

# UTILIZAÇÃO DO PROCESSO DE SOLIDIFICAÇÃO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA ARGILA NATURAL CHOCOBOFE

Gladson Euler Lima Júnior<sup>1</sup>; Anna Karoline Freires de Sousa<sup>1</sup>; Francisco Josimar de Queiroz<sup>1</sup>; André Luíz Fiquene de Brito<sup>2</sup>; Meiry Gláucia Freire Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 58109-970 Campina Grande, Brasil. email: gladsonj@hotmail.com

<sup>2</sup>Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 58109-970 Campina Grande, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos industriais são muitas vezes perigosos e são constituídos por substâncias orgânicas, inorgânicas ou de mistura dessas substâncias. A grande preocupação com essas espécies é que sua liberação na natureza pode gerar diversos problemas ambientais devido sua resistência à biodegradação (KAEWSARN e YU, 2001).

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, geralmente são hidrocarbonetos, gorduras ésteres, entre outros. Possuem baixa solubilidade e densidade, desta forma, há dificuldade de degradação em processos biológicos. Quando em contato com água, formam uma espécie de película impedindo a transferência de oxigênio do ar para a água, causando conseqüentemente, morte de seres aquáticos e aumento na carga orgânica nos corpos receptores de água (RODRIGUES, 2007). Portanto é necessário uma gestão correta desses resíduos aplicando ações como classificação, caracterização, propostas de tratamento e destino adequado.

Em decorrência dos efluentes tóxicos produzidos, os órgãos regulamentadores estabelecem regras para o descarte em quantidades menos danosas destes resíduos no meio ambiente. No caso de descarte em corpos receptores, o limite é de até 20 mg/L de óleos e graxas na água produzida, segundo a Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Especificamente para descarte em plataformas marítimas de petróleo, aplica-se a Resolução 393/2007 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece a média aritmética simples mensal do teor de óleos e graxas de até 29 mg/L, com valor máximo diário de 42 mg/L (CONAMA, 2011).

Os resíduos sólidos são definidos pela ABNT NBR 10004 (2004) como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Estes resíduos são classificados em duas classes: os perigosos (Classe I), que apresentam pelo menos uma das seguintes características: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade (determinada a partir da análise das concentrações dos componentes perigosos no ensaio de lixiviação) e patogenicidade. Os resíduos Classe II (não perigosos) são divididos em dois sub-grupos: Classe II-A (não-inertes), que apresentam concentrações de contaminantes maiores que o permitido em meio neutro (água), determinado a partir do ensaio de solubilização, e a Classe II-B (inertes), onde seus contaminantes se solubilizam em água em níveis aceitáveis.

Atualmente são conhecidos inúmeros processos de tratamento de resíduos industriais que podem ser agrupados em três grandes classes: (a) processos de tratamento físicos; (b) processos de tratamento químicos e (c) processos de tratamento biológicos. Entre esses processos destaca-se o processo de estabilização por solidificação que é considerado um processo de tratamento físico-químico(SILVA,2007).

A solidificação constitui uma importante opção de tratamento para os quais os outros tratamentos apresentam limitações técnicas e/ou econômicas, sendo capazes de tratar as frações resultantes dos outros processos, por exemplo, lodos resultantes de estações de tratamentos ou de lagoas de sedimentação, e cinzas tóxicas resultantes da incineração. Desta forma, este tipo de processo,constitui, inegavelmente, uma importante área das tecnologias ambientais. (SILVA, 2007).

Neste trabalho utilizou-se a argila chocobofe natural classificada como Bentonita policatiônica para produção dos resíduos sólidos. A argila é um material natural, terroso, de granulação fina, que geralmente adquire, quando umedecido com água, certa plasticidade; Quimicamente as argilas são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio(SOUSA SANTOS ,1989).

Neste sentido, este trabalho visa detectar dentre os corpos de prova produzidos, qual apresentou-se mais eficaz na obtenção de um produto final com boa integridade, durabilidade e capaz de oferecer boa imobilização dos contaminantes.

## **2. METODOLOGIA**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV) e Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER), localizados na Unidade Acadêmica de Engenharia Química, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UAEQ/CCT/UFCG).

Foram produzidas emulsões óleo/água com concentração de 500mg/l. Esta concentração foi previamente escolhida dentro de um planejamento fatorial utilizando o banho finito e o método do clorofórmio, neste sentido a concentração de 500 mg/l foi a que removeu o maior percentual de argila, se comparado às outras concentrações (LIMA JUNIOR, 2015). O óleo utilizado foi o óleo lubrificante, da marca Lubrax. As emulsões são preparadas sob agitação intensa, 17000 rpm, esta agitação durante 20 minutos é suficiente para a formação das emulsões.

