

## COMPARAÇÃO DE AMINAS COMERCIAIS NO PROCESSO DE REMOÇÃO DE ENXOFRE DE EFLUENTES CONTAMINADOS

Lourdes Rayla Nascimento Andrade (1); Suelton Richard Barbosa Paulo (1); Ana Karla Costa de Oliveira (2)

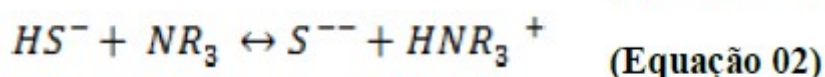
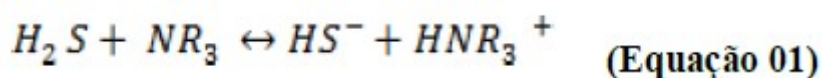
*Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN/DIAREN/CNAT - e-mail: karla.costa@ifrn.edu.br*

### 1. Introdução

Atualmente, a indústria do petróleo apresenta 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 produzida contém geralmente alta salinidade, minerais, óleos, sólidos e gases dissolvidos e dispersos, produtos químicos e alguns metais pesados que possivelmente estão associados aos sulfetos. Esses contaminantes compostos na água são prejudiciais ao meio ambiente, a cada dia requerem pesquisas constantes de inovação em tecnologias para se ter êxito nesses processos, sempre visando com segurança sem afetar o ecossistema. 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.

A resolução CONAMA 357 (Conselho Nacional de Meio-ambiente) de 17 de março de 2005 estabelece os limites das concentrações de águas contaminadas para descarte; no caso dos sulfetos, essa concentração não deve ultrapassar 0,3ppm. 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.

De modo geral, o objetivo é analisar a utilização de três diferentes aminas comerciais para remoção do enxofre da água de produção, e também as quantidades mais apropriadas para evitar a contaminação que pode ser causada pelo enxofre respeitando o limite estabelecido pela CONAMA 357 das águas dos poços do pólo petroquímico GUAMARÉ. 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).



(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

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

## **2. Metodologia**

### **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 elevados riscos ao meio ambiente, esses riscos associados à água de produção podem variar em função da 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.

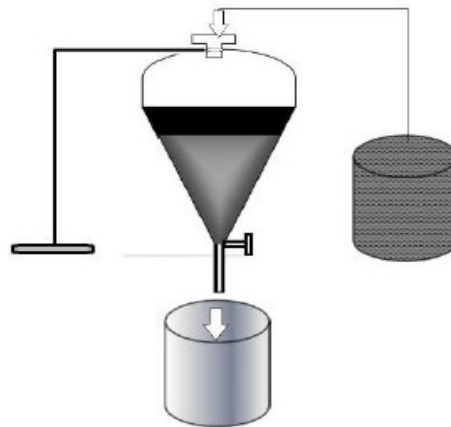
A água de produção pode ser aquela que é formada desde o início da formação do reservatório que dar-se o nome de Água Conata, ou sua mistura com a água que pode estar sendo utilizada no poço em processos de recuperação secundária, sendo esta denominada de Água de Injeção.

#### **2.1.2. Sulfetos**

Sulfeto é uma combinação de enxofre com algum metal, é originado por meio da cristalização dos magmas com H<sub>2</sub>S na fase fluida, quanto maior a pressão de H<sub>2</sub>S, maior a quantidade de sulfetos, o enxofre pode ser a base de um 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<sub>2</sub>S libera SO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>S 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.



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

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, ARCUAD2C-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). 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 dos sulfetos.



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



## 2.2. 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.

## 3. Resultados

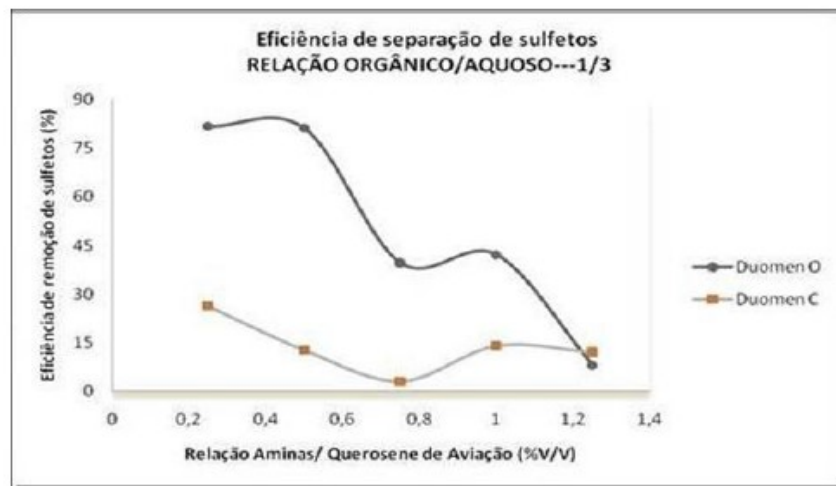
Inicialmente foram medidos todos os parâmetros físico químicos da água bruta em bancada, obtiveram os seguintes resultados de medidas na água bruta, pH: 8,01; Condutividade: 7,01mS/cm; Turbidez: 73,5NTU; Densidade: 1,15g/ml; Nitrato: 12,1ppm; Teor de sulfetos: 0,547ppm.

Nos primeiros resultados, já percebeu 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 a 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 01:

**Tabela 01 – Resultados das medidas na água de saída nas diferentes concentrações usadas em aminas em porcentagem**

RESULTADOS DAS ANÁLISES DE AGUA DE SAIDA – Relação 1/3					
AMINA 01 - Duomen O					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
PH	8,66	8,65	8,88	9,02	PRECIPITADO
CONDUTIVIDADE (mS/cm)	4,22	3,44	4,13	4,04	PRECIPITADO
TURBIDEZ (NTU)	38,5	38,0	354,0	243	PRECIPITADO
NITRATO (ppm)	7,8	6,0	8,6	9,04	PRECIPITADO
DENSIDADE (g/mL)	1,0015	1,0012	1,000	1,001	PRECIPITADO
REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)	81,68	81,14	39,56	42,12	8
AMINA 02 - ARCUAD 2c-75					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
PH	8,47	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
CONDUTIVIDADE (mS/cm)	4,65mS/C	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
TURBIDEZ (NTU)	81,5	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
NITRATO (ppm)	8,7	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
DENSIDADE (g/mL)	1,001	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)	71	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO	PRECIPITADO
AMINA 03 - Duomen C					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
PH	8,89	9,60	9,18	9,21	9,34
CONDUTIVIDADE(mS/cm)	4,45	4,60	4,35	4,09	4,34
TURBIDEZ (NTU)	294	250	840	1175	800
NITRATO (ppm)	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
DENSIDADE (g/mL)	1,002	1,001	1,001	1,001	1,000
REMOÇÃO DE ENXOFRE (%)	26,28	12,63	3,58	14	12

Os resultados da tabela 01 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 03). Em relação às outras frações de porcentagens da amina ARCUAD 2C-75, não foi possível a obtenção de resultados, pois a solução precipitou.



**Figura – 3 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. Conclusões

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.

**Palavras-chave:** Água Produzida, Contaminação, Petróleo.

#### 5. Referências Bibliográficas

CONAMA 357, RESOLUÇÃO CONAMA (Conselho Nacional do Meio-Ambiente) Nº 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.