

## DESSULFURIZAÇÃO DE ÁGUAS PRODUZIDAS DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO UTILIZANDO AMINAS COMERCIAIS.

Débora Raíssa Freitas de Souza (1) Lourdes Rayla Nascimento Andrade (2)  
Ítalo Azevedo de Souza Júnior (3) Ana Karla Costa de Oliveira (4)

*INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, karla.costa@ifrn.edu.br*

**Resumo:** Na indústria do petróleo, vários fatores podem agredir o meio ambiente, no que se diz respeito à produção, o fator mais relevante é a água de produção juntamente com o petróleo, devido o seu grande volume na produção. A água de produção contém geralmente alta salinidade, minerais, óleos, sólidos e gases dissolvidos e dispersos, produtos químicos adicionados aos diversos processos de produção e alguns metais pesados que possivelmente estão associados aos sulfetos. Quando contaminada com sulfetos, sendo este o pior dos contaminantes presentes, trazem várias consequências, entre elas a corrosão das tubulações e em demais peças, quando em contato com o solo causam contaminação e em cursos de água a morte de animais e plantas. Tendo em vista esses problemas, o presente trabalho tem como objetivo. Dessa forma, testaram-se três aminas solubilizadas em querosene de aviação para avaliar o potencial de remoção de enxofre nas águas produzidas. Análises como pH, densidade, turbidez, condutividade, nitrato também foram realizadas na água bruta e na água de saída. A amina Duomeen O apresentou melhor eficiência, com 82% de remoção.

**Palavras-chave:** Água produzida, Contaminação, Petróleo

### 1.Introdução

A indústria do petróleo é um segmento que tem crescido bastante devido ao seu destaque a nível mundial. Seus processos de extração, produção, refino, transporte, dentre outros processos globais, requerem pesquisas constantes de inovação em tecnologias buscando sempre a otimização de tempo e êxito nesses processos, sempre visando a segurança sem afetar o meio ambiente.

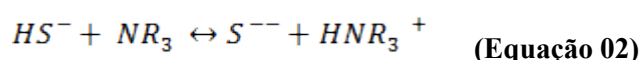
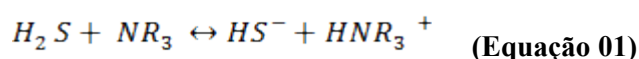
Nessa indústria, vários fatores podem agredir o meio ambiente, no que se diz respeito à produção, o fator mais relevante é a água de produção juntamente com o petróleo, devido o seu grande volume na produção. A água de produção contém geralmente alta salinidade, minerais, óleos, sólidos e gases dissolvidos e dispersos, produtos químicos adicionados aos diversos processos de produção e alguns metais pesados que possivelmente estão associados aos sulfetos. Quando contaminada com sulfetos, sendo este o pior dos contaminantes presentes, trazem várias consequências, entre elas a corrosão das tubulações e em demais peças, quando em contato com o solo causam contaminação e em cursos de água a morte de animais e plantas.

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

A resolução CONAMA 357 (Conselho Nacional de Meio- Ambiente )de março de 2005 estabelece os limites das concentrações de águas contaminadas para descarte; no caso dos sulfetos, essa concentração não deve ultrapassar 0,3 ppm. Embora isto seja referência na indústria do petróleo para o enxofre, e o valor de concentração seja considerado pequeno, são detectados ainda, em águas descartadas, teores que ultrapassam os limites da legislação. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de trabalhos que minimizem os teores de enxofre, reduzindo os impactos ambientais e que estes sejam favoráveis à reutilização da água produzida.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a utilização de três diferentes aminas comerciais para avaliação de eficiência de remoção do enxofre. As aminas foram solubilizadas em querosene de aviação (QAV), e as amostras de água de produção cedidas pela PETROBRAS foram submetidas a contato com as aminas. O processo de remoção dos sulfetos foi avaliado através de espectrofotômetro modelo DR 2000. Bara, 2012 cita que soluções de amina aquosas são os solventes químicos mais comuns para remoção de H<sub>2</sub>S, onde o ácido é neutralizado com soluções de amina alcalina. O H<sub>2</sub>S reage rapidamente e diretamente com a 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> ou 3<sup>a</sup> aminas para formar o bissulfeto HS<sup>-</sup> e um cátion de amina protonada (Equação 01). O bissulfeto reage então com outra amina para formar o sulfeto e outra amina protonada equivalente (Equação 02).



