

## **ESTUDO DE ADSORVENTE OBTIDO DE TERRAS DIATOMÁCEAS DO RN-BRASIL PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS PRODUZIDAS: PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO**

**Fontes, Vilsineia dos Anjos, vilsineiafontes@yahoo.com.br<sup>1</sup>**

**Silva, Djalma Ribeiro, djalma@ccet.ufrn.br<sup>1</sup>**

**Fontes, Francisco de Assis Oliveira, francisfontes@uol.com.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UFRN/PPGCEP-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo e gás Natural. Av. Sen. Salgado Filho, 3000 – Campus Universitário, CEP-59.072-970 – Natal/RN, Brasil

**Resumo:** Com o crescimento industrial houve a necessidade de se pesquisar matérias adsorventes alternativos para tratamento de águas produzidas obtidos no processo de extração do petróleo e de águas residuais para remoção de metais pesados e adsorção de óleo e derivados. A água produzida é responsável pelo maior volume de águas de efluentes provenientes de processos de produção, e alguns componentes críticos são incluídos em quantidades variáveis, sais inorgânicos, metais pesados (Fe, Cu, Pb, Cd, Se, Sr, ...), presença de óleo e de produtos químicos adicionados nos diversos processos de produção. A água produzida é bastante agressiva ao meio ambiente, devido a vários elementos que a compõem. Os parâmetros que o órgão de legislação regulamenta para a água produzida são os teores de óleos e graxas. De acordo com a nova Resolução 393/07, ficaram estabelecidos novos limites para descarte de água produzida que deverão obedecer à concentração média aritmética simples mensal de óleos e graxas de até 29 mg/L, com valor máximo diário de 42 mg/L, determinada pelo método gravimétrico. Muitas pesquisas feitas com terras de diatomáceas (diatomita) no Brasil envolvem estudos sobre as características físico-químicas, jazidas, extração, beneficiamento e aplicações. No Brasil, as jazidas oficiais, estimadas são da ordem de 2,5 milhões de toneladas. As principais jazidas brasileiras estão principalmente distribuídas na Bahia (44%) e Rio Grande do Norte (37,4), por outro lado esses dois estados apresentam-se como grandes produtores de petróleo em terra, merecendo um destaque importante nas pesquisas de adsorventes como a diatomita para tratamento de água produzida. A diatomita tem numerosas aplicações industriais por conta de suas propriedades: grande área superficial, alta porosidade, granulometria muito fina, baixa densidade aparente, e permeabilidade, baixa condutividade térmica, alto ponto de fusão, cor clara, elevada capacidade de adsorção, inércia química. Suas principais aplicações são como agente de filtração, adsorção de óleos e graxos, carga industrial e isolante térmico. O objetivo do presente trabalho é o beneficiamento e a caracterização de diatomita obtida de terras diatomáceas do município de Macaíba-RN (conhecida como tabatinga) para fins adsorventes de baixo custo, investigando a sua aplicação para o tratamento de águas produzidas. Ensaio preliminar de adsorção foi realizado em uma coluna de leito fixo, utilizando uma solução salina contendo cobre, simulando a composição de águas produzidas no RN. A caracterização foi feita por difração de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), elementos químicos (EDS) e área superficial específica (BET), sendo comparada com as de outras diatomitas. Os resultados obtidos apresentam-se como promissores para aplicação na indústria do petróleo.

**Palavras-chave:** Terras diatomáceas; Águas produzidas; Adsorção.

### **1. INTRODUÇÃO**

A preocupação com o meio ambiente manifestada, mais recentemente, de maneira efetiva através de ações por parte dos Organismos Internacionais e Órgãos Regulamentadores de países ou blocos de países compromissados com políticas ambientais tem servido como estímulo para o desenvolvimento de pesquisas que visam minimizar os efeitos dos efluentes industriais.

Como conseqüência do aperfeiçoamento tecnológico e da proliferação da indústria petrolífera, o volume de efluentes gerados é cada vez maior. O controle das condições em que estes resíduos são descartados em águas superficiais compreende ação vital para redução de impactos ambientais e preservação de recursos naturais.

Água produzida é um efluente aquoso produzido durante as atividades de exploração e produção petróleo e gás, contendo geralmente, altos teores de sais e uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, cuja

composição varia durante a vida do campo, e à medida que o campo de petróleo envelhece o volume de água tende a crescer vindo junto com o petróleo e gás, e, que consiste de água de formação, água naturalmente presente na formação geológica do reservatório de petróleo, e água de injeção no reservatório para o aumento da produção, denominado recuperação secundária (Oliveira e Oliveira, 2000; Gabardo, 2007).

