

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
DEC - Departamento de Engenharia Civil
Campina Grande PB
Carolina Vidal Accioly

RELATORIO
ESTAGIO SUPERVISIONADO
LABORATORIO DE SOLOS I



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

Caracterização Reológica de Argilas Esmectíticas Sódicas para Uso
como Fluido na Construção de Paredes Diafragmas.

Carolina Vidal Accioly

Aluna do Curso de Graduação em
Engenharia Civil DEC/CCT/UFPB
58.100 - Campina Grande-PB

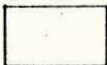
Heber Carlos Ferreira

Professor Titular do Curso de
Engenharia Civil DEC/CCT/UFPB
58.100 - Campina Grande-PB

ABSTRACT

First of all, a revision of the existent normalization is made, followed by a study of six samples of industrialized sodium smectite clays for fluids in petroleum drilling objecting its use a mud for building diaphragm walls. The dispersions were studied in the concentration rate of 2% to 10% w/w at 2% w/w intervals. The Fann 35-A viscometer and the Marsh viscometer were used. The last is normally used in field control and the Baroid filter press to determine the thickness of the cake and the filtrate loss. Other secondary data are also furnished.

After the results of analysis, we noticed that all studied samples are satisfactory to be used building diaphragm walls.



INTRODUÇÃO

As argilas esmectíticas sódicas são utilizadas para confecção de fluidos para a construção de paredes diafragmas em engenharia civil (geotecnia). Diafragma é uma parede de contenção moldada ou pré-moldada no solo para uso como ensecadeira, "cutoff", galerias de metrô, fundações de pontes e edifícios, estações de bombeamento, elemento de estacas, em rebaixamentos freáticos, túneis, etc. (1), (2), (3), (4).

A construção da parede diafragma inicia-se pela escavação das valas que são preenchidas com a lama que posteriormente, é substituída pelo concreto, mistura solo-cimento ou cimento-esmectita.

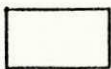
A finalidade primordial do uso de lamas na execução dos painéis é a manutenção da estabilidade das paredes evitando desmoronamento durante a escavação, limpeza e concretagem (5). A lama exerce ainda um efeito impermeabilizante formando um filme ("cake") junto às paredes da vala de fundação o que dificulta a desidratação do solo e sua conseqüente descompressão (1), (2), (6).

Para que seja mantida a estabilidade da suspensão durante os trabalhos de escavação até a sua conclusão, torna-se imprescindível o controle de qualidade da lama antes e durante a sua utilização (1) e (2). Para o controle de qualidade destas lamas, existem dois sérios problemas. Primeiro é a inexistência de normas específicas sobre o assunto, o que leva a utilização de uma grande variedade de terminologias, métodos de ensaios e especificações, geralmente baseadas nas normas do American Petroleum Institute (API) e da Petrobrás. O segundo problema, trata-se do uso frequente, mesmo em escala de laboratório, do Viscosímetro Marsh, que deveria ser utilizado apenas em controle de campo, existindo poucos dados com o Viscosímetro Fann 35-A específico para esta finalidade.

As principais informações encontradas na literatura estão abaixo relacionadas:

Concentração - A concentração das dispersões varia consideravelmente de 2,5% a 6% segundo Marchesin e Santos (1); pode-se ter valores até um máximo de 10% segundo Boyes (3); deve estar entre 5% e 6% segundo Nash (4) e segundo D'Appolonia (6) entre 5% e 7%.

Viscosidade Aparente e Plástica - Na literatura consultada, não foram encontrados valores recomendados. Como tentativa poderão ser



adotados os valores recomendados pela Petrobras para fluidos de perfuração (7) e (8). Os valores mínimos especificados são os seguintes: argilas do tipo I - VA = 15 cP e VP = 4,0 cP; argilas do tipo II - VA = 15 cP e VP = 6,0 cP.

Viscosidade Marsh - São numerosas e variadas as faixas recomendadas quando do uso do Viscosímetro Marsh com abertura de 4,8 mm. Segundo Marchesin e Santos (1) e Neto (2) uma lama nova apresenta uma viscosidade na faixa de 32 a 37 s; segundo Nash (4) na faixa de 30 a 40 s e segundo D'Appolonia (6), American Colloid Company (9) e Millet e Perez (10) a viscosidade ideal situa-se na faixa média de 40 s.