## 2. Metodologia de estudo

### 2.1 Fundamentação teórica

#### 2.1.1 Água de Produção

Água de produção é o efluente resultante dos processos de separação existentes nas estações de coleta e de tratamento na produção de petróleo (Lima ,1996). Chamada assim por estar relacionada à produção, é um subproduto indesejável presente na extração do petróleo. Ela se dá quando uma grande quantidade de água, que antes estavam nas rochas subterrâneas, é produzida junto ao petróleo. A ascensão deste volume resultante acarreta em elevados riscos ao meio ambiente, esses riscos associados à água de produção podem variar em função da

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

composição da água, das características e profundidade do local em produção, da sua disposição final, além de apresentar altos valores de salinidade e diversos outros poluentes.

A água de produção pode ser aquela que é formada desde o início da formação do reservatório que dar-se o nome de Água Conata, ou sua mistura com a água que pode estar sendo utilizada no poço em processos de recuperação secundária, sendo esta denominada de Água de Injeção.

### **2.1.2 Sulfetos**

Sulfeto é uma combinação de enxofre com algum metal, é originado por meio da cristalização dos magmas com  $H_2S$  na fase fluida, quanto maior a pressão de  $H_2S$ , maior a quantidade de sulfetos, o enxofre pode ser a base de uma magma sulfetado, sendo insolúvel. Também podem ser originados pela desgaseificação dos magmas em profundidades terrestres ou em profundidades submarinas. Devido a atmosfera oxidante dos tempos atuais há dificuldade de formação na superfície, nesse caso forma normalmente enxofre metálico ou sulfatos. Na superfície terrestre, durante a formação das rochas sedimentares, o sulfeto pode ser formado desde que não haja oxigênio no ambiente, podendo formar-se devido a putrefação da matéria orgânica. O  $H_2S$  libera  $SO_2$  que é um dos principais poluentes atmosféricos e causador das chuvas ácidas, além de ocasionar corrosões, principalmente em tubulações. Na indústria do petróleo, a presença do  $H_2S$  consiste em um sério problema necessitando de soluções economicamente viáveis para sua resolução. A água de produção com elevadas concentrações de sulfetos em contato com o solo pode provocar contaminação do lençol freático, o acúmulo de produtos tóxicos em plantas e animais, em contato com cursos de água, pode acarretar na extinção da vida existente no mesmo, desta forma, sendo indispensável o seu tratamento.

### **2.2 Procedimento experimental**

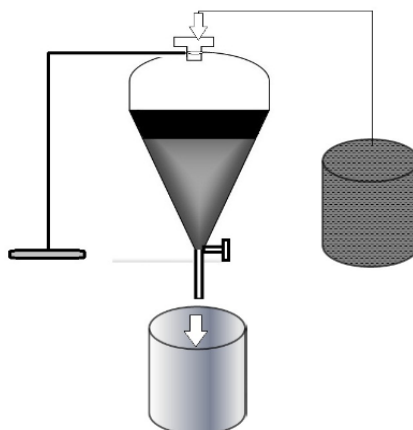
A etapa inicial do trabalho foi medir a concentração de entrada na amostra bruta para sulfeto em espectrofotômetro DR 2000.

A relação de QAV para amostra de água de produção consistiu em 1/3, perfazendo 62,5mL de QAV e 187,5mL de água produzida, numa solução de 250mL. As concentrações de cada amina comercial, sendo três aminas utilizadas para os testes (DUOMEEN O, ARCUAD

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

**www.conepetro.com.br**

2C-75 E DUOMEEN T), variou em 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 em relação ao volume de QAV. Inicialmente a quantidade de QAV foi medida em proveta de 100mL e a água de produção medida em proveta de 250mL. A porcentagem de amina era medida com pipeta e inserida no volume de QAV. O QAV e a amina eram homogeneizados em agitador magnético. Posteriormente, a água de produção era colocada em contato com o solvente em funil de separação de 500mL em leve agitação para evitar perda de sulfetos (Figura 01).