Os compostos dissolvidos nas águas produzidas apresentam em sua constituição diferentes concentrações de cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ...) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ...), sendo estes íons responsáveis pelo potencial de incrustação destas águas. Além destes íons, estas águas também contêm traços de vários metais pesados (Oliveira e Oliveira, 2000).

Dentre as diversas técnicas físico-químicas convencionais de tratamento de efluentes, que incluem troca iônica, precipitação – filtração, osmose reversa, recuperação eletroquímica, oxidação – redução, separação por membrana, a adsorção tem sido considerada como um dos mais efetivos e largamente utilizados para remoção de metais pesados (Lins, 2003).

Segundo o estudo feito por Ruthven (1984) adsorção é uma operação de transferência de massa, onde moléculas que estão presentes em uma fase fluida (gás, vapor ou líquido) se concentram espontaneamente sobre uma superfície, geralmente sólida. Desta forma, a adsorção está intimamente ligada à tensão superficial das soluções e a intensidade deste fenômeno depende da temperatura, da natureza e a concentração da substância adsorvida (o adsorbato), da natureza e estado de agregação do adsorvente (o sólido finamente dividido) e do fluido em contato com o adsorvente (o adsortivo).

A análise do impacto ambiental provocada pelo descarte da água produzida é geralmente avaliada pela toxicidade dos constituintes e concentrações dos compostos orgânicos e inorgânicos. Os contaminantes presentes nas águas produzidas podem causar efeitos nocivos sobre o meio ambiente. Depois do descarte, alguns destes contaminantes permanecem dissolvidos, ao passo que outros tendem a sair da solução. Acredita-se que os efeitos nocivos causados ao meio ambiente são aqueles relacionados aos compostos que permanecem solúveis após o descarte da água produzida.

No Brasil, a água produzida somente poderá ser lançada, direta ou indiretamente, no mar desde que obedeça às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução (CONAMA no 393, 2007) no qual o limite semanal de óleos e graxos será de 29 mg/L e de 42 mg/L, como limite máximo diário permitido. De acordo com a resolução (CONAMA no 357, 2005) a quantidade máxima de cobre e manganês nos efluentes de qualquer fonte poluidora não devem ultrapassar o valor de 1,0 mg/L para que possam ser descartados nos corpos de águas.

Nos últimos anos, tem-se observado o crescente interesse pelo estudo das propriedades físico-químicas dos minerais industriais (mineral não-metálico) ou minerais não convencionais como Diatomita, Vermiculita, Bentonita e entre outros, os quais podem auxiliar no processo de remoção de metais pesados, levando em conta o baixo custo e a possibilidade de recuperação. A abundância desses minerais é muito grande em nosso continente e, principalmente, no nordeste do Brasil.

A diatomita é mineral de origem sedimentar e biogênica, constituída a partir do acúmulo de carapaças de algas diatomáceas que foram se fossilizando, desde o período pré-cambriano, pelo depósito de sílica sobre a sua estrutura (França e Luz, 2002). As carapaças são constituídas essencialmente de sílica amorfa hidratada ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), com cerca de 3 a 10% de água intercrystalina. A estrutura destas carapaças, consiste em um agregado submicroscópico de cristalitos de cristobalita desordenada. O desordenamento dos cristalitos é devido aos seus tamanhos reduzidos (menor que 0,1  $\mu\text{m}$ ) e a substituição de  $\text{O}^{2-}$  por  $\text{OH}^-$  (Horn e Veiga, 1980).

A terra diatomácea é um material leve e de baixa massa específica aparente, elevada área superficial, alta porosidade, cuja coloração varia do branco ao cinza escuro, dependendo do teor de matéria orgânica e óxido de ferro existente. Além disso, este material é constituído principalmente por sílica opalina (58 até 91%) e impurezas tais como argilominerais, matéria orgânica, hidróxidos, areia quartzosa e carbonatos de cálcio e de magnésio. A maioria das diatomáceas apresenta tamanho entre 4 e 500  $\mu\text{m}$ , bem como existem em mais de 12.000 espécies diferentes (Souza, 2003).

De acordo com Klein (2007), a produção brasileira de diatomita beneficiada e comercializada no ano de 2007 ficou distribuída da seguinte maneira: Bahia contribuiu com 9.180 toneladas, representando mais de 95% da produção total; O Rio Grande do Norte, ficando com uma produção correspondendo a pouco menos de 5%. O segmento de agente de filtração continua sendo o maior mercado consumidor, responsável pelo consumo de quase 45% da produção interna brasileira. O estado da Bahia é o principal produtor com a participação de 97% da produção total de terra diatomácea, utilizada como agente de filtração para indústrias de bebidas, óleos, entre outros.