Limite de Escoamento - Modernamente não mais se especificam valores para o limite de escoamento. Segundo Souza Santos (11) os valores máximos para o gel inicial seriam de 7 a 10 kg/cm² para as argilas de alto e médio rendimento respectivamente. Segundo a norma da Petrobras (12) o valor máximo do limite de escoamento é 3 vezes a viscosidade plástica.

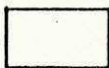
Volume do Filtrado - Segundo Marchesin e Santos (1) e Neto (2) o valor aceitável situa-se na faixa de 10 a 20 ml num ensaio de 7,5 min de duração a uma pressão de 7 kg/cm²; segundo Millet e Perez (10) entre 15 a 30 ml, seguindo a metodologia do API.

Espessura do "Cake" - A espessura do "cake" segundo Marchesin e Santos (1) e Neto (2) varia na faixa de 1,5 a 2,0 mm não devendo ultrapassar 2,5 mm, sendo determinado colocando-se o papel de filtro com o material retido entre duas lâminas de vidro, medindo-se a espessura entre as lâminas ("cake") com um paquímetro.

pH - Segundo Marchesin e Santos (1) e Neto (2) o pH varia na faixa de 8 a 10 podendo ir a 12 para lamas usadas; segundo Millet e Perez (10) o pH deve-se situar na faixa de 6,5 a 10 não devendo ultrapassar 10,5.

Densidade - Segundo Marchesin e Santos (1) e Neto (2) uma lama nova com concentração entre 2% e 6% a densidade varia na faixa de 1,02 a 1,05 g/cm³, para lamas com concentração de 10% a densidade é de 1,10 g/cm³ não devendo, para lamas velhas, ultrapassar 1,3 g/cm³; segundo Nash (4) o valor deve ser sempre menor que 1,10 g/cm³.

O objetivo deste trabalho é estudar seis amostras de argilas esmectíticas sódicas industrializadas no estado da Paraíba, para uso como fluidos tixotrópicos para construção de paredes diafragmas.



MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras

Foram estudadas seis amostras de argilas esmectíticas sódicas industrializadas no estado da Paraíba. As amostras são as seguintes:

Drescon SA - Produtos de perfuração - Divisão Bentonita - Rodovia Boa Vista - Cabaceiras-PB, km 5 - CEP. 58.100 Cx. Postal 541.

Brasgel PA-25 - Bentonit União Nordeste S/A - Av. Assis Chateaubriand S/N - Distrito Industrial - Campina Grande-PB.

Norgel AP-10 - Arnosa Argila Minérios Nordestinos S/A - Av. Parque S/N - João Pessoa-PB.

Bentonita Viscogel - Mineração Pedra Lavrada Ltda - Faz. Vilu S/N Galpão 02 - Estação Ferroviária - Soledade-PB.

Sogel - Socal Ind. e Com. de Cal e Bentonita Ltda - Rodovia BR-104, S/N - km 133 - Sítio Zé Velho - Queimadas-PB.

Bentonisa - Bentonita Nordeste S/A - Bentogel - BR-412, km 18, Distrito de Boa Vista - Município de Campina Grande-PB.

Métodos

Dispersão - Foram preparadas dispersões na faixa de 2 a 10% em massa com intervalos de 2%. A preparação das dispersões foi realizada de acordo com a norma da Petrobras (8).

Viscosidade Aparente e Plástica - A viscosidade aparente e plástica foi determinada segundo a norma da Petrobras (8).

Viscosidade Marsh - A viscosidade Marsh foi determinada segundo informações de Marchesin e Santos (1) foi utilizado um viscosímetro Marsh, com abertura inferior a 4,8 mm, com volume de 1500 ml, sendo determinado o tempo em segundos para o escoamento de um volume de 946 ml.

Limite de Escoamento - O limite de escoamento foi determinado no viscosímetro Fann 35-A, seguindo instruções de Machado (13) sendo calculada pela fórmula: $LE = \theta_{300} - VP$ (Eq. 1)

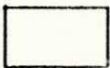
onde: LE = limite de escoamento;

θ_{300} = leitura a 300 rpm;

VP = viscosidade plástica.

Volume do Filtrado - O volume do filtrado foi determinado segundo a norma da Petrobras (8).