**Figura 01 – Aparato experimental para remoção de sulfetos na água de produção**

A mistura era deixada em repouso durante 15min e a concentração de água de saída era medida em espectrofotômetro DR 2000 (Figura 02) para avaliação de eficiência de amina na remoção do sulfetos.



**Figura 02 – Amostras em cubetas prontas para leitura- O azul forte demonstra grande concentração de enxofre**

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

### 2.3 Análises

Foram realizadas análises de pH em pHmetro da Digimed, condutividade em condutivímetro Digimed, turbidez em turbidímetro digital da LABLINE, densidade através do método de picnometria e nitrato em espectrofotômetro DR 2000 para água bruta e saída (Figura 03).



Figura 03- Medição de Ph

### 3. Resultados

Inicialmente foram medidos todos os parâmetros físico químicos da água bruta em bancada, como visto na tabela 01:

Tabela 01 – Resultados de medidas na água bruta

PARÂMETROS	RESULTADOS DE
------------	---------------

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

	<b>MEDIDAS</b>
<b>Ph</b>	8,01
<b>Condutividade</b>	7,01mS/cm
<b>Turbidez</b>	73,5NTU
<b>Densidade</b>	1,15g/mL
<b>Nitrato</b>	12,1ppm
<b>Teor de sulfetos</b>	0,547 ppm

Nos primeiros resultados, já percebeu-se a alta salinidade, indicada pela alta condutividade, bem como a densidade da água produção foi bastante significativa e o teor de sulfetos. A turbidez alta indicou a presença de sólidos na água de produção, interferindo na sua transparência.

Posteriormente à etapa de contato de cada amina com a água de produção, as mesmas medidas realizadas na água bruta foram realizadas na água de saída para comparação, como visto na tabela 02:

**Tabela 02 – Resultados das medidas na água de saída nas diferentes concentrações usadas de aminas em porcentagem**

<b>RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA DE SAÍDA – Relação 1/3</b>					
<b>AMINA 01 - Duomen O</b>					
	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>
<b>PH</b>	8,66	8,65	8,88	9,02	PRECIPITADO
<b>CONDUTIVIDADE (mS/cm)</b>	4,22	3,44	4,13	4,04	PRECIPITADO
<b>TURBIDEZ (NTU)</b>	38,5	38,0	354,0	243	PRECIPITADO
<b>NITRATO (ppm)</b>	7,8	6,0	8,6	9,04	PRECIPITADO
<b>DENSIDADE (g/mL)</b>	1,0015	1,0012	1,000	1,001	PRECIPITADO
<b>REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)</b>	81,68	81,14	39,56	42,12	8

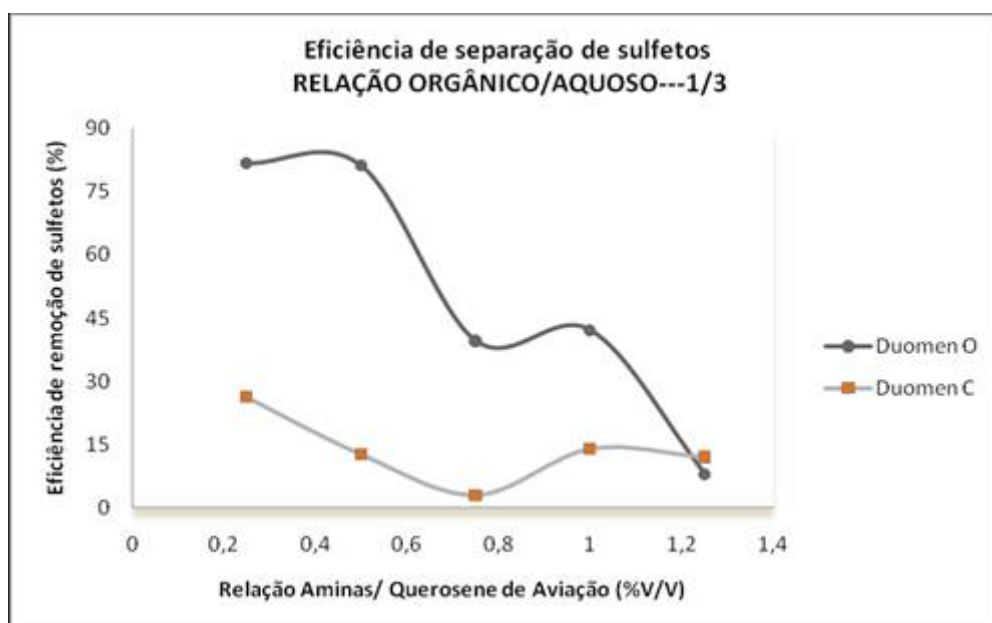
<b>AMINA 02 - ARCUAD 2c-75</b>					
	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>
<b>PH</b>	8,47	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
<b>CONDUTIVIDADE (mS/cm)</b>	4,65mS/CM	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
<b>TURBIDEZ (NTU)</b>	81,5	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