O valor da diatomita e seu largo uso são determinados pelas suas propriedades como: estrutura microscópica, porosidade, densidade aparente baixa, elasticidade, capacidade de absorção, inércia química, baixa condutividade térmica, peso específico baixo, granulometria (alta superfície específica), etc. Estas se resumem basicamente em três fatores: forma de partículas, granulometria e composição.

Como as diatomitas no Brasil normalmente ocorrem associadas a argilas, areia de quartzo e óxidos de ferro, vários pesquisadores estudaram o seu beneficiamento visando à remoção dessas impurezas para obtenção de produtos, que, depois de calcinados, possam ser usados como agente de filtração (Sobrinho e Luz, 1979; Horn e Veiga, 1980; França e Luz, 2002; França et al., 2003 e Luz et al., 2002).

O processamento deve remover ou reduzir os níveis de impureza e melhorar o tamanho de partícula, como óxido de alumínio, presente na fração argila, podendo obstruir as partículas dos vazios de diatomita, dificultando as suas propriedades. Pequenos tamanhos de partículas podem também resultar em leitos de filtração com baixa porosidade e baixa eficiência de filtração.

O processo de beneficiamento desenvolvido no CETEM (Centro de Tecnologia Mineral) para produzir Diatomita com grau de filtração baseia-se na separação da Diatomita e material orgânico (raízes, pedaços de madeira, etc.), remoção de argila, desidratação, e calcinação. A temperatura de calcinação é considerada o mais crítico passo neste processo de beneficiamento e exige precisão no controle do processo (França et al., 2003).

Melo (1989), estudou o processo de calcinação de algumas diatomitas dos municípios do Rio Grande do Norte utilizando variáveis como: o tempo de calcinação, natureza da diatomita, temperatura de calcinação e quantidade de fluxante.

Dentro deste contexto o presente trabalho tem como objetivo de estudar o processamento e caracterização de terras diatomáceas, através das análises de Raios-X, MEV, BET e Ensaio de Adsorção, avaliando a possibilidade de utilização desse material como adsorvente para a remoção de metais pesados e ou redução das concentrações de compostos salinos acima dos níveis aceitáveis para o descarte de águas produzidas.

## 2. MATÉRIAS E MÉTODOS

### 2.1. Preparação da diatomita

O material diatomáceo utilizado neste trabalho, proveniente do município de Macaíba-RN, foi processado através das etapas de processamento como a lavra, sedimentação para remoção de argila, secagem e calcinação e a caracterização por meio de Peneira serie Tyler, Difração de Raios-X, Microscopia Eletrônica de Varredura-MEV, EDS, Área Superficial-BET.

O fluxograma da fig. 1 mostra o processamento da diatomácea, sendo lavrada de forma manual, e misturada com água (1:1 l/kg) em um agitador para formação de uma polpa (1000 rpm, 2 minutos). O material orgânico grosseiro foi removido utilizando uma peneira de 10 mesh tipo “Tyler”. Em seguida, foi desaguado em um recipiente de 10 litros para sedimentação da diatomita durante 24 horas. O sobrenadante foi extravasado pela ação da gravidade para outro recipiente e o material decantado é constituído principalmente de diatomita. O sedimento foi filtrado e seco ao sol, sendo depois levado a estufa a 110 °C por 2 horas, promovendo a remoção de umidade e efetuando principalmente a eliminação da matéria orgânica fina contida na diatomita. Após o resfriamento foi desintegrado em almofariz e adicionado o fluxante carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) na concentração de 4% (m/m), sendo submetida à calcinação em mufla (temperatura 900 °C, 120 minutos). Depois de calcinada e desintegrada as amostras de diatomita foram selecionada entre as peneiras tipo “Tyler” 32 e 270 mesh destinado para coluna de leito fixo, o material que passou na peneiras 270 foi utilizado para fins de caracterização.

