

## ANÁLISES DE ÁGUAS CONTAMINADAS DE POÇOS PETROLÍFEROS DO RIO GRANDE DO NORTE

Dulcimara Alves Pereira da Silva (1), Mário Tavares de oliveira Cavalcanti Neto(2) Sara Maria Caldas Rego (3), Ana Karla Costa de Oliveira(4)

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, CNAT – E-mail: [dulcimaraalves@hotmail.com](mailto:dulcimaraalves@hotmail.com)

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, CNAT – E-mail: [mario.tavares@ifrn.edu.br](mailto:mario.tavares@ifrn.edu.br)

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, CNAT – E-mail: [sara.rego@academico.ifrn.edu.br](mailto:sara.rego@academico.ifrn.edu.br)

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, CNAT – E-mail: [karla.costa@ifrn.edu.br](mailto:karla.costa@ifrn.edu.br)

### INTRODUÇÃO

Nas atividades de exploração e produção de óleo e gás são gerados resíduos e efluentes, dentre os quais se destaca a água produzida associada ao petróleo e gás presente na formação geológica do reservatório de petróleo. Geralmente, os campos de petróleo geram quantidades de água que aumentam com decorrer do tempo, atingindo valores de até 90%, quando o campo se encontra no seu estágio final de produção econômica (RAY & ENGELHARDT, 1992).

O tratamento e o descarte desse efluente tem se tornado um dos maiores desafios da indústria do petróleo atual. A problemática consiste na dificuldade de degradação de todos os compostos presentes na água produzida até um nível adequado que permita o descarte seguro desta água no meio ambiente ou até chegar ao ponto de ser utilizada na agricultura. A água produzida é tratada, até o limite de 20 mg/L (em termos de óleos e graxas) limite estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (resolução nº 430,2011), que "Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução nº 357/2005".

A água produzida consiste em toda água presente na exploração e produção de hidrocarbonetos, contaminada por metais pesados ( $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  na sua forma reduzida e etc.), óleo e gás emulsionado além de outros compostos como o fenol e o próprio petróleo que não teve como ser explotado. A composição da água produzida é complexa e variada com seus componentes oriundos do reservatório. Segundo Ramalho (1992), o petróleo possui uma complexidade química bastante elevada e, em alguns casos, possuindo mais de 10.000 componentes, variando desde os compostos orgânicos mais simples, como o metano, até as grandes e complexas moléculas dos asfaltenos.

Grande parte do volume de água produzida na Bacia Potiguar é oriunda da Formação Açú na borda sul da bacia, sendo composta por espessas camadas de até 1.000 metros de arenito (ANGELIM et al.,2006). A Unidade de Tratamento e Processamento de Fluido (UTPF) de Guimarães no Rio Grande do Norte (Brasil) são produzidos em torno de 100.000 m<sup>3</sup> desta água por dia, que seria suficiente para suprir uma cidade com meio milhão de habitantes (PROCON.2010). Segundo Kai (2005), o descarte no mar tem sido feito até o momento, de acordo com critérios locais e, muitas vezes, não claramente definidos por

(83) 3322.3222

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

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

órgãos governamentais. A disposição da água produzida tem um custo significativo e as tecnologias para seu tratamento devem respeitar a legislação vigente (BRASIL, 2007). Constatada a contaminação do meio por água produzida oriunda da exploração petrolífera, se faz necessário adotar uma metodologia que proporcione a redução do impacto no ambiente de descarte. De acordo com Allen e Robinson (1993) a porcentagem global de poluição é pequena, porém as quantidades localizadas são enormes, e podem causar danos.

Nesse contexto, o presente trabalho avaliou os parâmetros como pH, condutividade elétrica (ms/cm), densidade (g/mL), nitrato(mg/L), sulfetos (mg/L), teor de óleos e graxas (mg/L) e turbidez (NTU) das amostras de águas produzidas provenientes da exploração do petróleo, no polo petroquímico de Guamaré/RN, em 2015. Para realização do trabalho, o Grupo de Pesquisa Mineral (GPM) contou com parceria entre a PETROBRAS (amostras), UFRN (equipamentos de laboratório). e IFRN (equipe), a partir das atividades na Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN, no IFRN CNAT/RN.