Espessura do "Cake" - A espessura do "cake" foi determinada se



gundo Marchesin e Santos (1) no papel de filtro com o "cake" que foi utilizado no ensaio de determinação do volume do filtrado, colocando-o entre duas lâminas de vidro e medindo sua espessura com um paquímetro.

PH - O PH foi determinado segundo a norma da Petrobrás (8) sendo utilizado papel medidor de PH.

Densidade - A densidade foi determinada através da determinação da massa de um volume conhecido com a precisão de centésimos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão contidos na Tabela 1.

Viscosidade Aparente e Plástica - Para as amostras estudadas nas concentrações em torno de 6% são obtidos valores para viscosidade aparente e plástica de acordo com a norma da Petrobrás (8) para argilas do tipo I.

Viscosidade Marsh - Para as amostras estudadas, pode-se obter viscosidade Marsh na faixa de 30 a 40 s para concentrações da ordem de 4%.

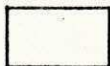
Limite de Escoamento - Os materiais em estudo, apresentam limite de escoamento acima do máximo especificado em normas anteriormente utilizadas (11) e (12).

Volume do Filtrado - Para as amostras estudadas, observa-se que apenas as concentrações inferiores a 4% apresentaram volume do filtrado excessivo, fugindo da faixa especificada por Millet e Perez (10).

Espessura do "Cake" - Para as amostras estudadas observa-se que todas as amostras para concentrações de até 6% apresentam espessura do "cake" igual ou inferior a 2,5 mm. Deve-se observar que as amostras Norgel e Viscogel, tem espessura adequada para concentrações até 8% e que a Bentonisa apresenta comportamento satisfatório até concentrações de 10%.

PH - Para as amostras estudadas, observa-se que todos os valores satisfazem as especificações existentes.

Densidade - Para as amostras estudadas, deve-se observar que apenas para concentrações mais elevadas da ordem de 10%, apenas a amostra Bentonisa apresenta o valor excessivo de 1,15 g/cm³. Deve ser mencionado que para concentrações mais elevadas a determinação da densidade torna-se pouco precisa.



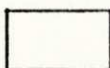
CONCLUSÕES

Foram estudadas seis amostras de argilas esmectíticas sódicas industrializadas no estado da Paraíba, para uso como fluido tixotrópico para construção de paredes diafragmas, podendo-se concluir o seguinte:

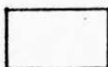
- 1) Para as concentrações da ordem de 6%, todas as amostras estudadas apresentam comportamento satisfatório frente a normalização relacionada na parte inicial deste trabalho.
- 2) Com concentrações mais baixas, menores ou iguais a 4%, ou mais elevada, maiores ou iguais a 8%, observa-se que os materiais não satisfazem as especificações tornando-se necessário o uso de aditivos.

REFERÊNCIAS

- 1) Marchesin, A. e Santos, M.J.C., Escritório Técnico de JC de Figueiredo Ferraz Ltda, Ciclo de Palestras sobre Paredes Diafragmas, Cap. 1, Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro 1979.
- 2) Neto, M.S., CONCREMAT, Engenharia e Tecnologia S/A, Ciclo de Palestras sobre Paredes Diafragmas, Cap. 2, Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, 1979.
- 3) Boyes, R.G.H., Bentonite in Construction, Contract J., vol. 232, No 4722, pp 865-866, December 25, 1969.
- 4) Nash, K.L., Diaphragm Wall Construction Techniques, J. Const., Div. Proc. ASCE, vol. 100, No C04, pp 605-620, 1974.
- 5) Tressoldi, M., Nuske, M., Diafragmas Plásticos na Barragem de Terra da Margem Direita da UHE Tucuruí, Estudo de Lamas para Escavação de Painéis, THEMAG Eng. Ltda, sem data.
- 6) D'Appolonia, D.J., Soil-Bentonite Slurry Trench Cutoffs, J. Geotechn. Eng. Div., Proc. ASCE 106, No GT4, pp 399-417, 1980.
- 7) Petrobras, Argila Ativada para Fluidos de Perfuração à Base de Água Doce, N-1398 c, 1984.
- 8) Petrobras, Ensaio de Argila Ativada para Fluido de Perfuração à Base de Água Doce, N-1448 e, 1988.
- 9) American Colloid Company, Volclay its uses in Slurry Trenching and Diaphragm Wall Construction Projects. 5100 Suffle Court, Stoke, Illinois 60076, No 260, sem data.