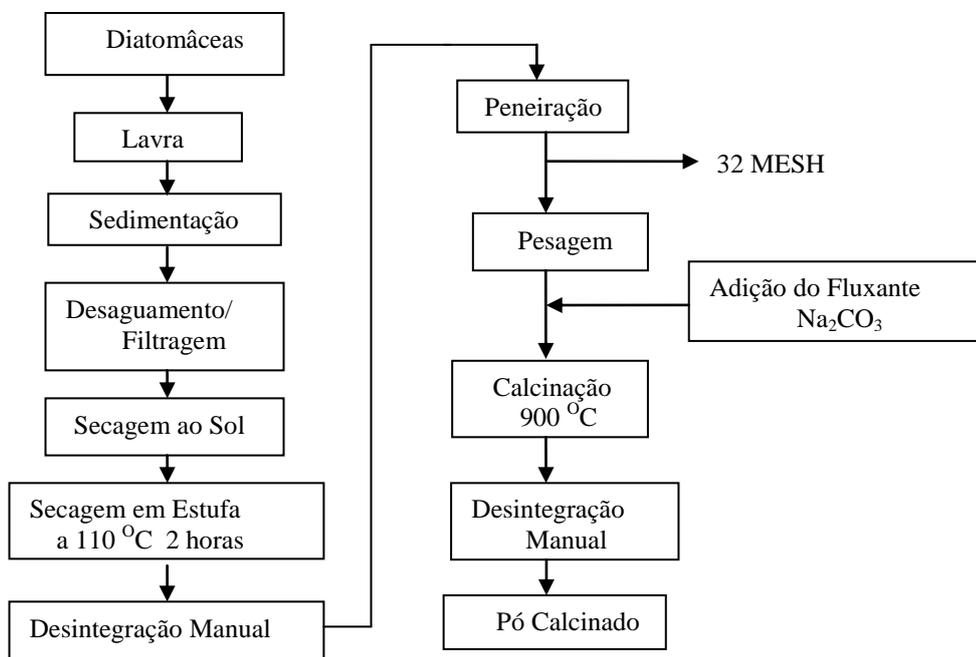


Figura 1. Fluxograma do Processamento da Diatomita Bruta

## 2.2. Caracterização da diatomita

### Difração de Raios-X

O difratograma de raios-X fornece uma análise qualitativa das fases cristalina presentes numa determinada amostra, com uma sensibilidade acima de 0,5%, dependendo do grau de cristalinidade de cada fase. Quanto mais adequada à cristalinidade da fase, maior é a sensibilidade. Aplicável a substâncias orgânicas e principalmente minerais (França e Luz, 2002). Neste caso, além das fases cristalinas do material, verifica-se o caráter amorfo da diatomita.

A amostra foi caracterizada por difração de raios-X (DRX) em um equipamento da Shimadzu modelo XRD-7000 utilizando-se uma fonte de radiação de Cu-K $\alpha$  com voltagem de 30kV, corrente de 30 mA e filtro de Ni. Os dados foram coletados na faixa  $2\theta$  de 10 a 100 graus.

### Área Superficial Específica (BET)

A área superficial do material foi determinada por meio de adsorção de N<sub>2</sub> a 77,3 K usando o método BET, através de um equipamento da Quantachrome modelo NOVA-2000. A análise continha em torno de 1,464g de amostra, pré-tratada a 110 °C por 2 horas e previamente calcinada a 900 °C.

### Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e EDS

A caracterização morfológica do material diatomáceo foi feita por microscopia eletrônica de varredura (MEV, modelo ESEM-XL30 PHILIPS). Além disso, foi feita uma análise por EDS (Espectroscopia por Dispersão de Energia de raios-X), para determinação da composição química pontual da amostra.

O procedimento de preparação do material para a análise consistiu de um revestimento com uma camada de ouro para melhorar a condutividade do feixe de elétrons na amostra. Em seguida, a amostra foi colocada dentro da câmara de vácuo do microscópio e então analisada.

## 2.3. Ensaios de Adsorção

Foi preparada solução salina com sulfato de magnésio (100 mg/L), sulfato de Sódio (300 mg/L), sulfato de cálcio (300 mg/L) e sulfato de cobre (10 mg/L) em água ultrapurificada. A solução salina simula a composição média da água produzida em uma região produtora do RN-Brasil.

O ensaio de coluna de leito fixo foi realizado preliminarmente com a granulometria selecionada entre as mesh 32 e 270. A coluna contendo leito fixo com diâmetro de 10 mm e altura de 100 mm de adsorvente foi alimentada com a solução preparada, mantendo-se uma altura hidrostática constante de 535 mm. Foi coletada uma amostra de referência da solução de alimentação e depois do escoamento estabilizado, deu-se início a coleta das amostras na saída da coluna em intervalos regulares, durante 10 horas seguidas. As medidas de vazão foram realizadas simultaneamente durante a coleta das amostras. A figura 2 mostra o esquema utilizado no experimento.

