizados no setor petrolífero.

### REFERÊNCIAS

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (Estados Unidos). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: American Public Health Association, 2012.

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. BRASIL, 2005.

BRASIL, 2011. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **AS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES, COMPLEMENTA E ALTERA A RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. RESOLUÇÃO Nº 357/2005: RESOLUÇÃO Nº 430, de 13 de maio de 2011.** 2011.

Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 29 jul. 2015

COUTO, J. L. V. **Turbidez da água**, 2012.

Disponível em:

<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>> Acesso em 29 jul. 2015

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA E DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O SEU ENQUADRAMENTO, BEM COMO ESTABELECE AS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. RESOLUÇÃO Nº 357: RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005.** Brasil: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 27 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

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. 250 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2007. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhh4qjp7T>>

**www.conepetro.com  
.br**

(83) 3322.3222

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



**II CONEPETRO**

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

NAhXB5yYKHTXhC0gQFggwMAI&url=ht  
ps://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/12345678  
9/17798&usg=AFQjCNHECIkSbiKTjxqyDL  
FV8LyntsAOkg&sig2=75INs2A0Ismn-  
zbPUqkldw>. Acesso em: 19 jun. 2016.

GUERRA, Katie; DAHM, Katharine;  
DUNDORF, Steve. **Oil and Gas Produced  
Water Management and Beneficial Use in  
the Western United States**. 2006. 113 f. Tese  
(Doutorado) - Curso de Engenharia Química,  
Departamento do Interior dos Eua Bureau Of  
Reclamation, Colorado, 2011. Disponível em:  
<[https://www.google.com.br/url?  
sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1  
&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNmoDvo  
7TNAhXE4SYKHezJAvEQFggeMAA&url=  
https://www.usbr.gov/research/AWT/reportpd  
fs/report157.pdf&usg=AFQjCNEP8mlkaAbl](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNmoDvo7TNAhXE4SYKHezJAvEQFggeMAA&url=https://www.usbr.gov/research/AWT/reportpdfs/report157.pdf&usg=AFQjCNEP8mlkaAbl)>

GeXnokA3EjVDL9uIEA&sig2=5NAty4qHw  
5LSd81DfID3Zw>. Acesso em: 19 jun. 2016.

MOTTA, A. R. P.; BORGES, C. P.;  
KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K. P.;  
ARAUJO, P. M.; BRANCO, L. da P. N.  
**TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA  
DE PETRÓLEO PARA REMOÇÃO DE  
ÓLEO POR PROCESSOS DE  
SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS:  
REVISÃO**. Eng Sanit Ambient, v. 18, n. 1, p.  
15-26., 2013.

STEWART, M. & ARNOLD, K. (2011).  
**PRODUCED WATER TREATMENT  
FIELD MANUAL**. Part 1 - Produced Water  
Treating Systems, p. 1-134.

**www.conepetro.com**  
**.br**

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br