- 10) Millet, R.A., Perez, J.Y., Current USA Practices: Slurry Wall Specification, J. Geotechn. Eng. Div. Proc. ASCE, vol. 107, No GT8, pp 1041-1059, Agosto, 1981.
- 11) Souza Santos, P., Tecnologia de Argilas, Aplicada às Argilas Brasileiras, São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.
- 12) Petrobras, Argila Ativada para Água Doce, EE-78, Rio de Janeiro, 1968.
- 13) Machado, J.V.C., Reologia de Fluidos: Aplicação na Engenharia de Petróleo, Salvador, BA, Setor de Ensino da Bahia, Petrobrás, 1988.



AMOSTRA	Conc. %	V.AP cP	V.PL cP	V.Marsh seg.	Lim. Esc. kg/cm ²	V.Filt. ml	Esp.Cake mm	pH	Dens. g/cm ³
DRESCON	2	3,4	2,6	27,4	9,5	29,1	1,0	8,0	1,01
	4	10,0	4,5	32,1	24,5	24,0	1,5	8,0	1,02
	6	22,5	5,2	52,0	50,1	18,5	2,5	8,0	1,08
	8	43,3	2,3	N.D.	88,8	14,0	2,8	8,0	1,07
	10	85,5	1,0	N.D.	172,0	14,0	2,9	8,0	1,08
BRASGEL	2	4,4	2,8	27,7	11,5	29,0	1,0	8,0	1,03
	4	12,0	4,5	32,5	28,5	21,0	1,4	8,0	1,04
	6	24,5	3,5	56,5	52,5	14,0	1,9	8,0	1,09
	8	47,6	1,3	N.D.	96,5	12,5	2,6	8,0	1,09
	10	86,8	1,5	N.D.	175,0	12,5	2,5	8,0	1,08
NORGEL	2	3,0	1,9	27,0	7,8	36,5	1,2	8,5	1,05
	4	9,5	4,8	30,5	23,8	25,3	1,6	8,5	1,04
	6	20,5	4,3	50,0	45,3	19,8	2,4	8,5	1,07
	8	47,9	4,8	N.D.	100,5	16,5	2,5	8,5	1,06
	10	81,3	0,8	N.D.	163,3	14,9	3,0	8,5	1,05
BETONISA	2	3,0	2,0	26,8	8,0	36,0	0,9	8,0	1,04
	4	8,2	4,0	30,0	20,3	18,8	1,3	8,0	1,05
	6	16,9	6,3	39,5	40,0	17,3	1,7	8,0	1,09
	8	30,3	4,8	N.D.	65,3	15,0	1,8	8,0	1,09
	10	63,5	-2,3	N.D.	124,8	13,8	2,3	8,0	1,15
VISCOGEL	2	3,5	2,0	27,0	9,0	31,8	0,9	9,0	1,04
	4	9,6	4,3	31,0	23,5	22,9	1,3	9,0	1,08
	6	22,4	5,8	49,0	450,5	18,3	2,1	9,0	1,07
	8	44,1	4,8	N.D.	93,0	16,0	2,1	9,0	1,11
	10	82,5	2,0	N.D.	167,0	14,0	2,8	9,0	1,09
SORGEL	2	3,3	2,3	26,5	8,8	39,3	1,0	9,5	1,08
	4	8,5	4,0	30,0	21,0	18,8	1,6	9,5	1,06
	6	18,0	5,0	42,0	41,0	18,3	2,5	9,5	1,11
	8	40,0	3,3	N.D.	83,3	19,0	2,8	9,5	1,10
	10	73,5	0,5	N.D.	147,5	16,0	3,4	9,5	1,11

Tabela 1 - Características Reológicas de Argilas Esmeclíticas Sódicas para Fluidos para Construção de Paredes Diafráguas.

OBS. N.D. - Dado não determinado por não haver escoamento.

- A amostra BRASGEL-PA quando ensaiada na concentração 4,9% apresenta viscosidade aparente de 17 cP, viscosidade plástica de 4,5 cP e volume do filtrado de 15,2 ml.