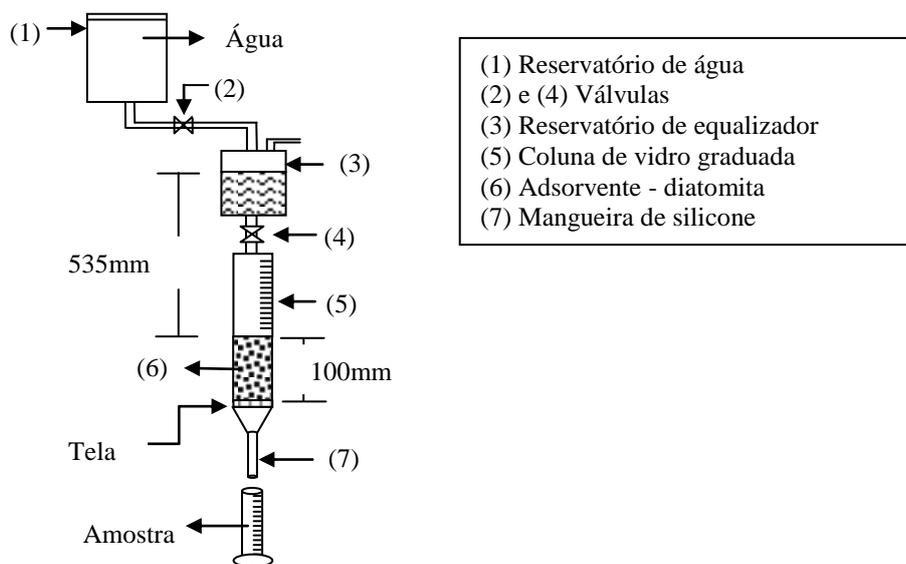
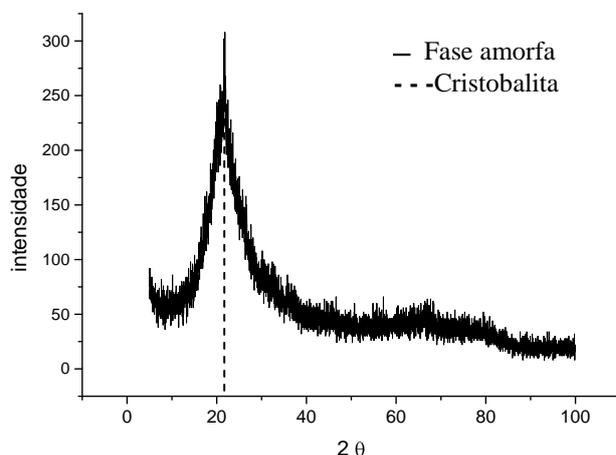


Figura 2. Ensaio dinâmico de adsorção em Coluna de leito fixo (escala laboratorial).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

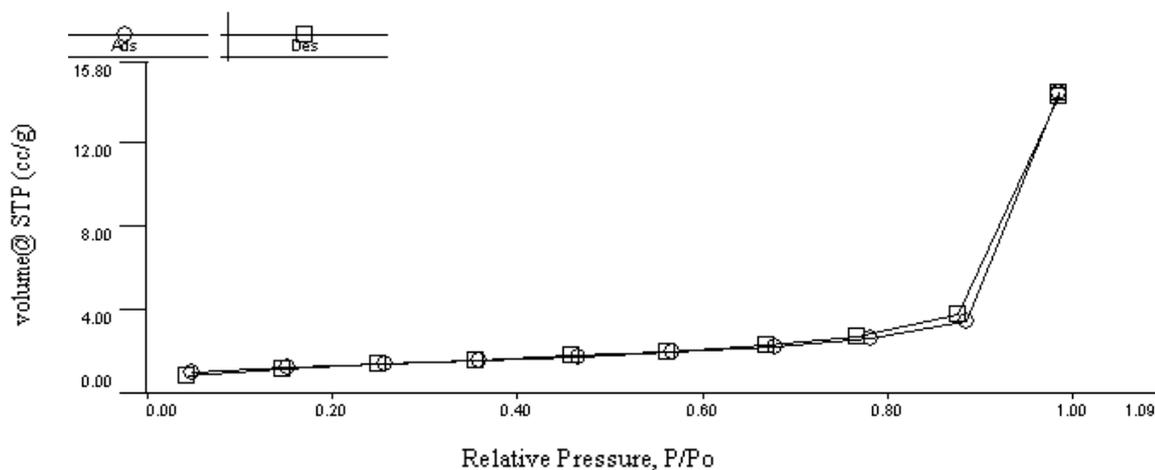
O resultado da análise de difratometria de raios-X na fig. 3 mostra os picos correspondentes com as fases da diatomita, sendo a cristobalita ( $\text{SiO}_2$ ) o componente principal. A característica do difratograma demonstra um tamanho do cristalito refinado. A fase cristobalita obtida é resultado do efeito da temperatura no processo de calcinação e da porcentagem de adição de fluxante, criando mudanças na estrutura de silício, onde a fase cristalina do quartzo é transformada em fase cristobalita. A presença de fase amorfa pode ser provavelmente sílica opalina.



