

## CARACTERIZAÇÃO DE ARGILA VERDE LODO DO ESTADO DA PARAÍBA.

K. C. Machado A. J. Araujo; M. A. O. Ferreira; F. J. Mondelo; G. R. Martín-Cortés\*; F. R. Valenzuela-Díaz

Centro Universitário Estácio Radial de São Paulo – Engenharia de Petróleo e Gás.  
Unidade Vila dos Remédios. Av. dos Remédios, 810 Vila dos Remédios, São Paulo/SP CEP 05107-001

Ciudad Universitaria José Antonio Hechavarria, La Habana, República de Cuba  
PMI-EPUSP - Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Mello Moraes 2373 Cidade Universitária, 05508-900 São Paulo, SP

PMT-EPUSP - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Mello Moraes 2463 Cidade Universitária, 05508-900 São Paulo, SP

\* [germac@usp.br](mailto:germac@usp.br)

### RESUMO

Argila é o produto composto normalmente por diferentes espécies mineralógicas que se misturaram durante o processo de formação através da alteração de minerais de rochas da crosta terrestre. Apresentam comportamento plástico em presença de água e podem ser de cores variadas desde o branco até o vermelho escuro dependendo da composição química dos minerais alterados. O tipo de argila, seja caulinita, esmectitas ou outras depende também dos minerais originais que foram alterados. O termo argila também é usado na classificação granulométrica de partículas pois apresentam a granulometria mais fina entre os integrantes do reino mineral chegando a apresentar partículas menores de 0,5 µm. A grande variedade de aplicações industriais das argilas indica a importância técnico – econômica das mesmas. O foco deste trabalho é a avaliação efetuada em uma amostra de argila do Estado da Paraíba através de Ensaio de Inchamento de Foster, CTC/CT – Capacidade de Troca de Cátions / Cátions Trocáveis, DRX – Difração de Raios X pelo método do Pó, FRX – Fluorescência de Raios X, AT – Análise Térmica e MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura. Por fim a argila também foi submetida à modificação química por sais de sódio e por quaternário de amônio.

**PALAVRAS - CHAVE:** argilas do Estado da Paraíba, caracterização de argilas, usos e/ou aplicações das argilas estudadas.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é importante produtor de materiais cerâmicos e outros produtos não-metálicos que são produzidos utilizando argilas como matéria-prima fundamental e o País possui um considerável número de jazidas de argilas industriais dos tipos mais variados incluindo caulins, esmectitas e argilas para materiais de construção.

Os caulins da Amazônia e do Pará entre outros são famosos pela pureza, alvura e fina granulometria de suas partículas constituintes, propriedades que permitem sua aplicação industrial nas produções mais exigentes de bens cerâmicos, tintas e outros produtos.

As argilas plásticas brasileiras com altos teores de Al produzem excelentes peças e produtos para a construção de prédios e residências com todos os padrões requisitados pelos engenheiros e empresas mais exigentes.

Ou seja, em geral a quantidade, qualidade e as propriedades das argilas do Brasil permitem confiar em que, para cada exigência de uso e qualidade, onde são aplicadas as mesmas pode ser encontrada uma solução baseada em argilas provenientes dos depósitos encontrados nos diferentes Estados produtores da União.