## METODOLOGIA

Os trabalhos foram executados em quatro etapas: revisão bibliográfica, coleta de amostras, análises laboratoriais, registro de informações.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em materiais como artigos, dissertações e teses na área de tratamento de águas produzidas e petróleo.

Segundo Patricia Puglia, 2011, na tabela 1, tem-se os limites referência para os parâmetros principais avaliados na água produzida de petróleo:

**Tabela 01** – Limites recomendados de alguns parâmetros físico-químicos

VALORES DE REFERENCIA		
CONSTITUENTES	MINIMO	MÁXIMO
Cloro Residual	1mg/L	-
Cloreto	100 mg/L	350mg/L
Sólido em Suspensão	30mg/L	-
SDT	2mg/L	2000mg/L
PH	6,0	8,5
Sódio	70mg/L	70mg/L
TOG	-	20mg/L
Sulfetos	-	0,3mg/L

Fonte: Macuso e Santos (2003)

A água produzida utilizada foi obtida da alimentação de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da empresa PETROBRAS, consistindo em amostra real que foi utilizada nos ensaios. As amostras foram coletadas e acidificadas com HCl (1:1) por 24h para posteriores análises(figura 1)

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**

Figura 1 – Amostra real de água produzida-PETROBRAS



Foram realizadas medidas de pH via pHmetro TECNAL e condutividade elétrica por Condutivímetro NOVA INSTRUMENTS; a turbidez foi lida a partir de turbidímetro HANNA.

Os teores de nitrato e enxofre foram avaliados a partir de espectrofotômetro DR 2000 da HACH. Na avaliação de nitrato (0,00-30,00mg/L), adicionava-se o conteúdo de NitraVer 5 Nitrate Reagent powder pillow, e, sob comprimento de onda de 500nm, era lida a concentração das amostras para este parâmetro. Para amostras de maior concentração, observou-se coloração bastante amarelada.

Na leitura para sulfetos (0,00-0,66mg/L), sob onda de comprimento 665nm, observou-se que as amostras cuja concentração de sulfetos era mais expressiva, tomava uma coloração azul turquesa ao entrar em contato com os reagentes 1 e 2 (kit de reagentes utilizados no espectrofotômetro HACH DR 2000-- Cat. Nr. 1816.32 Cat. Nr. 1817.32); para concentração de 0 a 0,600 mg/L S<sup>2-</sup> (água, efluente, água salgada), método 8131(Azul de metileno). Este procedimento é equivalente aos métodos 376.2 USEP e 4500 Standard Method para efluentes.

A densidade das amostras foi realizada pelo método do picnômetro.

Para o Teor de Óleos e Graxas – TOG- foi utilizado um equipamento Infravermelho Médio, de comprimento de onda específico (2930 cm<sup>-1</sup>), da empresa Wilks Enterprise - InfraCal-TOG/TPH - Modelo HATR-T2, faixa de quantificação 0,0 mg/L - 90,0 mg/L.

## RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os resultados das medições realizadas em triplicata nas amostras industriais do pólo petroquímico de Guamaré:

**Tabela 02** – Valores obtidos através dos ensaios laboratoriais- IFRN e UFRN

RESULTADOS ANALÍTICOS				
PARAMETROS	1	2	3	MÉDIA
PH	8,01	7,99	8,02	8,01
Condutividade (ms/cm)	7,52	7,49	7,44	7,48
Turbidez (NTU)	73,50	71,00	73,40	72,63
Nitrato	12,10	12,00	11,60	11,90

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**

(mg/L)				
Densidade	1,15	1,11	1,09	1,12
(g/mL)				
TOG	147,00	140,00	139,00	142,00
(mg/L)				
Enxofre	0,54	0,66	0,55	0,58
(mg/L)				