**Fig. 3. Difratograma de diatomita calcinada a 900 ° C e 4% de fluxante.**

A análise de BET da amostra calcinada revela uma área superficial de 4.515 m<sup>2</sup>/g, sendo compatível com o resultado de 4,81 m<sup>2</sup>/g encontrado por Melo (1989), nas condições de 850 °C e 5% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e de 6,2 m<sup>2</sup>/g encontrado por França e Luz (2002), nas condições de 900 °C e 3% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

A figura 4 mostra a isoterma de adsorção-dessorção da amostra calcinada a 900 °C, com adição de 4% do  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , demonstrando o efeito da concentração do fluxante na área superficial. O fluxante tem a função de diminuir o ponto de fusão da sílica, favorecendo a fusão das impurezas e a aglomeração das partículas de diatomita.



**Figura 4. Isoterma de adsorção-dessorção de  $\text{N}_2(\text{g})$  a 77,3K da diatomita calcinada (900° C, fluxante 4%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )**

A figura 5 (a) e (b) mostra a morfologia da diatomita obtida na análise de MEV. As carapaças formadas são identificadas, sendo observado um aspecto quebradiço devido principalmente a adição de fluxante. A fase cristobalita verificada no difratograma de raios-X está normalmente alojada nos orifícios das frústulas, assim os íons metálicos são adsorvidos nesses sítios.

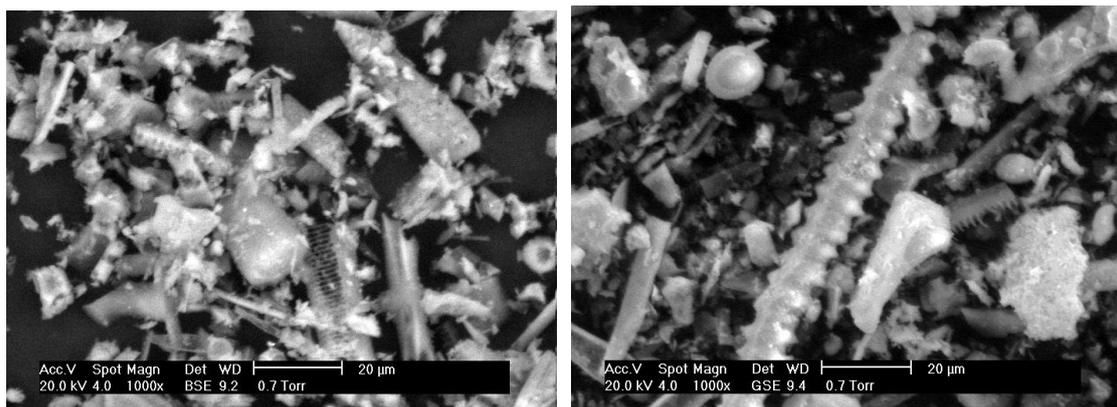


Figura 5 (a) e (b). Micrografia (MEV) da diatomita calcinada (900° C, fluxante 4% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) na escala de 20 µm)

A figura 6 representa o espectro obtido pela análise EDS, mostrando a predominância em silício (32,30%), alumínio (3,59%) e oxigênio (33,17%), elementos que compõe a estrutura dos argilominerais, como também, sódio (1,36%), elemento constituinte do mineral diatomita. Este dado confirma as informações obtidas do difratograma de raios-X, onde foi identificada reflexão correspondente a este mineral.

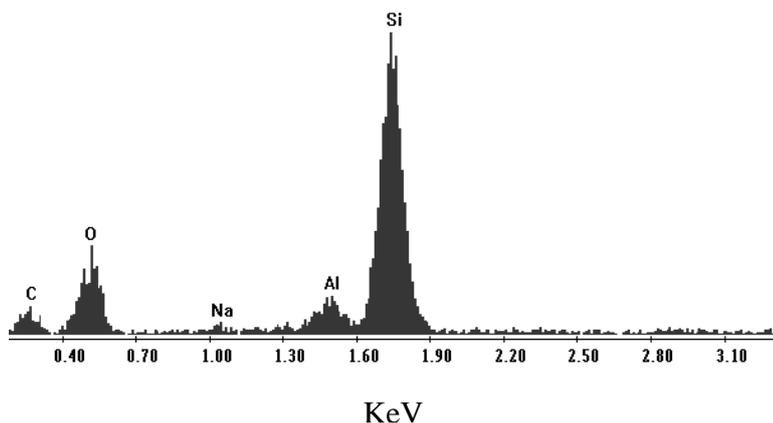


Figura 6. Espectro de EDS de diatomita.

As concentrações dos íons de Ca, Na e Mg praticamente não sofreram alterações durante a passagem através da coluna, enquanto que a redução da concentração de íons de Cu demonstrou as propriedades catiônicas da diatomita para adsorção de metais pesados da solução salina preparada.