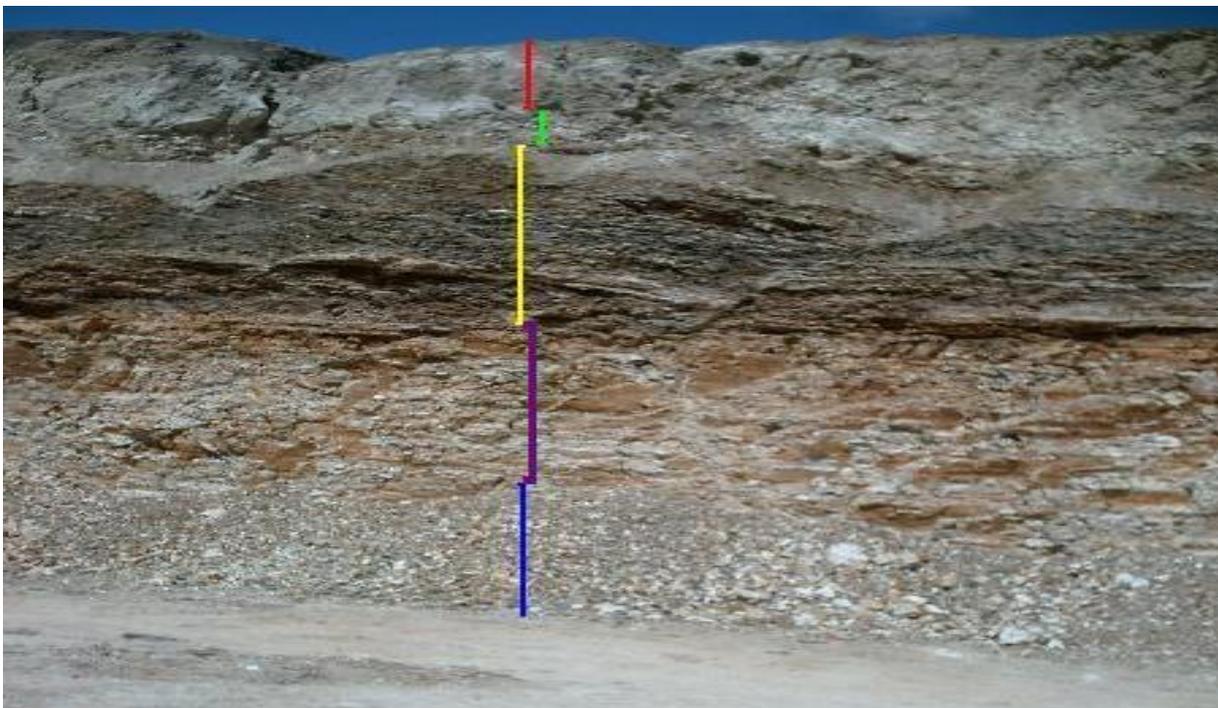


Figura 1 Perfil de lavra de Mina de Bentonitas no Município de Boa Vista, PB. As cores destacam as camadas presentes na frente de lavra. O tipo Verde Lodo se encontra na subsuperfície abaixo da camada marcada em azul e acima de basalto.

As esmectitas da Paraíba, Bahia, São Paulo e outros estados brasileiros são amplamente reconhecidas também pela elevada pureza e qualidade dos seus principais parâmetros sendo aplicadas na produção de lamas de perfuração de poços de prospecção e exploração de petróleo e para minerais sólidos também, na pelletização de minério de ferro para fundição, em moldes de fundição metalúrgica, tintas, sabonetes especiais e cosméticos, e em muitos outros usos industriais econômicos da Federação Brasileira.

Os tipos tecnológico-naturais do Município de Boa Vista, PB são reconhecidos pela cor e coincidentemente pela qualidade em cada caso. Assim, as minas da região apresentam os tipos (Figura 1) a seguir relacionados: Cobertura de solo (marcada da cor vermelho na foto); calcedônia (marcada em verde); chocolate (marcada em amarelo); choco-bofe (marcada em violeta); bofe (marcada em azul). Verde Lodo não aparece na foto por se encontrar abaixo do nível da frente lavra. Por regra geral, esses tipos tecnológicos naturais de argilas se apresentam em essa ordem, precedidos na superfície pela camada orgânica(≈20 cm), a camada de calcedônia de cor clara a branca constituída por micro-cristais de SiO<sub>2</sub> (quartzo).

O presente trabalho centrou-se na avaliação em laboratório especializado do PMT-EPUSP - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo das características tecnológicas do tipo natural tecnológico de Argilas Verde-Lodo localizado nas minas em exploração do Município de Boa Vista, Estado da Paraíba na Região Nordeste do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para efetuar os trabalhos de caracterização tecnológica dos materiais argilosos do Estado da Paraíba foram separados aproximadamente 200 g de amostra das reservas de materiais para avaliação e ensaios tecnológicos do Projeto PIPE-NAOB em andamento desde finais de 2007. Ditos materiais se encontram armazenados no LMPSol - Laboratório de Matérias Primas Particuladas e Sólidos Não Metálicos do PMT-EPUSP - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A chegada ao laboratório o material argiloso foi inscrito em livro de registro, pesado e caracterizada sua umidade natural. Depois foi colocado em estufa a 40 °C por 7 dias para garantir a sua secagem sem endurecer as partículas constituintes.

Após secagem, o material foi separado em alíquotas e triturado manualmente em almofariz com pistilo até todo o material passar na peneira # 200 (0,074 mm). O material assim classificado foi então dividido em alíquotas para ser submetido aos diferentes ensaios.

A metodologia de avaliação tomou como base as orientações do livro Tecnologia das Argilas do Prof. Dr. Pêrsio de Sousa e Santos (1992). Os ensaios de caracterização destes materiais argilosos se relacionam a continuação:

#### UMIDADE.

A umidade foi determinada em uma amostra de aproximadamente 1,00 g e seca a 60 °C por um mínimo de 24 horas. O valor apresentado corresponde.

#### CAPACIDADE DE ADSORÇÃO EM AMOSTRA IN NATURA

Preparou-se uma alíquota de 1,00 g da amostra a ser ensaiada. Tomou-se um recipiente pirex e uma cesta de tela de aço inoxidável com malha 200# na sequência colocados 80,0 mL de água destilada em seguida a cesta citada. A amostra da argila foi adicionada aos poucos até a total adição da alíquota. A sedimentação ocorreu por no mínimo de 15 minutos.