Inicialmente adicionou-se 2 g de argila natural a 100 ml das emulsões com concentração de 500 mg/l. Posteriormente à adição, levou-se o conjunto (emulsão óleo/água + argila natural) para a agitação mecânica de 300 rpm durante 3 horas, de forma a garantir o equilíbrio do sistema. A escolha da agitação de 300 rpm foi feita de forma análoga à concentração. Posteriormente foi realizada a filtragem, secagem e a desaglomeração, obtendo-se assim o resíduo sólido.

O resíduo gerado a partir da remoção óleo/água foi incorporado nos corpos de prova com a proporção de cinco partes de areia e uma de cimento. A porcentagem de resíduo incorporada em relação à areia é descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Ensaio Realizados.

ENSAIOS	COMPOSIÇÃO(%)
ENSAIO A	0% de Resíduo e 100% de Aglomerante
ENSAIO B	5% de Resíduo e 95% de Aglomerante
ENSAIO C	10% de Resíduo e 90% de Aglomerante

Na confecção dos corpos de prova, foram preparados os ensaios A, B e C. Neste trabalho foram considerados os aspectos proposto por Sousa (2009) e que estão estabelecidos no Protocolo de Avaliação de Materiais Estabilizados por Solidificação. Os corpos de prova foram preparados seguindo as etapas dispostas em BRITO, 2007. As quantidades necessárias para a confecção dos corpos de prova estão descritas nas Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidades utilizadas para a confecção dos corpos de prova.

CP	Cimento(g)	Areia(g)	Resíduo(g)	Água(g)	Total(g)	Não Utilizado(g)
1	83,33	416,67	0(0%)	80	580	140,35
2	83,33	395,84	20,83(5%)	80	580	166,10

3	83,33	375,00	41,67(10%)	100	600	172,37
---	-------	--------	------------	-----	-----	--------

Posteriormente foram realizados testes de resistência à compressão utilizando os corpos de prova segundo a norma ABNT NBR 7215(ABNT,1996). Os testes foram realizados para verificar a capacidade da amostra em resistir a diferentes cargas de compressão mecânica. A resistência à compressão é importante, para certificar a integridade do material, sobretudo, na fase de disposição final do material tratado. No ensaio de resistência à compressão foram utilizados corpos de prova cilíndricos, os quais serão postos diretamente sobre o prato inferior de uma prensa, de maneira que fiquem rigorosamente centrados em relação ao eixo de carregamento. A velocidade de carregamento da máquina de ensaio, ao transmitir a carga de compressão ao corpo-de-prova, será equivalente a  $0,25 \pm 0,05 \text{ MPa.s}^{-1}$ .

A medida da resistência à compressão foi calculada pela expressão (1) , em  $\text{kgf.cm}^2$ , considerando a carga aplicada (F) e a área da seção do corpo-de-prova (A).

$$RC(\text{Kgf.cm}^{-2}) = \left[ \frac{F}{A} \right] \quad (1)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 encontra-se o difratograma de raios X da argila chocobofo natural.

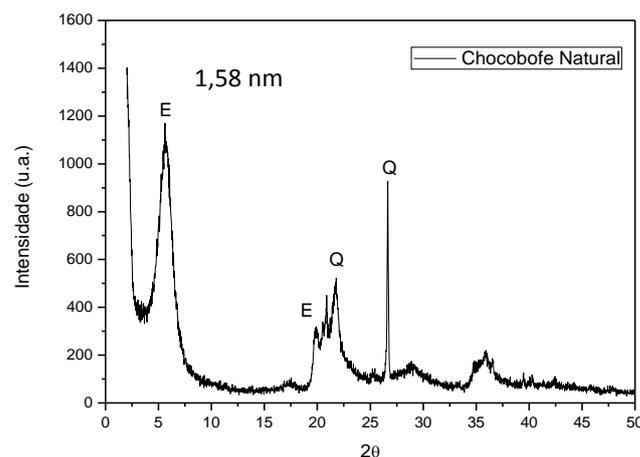


Figura 1-Difratograma da argila chocobofo natural.