A Figura 7 apresenta o resultado do ensaio de adsorção na coluna de leito fixo para os íons de cobre. A curva de ruptura mostra o comportamento da adsorção sobre o adsorvente ao longo do tempo, considerando-se os efeitos de dispersão e transferência de massa, até sua total saturação (equilíbrio). Observa-se que a solução salina preparada, contendo concentração inicial de 9,495 mg/L de cobre e escoando através do leito fixo com uma vazão de 30 mL/min mostra uma redução significativa para 7,299 mg/L na concentração de cobre na saída da coluna, correspondente aos primeiros 50 minutos de ensaio. As amostras seguintes mostram a evolução de saturação do leito para os íons de cobre. O ponto de ruptura ocorre entorno de 180 minutos e o retorno à concentração inicial após 480 minutos.

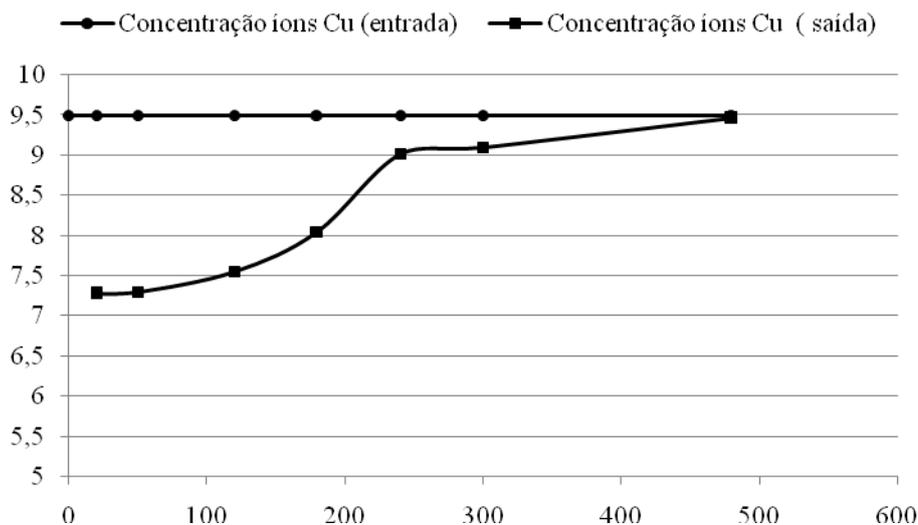


Figura 7. Curvas de Ruptura do cobre em Leito Fixo

#### 4. CONCLUSÃO

A metodologia utilizada no beneficiamento das terras diatomáceas mostrou-se satisfatória para obtenção de diatomita concentrada.

A Diatomita calcinada revela como fase principal a cristobalida ( $\text{SiO}_2$ ) e o fluxante ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) possibilita a redução de impurezas e a formação de aglomerados de partículas de diatomita.

Os íons de cobre foram adsorvidos no leito fixo evidenciado pela redução na concentração da solução na saída da coluna. O ponto de ruptura ocorreu 180 minutos depois do início do escoamento e a saturação completa após 480 minutos. Este resultado demonstra a necessidade de ajuste da massa e altura da coluna para o controle dos níveis desejados da concentração de íons de cobre.

O ensaio de adsorção realizado com a solução de salina mostrou que a diatomita apresentou um bom resultado para íons de cobre, mas para os outros íons como sódio, manganês e cálcio não sofreram alteração para as condições de tamanho de partícula e área de superfície testada preliminarmente. Neste caso, ainda precisa ser investigado a interferência na adsorção ou troca iônica do cátion de interesse na competição pelos sítios ativos ou interferência na difusão. É necessário avaliar a influência de parâmetros como raio atômico e eletronegatividade dos metais.

O material adsorvente, neste caso Diatomita, se apresenta como material alternativo a ser utilizado em processos envolvendo a remoção de cobre em baixas concentrações presentes em águas produzidas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos laboratórios do NEPGN/UFRN, NUPEG-UFRN e ENERGIA/DEM-CT por todo apoio concedido

#### 6. REFERÊNCIAS

- CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005.
- CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 393, de 8 de agosto de 2007.
- França, S. C. A. e Luz, A. B., 2002, "Beneficiamento de diatomita da Bahia", Série Rochas e Minerais Industriais No 7, Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 50p.
- França, S. C. A., Millqvist, M. T. e Luz, A. B., 2003, "Beneficiation of Brazilian diatomite for filtration application industry". Minerals & Metallurgical Processing, February, Vol. 20, No.1, p. 42-46., CETEM/MCT.
- Gabardo, I.T., 2007, "Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar", Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.-RN.
- Horn Filho, F. X., VEIGA, M. M., 1980, "Beneficiamento do diatomito de Canaveira do Estado do Ceará", Série Tecnologia Mineral No 8, Seção Beneficiamento No 6, 18p., CETEM/MCT.
- Klein, S. L., 2007, "Diatomita". DNPM/RN. 24 de Março 2009, <[www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/diatomita](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/diatomita)>
- Lins, F. A., 2003, "Remoção de Níquel e Zinco Utilizando Zeólita Natural Estilbita Através do Processo de Troca Iônica". Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife- PE.