A quantidade de fluido adsorvida foi calculada a partir da equação:

$$Ad = \left( \frac{P_1 - P_2}{P_2} \right) * 100$$

Onde:

P1= peso do conjunto após adsorção

P2= peso do conjunto adsorvente seco

Ad= eficiência da adsorção em porcentagem

#### DENSIDADE APARENTE

Utilizou-se uma proveta de 100 mL com aproximadamente 20,0 g da argila in natura logo adicionou-se a fração da amostra e na sequência foi realizada a primeira medição na proveta em seguida o material foi compactado batendo a proveta 10

vezes sobre lençol de borracha até que o nível da amostra fosse nivelado após a compactação foi efetuada uma nova leitura.

O cálculo referente à densidade aparente foi feito a partir da equação:

$$\text{Densidade aparente (g/cm}^3\text{)} = a/b$$

Onde:

a= peso da amostra seca a 60 °C

b= volume da proveta

## GRANULOMETRIA POR PENEIRAS

Foi selecionada uma breve seqüência de peneiras para conhecer aproximadamente a distribuição do tamanho de partículas deste material argiloso.

## CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS - CTC/CT

Utilizou-se o método de acetato de amônio indicado por Souza Santos (1992), aplicado em Aparelho de Kjeldahl do LMPSol como se mostra na Figura 2.



Figura 2. Determinação da capacidade de troca de cátions.

## DIFRAÇÃO DE RAIOS X – DRX.

Foi utilizado difratômetro da marca Philips modelo X'PERT MPD provido de eletrodo de cobre de radiação  $K\alpha$  e efetua o varrido entre os ângulos  $2 - 90^\circ$  ( $2\theta$ ).

## INCHAMENTO DE FOSTER

A argila in natura foi avaliada em 100 mL de água destilada. A argila organofilizada foi submetida ao ensaio nos solventes: querosene e gasolina.

Prepararam-se três alíquotas de 1,00 g de cada amostra a ser ensaiada. Tomaram-se três provetas de 100 mL e colocados 100,0 mL de água destilada na primeira e 30,0 mL de cada solvente orgânico acima citado nas duas restantes. A argila das alíquotas foi adicionada aos poucos em cada uma das provetas até a total adição da alíquota na proveta correspondente. Registrou-se o inchamento inicial em mL/g. Após 24 horas era feito um novo registro.

## RESULTADOS

### UMIDADE

As argilas do Estado da Paraíba não ultrapassaram 5,18%  $H_2O$ .

### Capacidade de Adsorção em amostra In Natura

Os resultados da adsorção da amostra analisada foram 7% de adsorção do fluido utilizado ( $H_2O$ ).

### DENSIDADE APARENTE

O ensaio da Densidade aparente da amostra de argila Verde Lodo teve como resultado  $1,01 \text{ g/cm}^3$ .

## DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAS

A tabela 1 mostra os resultados obtidos nesse análise da distribuição granulométrica por peneiras.

Tabela 1 Ensaio de granulometria por peneiras da argila Verde Lodo (Martín-Cortés, 2011)

Peneira ( $\Phi$ mm)	Massa retida acima (g)	%	% Acumulado
20 (0,84)	0,442	0,43	0,43
65 (0,230)	11,128	10,76	11,19
250 (0,058)	49,248	47,61	58,80
< 250 (<0,058)	42,627	41,21	100,01
Massa final	103,445		

O ensaio realizado teve, originalmente, caráter preliminar para posteriores ensaios mais aprimorados. Mas o resultado obtido mostra que, de maneira preliminar, a fração abaixo de 0,23 mm constitui 88,82 % do total da massa da argila e também que mais de 40 % da argila é menor que 0,058 mm a última peneira utilizada. A peneira de 0,074 mm, o diâmetro correspondente aos orifícios da peneira malha 200 não foi utilizada no ensaio por motivos alheios que não afetam os resultados obtidos.

## DIFRAÇÃO DE RAIOS X – DRX.

A Figura 3 mostra os resultados obtidos na análise por DRX – difração por raios X pelo método do pó da amostra de argila do tipo tecnológico - natural Verde Lodo da mina de Boa Vista, PB.