Por meio do difratograma é possível verificar que a argila chocobofo natural (Figura 1) apresenta reflexão do grupo da esmectita (E) que aparece em aproximadamente  $6,63^\circ$  e corresponde

ao espaçamento basal (d001) de 1,58 nm. Observam-se também outros picos que são referentes a minerais não esmectíticos como o quartzo que se apresenta como impureza (WANG et al., 2004 e XI et al., 2010). Nota-se também que a argila natural evidencia a intensidade mais alta dos picos característicos da argila do tipo esmectíticos e se encontram dentro da faixa apresentada pelos argilominerais desse grupo 1,2 – 1,4 nm (MURRAY, 2006).

Na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes aos testes de resistência à compressão efetuados nos corpos de prova produzidos utilizando diferentes percentagens de resíduos oriundos da argila chocobofo natural.

Tabela 3-Resultados dos testes de resistência à compressão utilizando argila chocobofo natural.

Corpo de Prova	Resíduo	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
1	0%	28,83	2,83
2	5%	26,95	2,64
3	10%	20,62	2,02

A partir dos resultados apresentados na Tabela 3 pode-se inferir que a quantidade de resíduo incorporada no corpo de prova interfere diretamente na resistência à compressão do mesmo, visto que ocorre uma redução significativa a medida que é incorporado uma quantidade maior de resíduo no sólido monolítico, evidenciado no corpo de prova três, que utilizando uma quantidade de resíduo de 10% atinge praticamente o limite permitido de 2MPa.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir da técnica de difração de raios X, foi possível comprovar a integridade da argila em análise, indicando que a mesma pôde ser utilizada na remoção óleo/água para a produção do resíduo sólido e posteriormente incorporada no processo de estabilização por solidificação. Analisando os resultados apresentados, pode-se observar que ao dobrar a quantidade de resíduo incorporada no corpo de prova de 5% para 10% a quantidade de água também aumenta na confecção do corpo de prova consideravelmente, indicando que a capacidade adsortiva da argila influencia diretamente na confecção da matriz sólida. Da mesma forma pode-se notar que um aumento na quantidade de resíduo incorporado no bloco monolítico diminui a resistência do mesmo a níveis críticos, próximo do limite aceitável para disposição em aterro sanitário.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobrás pelo apoio financeiro, PIBIC/CNPq e Procad/Capes pelas bolsas de IC concedidas.

## REFERÊNCIAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro (RJ), 2004a. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
2. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.215**. Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 8p, 1996.
3. BRITO, A. L. F.; **Protocolo de Avaliação de Materiais Resultantes da Estabilização por Solidificação de Resíduos**, Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis – SC, 179p, 2007.
4. CONAMA, **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Resolução n. 430, de 13 de Maio de 2011.
5. KAEWSARN,P.;YU,Q. **Cadmium(II)Removal from aqueous solutions by pre-treated biomass of marine alga Padina sp.**Environmental Pollution,112:209-213(2001).
6. LIMA JÚNIOR, G. E.; RODRIGUES, M. G. F. **Estudo da remoção óleo em emulsão óleo/água utilizando argilas organofílica e organo-ácida.**XII Congresso de Iniciação Científica, Campina Grande - PB,2015.
7. MURRAY, H. H. **Applied Clay Mineralogy, Developments in Clay Science**, Ed. Elsevier., v. 2, 1ª ed., 2006.
8. RODRIGUES, A. L. G. **Efeitos de óleos e graxas para tratabilidade de esgotos e poluição difusa.** SABESP, 2007.
9. SILVA, M. A. R. **Solidificação e estabilização de resíduos inorgânicos industriais: estudo da eficiência do processo e evidência de mecanismos de imobilização**, Tese de Doutorado em Química, UFSC, Florianópolis-SC, 107p, 2007.
10. SOUSA, L.J; **Remoção de chumbo de efluente sintético e Tratamento do resíduo sólido perigoso gerado utilizando estabilização por solidificação.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande- PB, 118 f, 2009.
11. SOUZA SANTOS,P. **Ciência e Tecnologia de Argilas**. Ed. Edgard Blücher Ltda.,São Paulo-SP,v. 1, 2ª ed.; 408p., 1989.
12. WANG, C. C.; JUANG, L. C.; LEE, C. K.; HSU, T. C.; LEE, J. F.; CHAO, H. P. **Effects of Exchanged Surfactant Cations on the Pore Structure and Adsorption Characteristics of Montmorillonite.** Journal Colloid Interface Science, v.280, p.27-35, 2004.
13. XI Y.; MALLAVARAPU M.; NAIDU R. **Preparation, characterization of surfactants modified Clay minerals and nitrate adsorption.** Applied Clay Science, v.48, p. 92-96, 2010.