- Luz, A. B., Millqvist, M. T., França, S. C. A., 2002, "Beneficiation of brazilian diatomite for filtration application industry". Comunicação técnica elaborada para o Congresso SME Annual Meeting, 25-27 de fevereiro, Phoenix, Arizona (EUA).
- Oliveira, R. C. G.; Oliveira, M. C. K., abr./jun de 2000, "Remoção de contaminantes tóxicos dos efluentes líquidos oriundos da atividade de produção de petróleo no mar", Boletim Técnico, PETROBRAS, Rio de Janeiro, v.43, No 2, p. 129-136.
- Sobrinho, J. A. C. e Luz, A. B., 1979, "Beneficiamento de Diatomita do Ceará", Série Tecnologia Mineral No 5, Seção Beneficiamento No 5, DNPM/CETEM, Brasília 34p.
- Souza, G.P, Filgueira M., Rosenthal, R., e Holanda, J. N. F., 2003, "Caracterização de material compósito diatomáceo natural", Revista Cerâmica, v. 49, p. 40-43.
- Ruthven, D. M., 1984, "Principles of adsorption and adsorption Process". New York. JohnWiley & Sons Inc.

#### 4. DIREITOS AUTORAIS

### STUDY OF ADSORBENT OBTAINED FROM A BRAZIL'S DIATOMS EARTH FOR THE TREATMENT OF PRODUCED WATER: PROCESSING AND CHARACTERIZATION

Fontes, Vilsineia dos Anjos, vilsineiafontes@yahoo.com.br<sup>1</sup>,  
Silva, Djalma Ribeiro, djalma@ccet.ufrn.br<sup>1</sup>  
Fontes, Francisco de Assis Oliveira, franciscofontes@uol.com.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFRN/PPGCEP- Federal University of Rio Grande do Norte, postgraduate of program in Science and Engineering of Oil and Natural Gas. Av. Sen. Salgado Filho, 3000 – Campus Universitário, CEP-59.072-970 – Natal/RN, Brasil.

**Abstract.** With the industrial development increased the need to find alternative adsorbents materials for the treatment of water produced obtained in the extraction of oil and water in order to removing heavy metals and adsorption of oil and derivatives. The produced water is responsible for the largest volume of waste water from production processes, and some critical components are included as inorganic salts, heavy metals (Fe, Cu, Pb, Cd, Se, Sr, ...) and yet oil and chemicals of the various production processes. The water produced is very critical to the environment due to various elements within it. The parameters of the national legislation to regulate the produced water are of the contents of oils and greases. Under the new resolution 393/07, new limits were established for disposal of produced water that must obey the simple arithmetic average monthly concentration of oils and greases up to 29 mg / L, with daily maximum of 42 mg / L, determined by gravimetric method. Many searches on the diatomaceous earth (daitomite) in Brazil involve studies on the physico-chemical, mineral, extraction, processing and applications. In Brazil, the official reserves, estimates are around 2.5 million tonnes. The main Brazilian reserves are distributed in Bahia (44%) and Rio Grande do Norte (37.4), on the other hand these two states appear as large producers of oil from Brasil, requiring a major emphasis on research as an adsorbent diatomite in order to treatment of produced water. The diatomite has many industrial applications because of its properties: high surface area, high porosity, very fine particle size, low bulk density and permeability, low thermal conductivity, high melting point, light color, high capacity for adsorption, chemical inertia. Its main applications are as an agent of filtration, adsorption of oils and greases, industrial load and thermal insulation. The aim of this study is the diatoms earths specifically of the Macaíba-RN-Brasil as an adsorbents materials of the low-cost, investigating its application to the treatment of water produced. In this study, the diatom earth (known as Tabatinga) was processed and characterized in the laboratory, was investigated the properties in order to application as adsorbent. The adsorption tests were performed in fixed bed column for separation of oils and heavy metals contained in samples of produced water. The characterization was made by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), area specific surface (BET) and adsorption test. The results are compared with other diatomites, presenting himself as quite promising for application in large scale in the petroleum industry.

**Keywords:** Diatomaceous earths, produced water, adsorption.

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper



**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

|