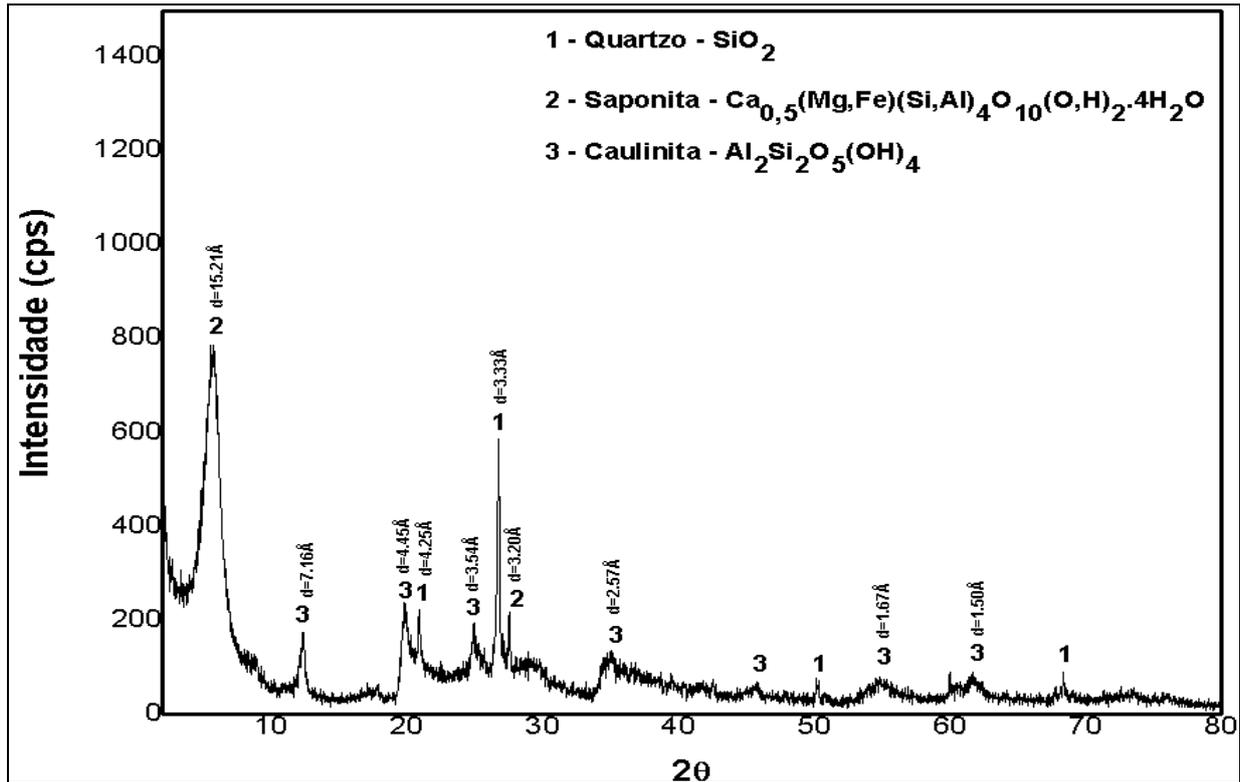


Figura 3. Curva de DRX da amostra de argila Verde Lodo

As fases minerais presentes são SAPONITA, argilomineral do grupo das esmectitas, CAULINITA argilomineral que se desenvolve a partir da alteração dos feldspatos preexistentes nas rochas originais e quartzo. A composição mineral da amostra sugere a origem hidrotermal destas matérias pois os três coincidem na possível origem desse fenômeno geológico.

### INCHAMENTO DE FOSTER

A tabela 1 abaixo mostra os resultados do ensaio de inchamento de Foster:

Tabela 1. Quadro comparativo - Inchamento de Foster.

Solventes	Amostra Verde Lodo In natura		Verde Lodo modificada por sais de sódio e quaternário de amônio	
	1ª medição	2ª medição	1ª medição	2ª medição
Água Destilada	1 g / mL	3 g / mL	1 g / mL	3 g / mL
Gasolina	1 g / mL	2 g / mL	1 g / mL	7 g / mL
Querosene	não se aplica		1 g / mL	2 g / mL

De acordo com os resultados obtidos podemos observar na Tabela 1, que as argilas tiveram um comportamento diferente de inchamento em cada dispersante e na amostra modificada quimicamente à organofílica foram obtidos maiores resultados de inchamento.

Aparentemente o conteúdo de caulinita identificado na difração de raios X afetou o inchamento das argila como um todo.

## **CONCLUSÃO**

Foi efetuada a caracterização das argilas do tipo Verde Lodo do Município de Boa Vista, Estado da Paraíba. Os resultados mostram que a camada onde se encontra o tipo tecnológico estudado a convergência de dois tipos de argilas, esmectitas e caulinitas. A quantificação da presença dessas fases minerais constitui uma necessidade para continuar desenvolvendo futuros usos industriais econômicos para a região pois o tipo Verde Lodo é abundante.

## **BIBLIOGRAFIA**

Pérsio de Sousa e Santos. Tecnologia das Argilas. Editora Edgar Blücher. São Paulo, 1992

Martín-Cortés, G. R. Relatório Final Fase II. Projeto PIPE-NAOB, Nanocompósitos Argila Organofílica – Borracha. 2011