De acordo com a tabela 2, os resultados de pH são satisfatórios em relação aos limites estabelecidos (Puglia, 2011); contudo, a alta condutividade elétrica nas amostras pode ser explicado pelo ambiente geológico onde se forma o petróleo, influenciando diretamente na salinidade. A avaliação da turbidez está intimamente ligada ao teor de óleos e graxas; quanto maior o teor de óleo, mais turva a amostra, assim, houve coerência nos resultados, tanto visualmente, quanto quantitativamente. Os valores de densidade são justificados pelo teor de sólidos, sais e materiais dispersos nas amostras, aumentando o volume específico destas; os teores de nitrato observados estão acima do que é permitido, embora este tipo de efluente, quando tratado, não seja indicado para indústria alimentícia, nem do gênero. É importante ressaltar que os valores obtidos nas análises para óleos minerais (TOG) e enxofre ultrapassam os limites estabelecidos pelo Conama 357 (20mg/L para óleo e 0,3mg/L para sulfetos) Figura 2.

**Figura 2** – Coloração azulada representando grande concentração de enxofre na amostra.



De acordo com a figura 2, a coloração azul turquesa (a partir do manual do aparelho espectrofotômetro DR 2000) apresenta grande concentração de sulfetos. Esta avaliação é qualitativa

(visual), mas a avaliação pelo aparelho, ou seja, quantitativa, resultou 0,66mg/L de sulfetos para esta amostra.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em triplicata demonstraram repetitividade e precisão das amostras, já que os valores encontrados foram próximos entre si. Constatou-se ainda que alguns parâmetros, no range estudado, estão acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357 (óleos e graxas e enxofre), assim, concluiu-se que trabalhos para tratamentos na água produzida dos poços do RN são sugeridos e devem ser realizados com fins de amenizar os impactos ambientais e combater os danos à fauna e flora potiguares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDIN, Z. Z. Review of technologies for oil and gas produced water treatment. Journal of Hazardous Materials, v. 170, p. 530 - 551, 2009.

AHMADUN, F.; PENDASHTEH, A.; ABDULLAH, L. C.; BIAK, D. R. A.; MADAENI, S. S.;

ALLEN, R. & ROBINSON, KEITH. Environmental Aspects of Produced Water Disposal. SPE 25549. 1993. BOLTON, J. R., BIRCHER, K. G., TUMAS, W., TOLMAN, C. A. Figures-of-merit for the technical development and application of advanced oxidation processes. Journal of Advanced Oxidation Technologies, nº 02, novembro, 1995.

ANGELIM, L. A. de A. (org.) et al. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000: Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRMSEDEC-RNFAPERN, 2006. 119 p.

BRASIL (Estado). Constituição (2005). Resolução nº 053, de 18 de março de 2015. Dispõe Sobre A 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. 1. ed.

CARVALHO, P. C. A. P. Caracterização de água produzida na indústria de petróleo para fins de descarte e otimização do processo de separação óleo/água. 116f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

CONAMA 430/2011. Altera a resolução n 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Data da legislação;13/0/2011-Publicação D.O. U. n92, de 16/05/2011.

KAI, YURIKA FUKUSHIMA. Estudo para destinação de água de produção de petróleo. Dissertação de Mestrado; Universidade de São Paulo, 2005.

MANCUSO, S. C. P & SANTOS, F. H; Reúso de água: ed. 1, São Paulo, Manole / USP,2003

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**

PROCON (Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor). **ÁGUA: Consumo, Economia e Direitos do Consumidor**. São Paulo, 2009. Acesso em 28 de janeiro de 2009. Disponível em: <http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=835>

RAMALHO, J.B.V.S. Curso básico de processamento de petróleo: tratamento de água oleosa, RPSE/DIROL/SEPET, Rio de Janeiro, 1992.

RAY,J.P;ENGELHARDT,F.R.Produced Water: Technological Environmental Issues and Solutions .James P. Ray& F.Rainer Engelhardt Eds.,Plenum Press,New York, 616 p,1992