<b>NITRATO (ppm)</b>	8,7	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
<b>DENSIDADE (g/mL)</b>	1,001	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
<b>REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)</b>	71	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
	<b>AMINA 03 - Duomen C</b>				
	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>
<b>PH</b>	8,89	9,60	9,18	9,21	9,34
<b>CONDUTIVIDADE(mS/cm)</b>	4,45	4,60	4,35	4,09	4,34
<b>TURBIDEZ (NTU)</b>	294	250	840	1175	800
<b>NITRATO (ppm)</b>	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
<b>DENSIDADE (g/mL)</b>	1,002	1,001	1,001	1,001	1,000
<b>REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)</b>	26,28	12,63	3,58	14	12

Os resultados da tabela 02 demonstraram que a melhor eficiência de remoção de enxofre está relacionada com a amina DUOMEEN O, apresentando valor em porcentagem de 81,68 %. A turbidez apresentada após contato desta amina com a água também gerou um valor bastante minimizado 38,5NTU. Esses fatores confirmam que a amina Duomeen O, dentre as três testadas, é a melhor opção para remoção de enxofre, já que a turbidez da amina Duomeen C se mostrou altíssima 294 NTU e a eficiência da amina ARCUAD 2C-75 foi menor 71% (Figura 04). Em relação às outras frações de porcentagens da amina ARCUAD 2C-75, não foi possível a obtenção de resultados, pois a solução precipitou.



(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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

#### Figura 04 – Gráfico de eficiência de remoção de duas aminas testadas.

O gráfico mostra a eficiência de remoção de enxofre para as duas aminas que resultaram em valores possíveis para a montagem do gráfico. Observa-se claramente a melhor eficiência de remoção, na porcentagem de 0,25% para a amina Duomeen O.

#### 4. Conclusão

As pesquisas foram satisfatórias como também os resultados obtidos já que a equipe conseguiu unir ao máximo as informações necessárias para a análise comparativa dos resultados com as normas do CONAMA e sobre a contaminação das águas de produção por enxofre. Outra contribuição da pesquisa foi o aprendizado das técnicas de segurança laboratoriais, manuseio e função de cada vidraria e equipamento utilizados nos métodos laboratoriais para as análises do Ph e da densidade. Ao comparar com as especificações da legislação vigente, a equipe adquiriu conhecimento técnico e àquele pertinente à sua função como cidadão, unindo contribuição social e tecnológica.

#### 5.Referências Bibliográficas

CONAMA 357, RESOLUÇÃO CONAMA (Conselho Nacional do Meio-Ambiente) N° 357, de 17 de março de 2005, Disponível em :<[http://www.gov.br/port/conama/res/res\\_05/res\\_35705.pdf](http://www.gov.br/port/conama/res/res_05/res_35705.pdf)> acesso e. 20/04/2008.

LIMA, A. F. *Caracterização e estudo da bioconversão da matéria orgânica dissolvida em efluentes da Petrobras no Rio Grande do Norte*. 1996. 131f. 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.

MAZZANI, B. *Plantas Oleaginosas*. Barcelona: Ed. Salvat. 1963 .

(83) 3322.3222  
contato@conepetro.com.br

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