

O Uso de Lama Estabilizante a Base de Polímeros em Estacas Escavadas

William Roberto Antunes, David Antunes Cabral e Marcos Antonio Veríssimo
Fundesp Fundações Especiais Ltda., São Paulo, Brasil

RESUMO: Seguindo uma tendência mundial de se substituir a lama bentonítica na estabilização de perfurações em estacas escavadas, apresentamos a primeira experiência brasileira em um caso de obra onde foram executadas estacas escavadas de grande diâmetro, parcialmente encamisadas, para as fundações de uma ponte, na presença de lâmina d'água salobra, utilizando lama estabilizante a base de polímero para contenção da perfuração. Serão abordados neste trabalho, os testes realizados em laboratório e no campo para obtenção da dosagem do polímero a ser utilizado, procedimentos para a sua utilização, e as vantagens e desvantagens técnica-econômica em relação à lama bentonítica.

PALAVRAS-CHAVES: Fundações, Estacas Escavadas, Lama Polimérica

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos polímeros em substituição a tradicional bentonita nas perfurações pode ocorrer devido a exigências de órgãos ambientais, por ser um produto biodegradável facilitando a disposição dos materiais provenientes das perfurações.

O polímero é uma molécula muito comprida formada pela adição de simples repetição de grupos denominados monômeros. Eles usualmente se unem pelas extremidades, de forma similar às ligações dos elos de uma corrente. Uma molécula de um polímero pode ser formada por centenas de milhares de unidades de monômeros, alguns são formados por dois ou mais monômeros.

2 DADOS DO POLÍMERO

O polímero utilizado nos testes e na obra, é de origem japonesa, encontrado no mercado nacional através de representação comercial, sendo testados três produtos ofertados pelo mesmo fornecedor, que serão denominados neste trabalho como produtos A, B e C.

O produto A, conforme dados do fornecedor, é composto de um poliacrilato de sódio sintético-orgânico em solução e descrito como um copolímero de acrilamida com grupos

acrilato, tendo a função de agente estabilizante auxiliar em perfurações e limpeza de furos.

O produto B, conforme dados do fornecedor, é composto de um poliacrilato de sódio sintético-orgânico e descrito como um copolímero de acrilamida com grupos acrilato, tendo a função de estabilizante auxiliar, lubrificante e, deslizante em perfurações.

O produto C, conforme dados do fornecedor, é um produto catiônico de alto peso molecular que tem a função de desarenador no processo de perfuração.

3 TESTES DE LABORATÓRIO

Antes do início dos trabalhos no campo, foram realizados testes de viscosidade Marsh e de perda de lama polimérica com diferentes dosagens, em modelo de laboratório simulando o campo, para avaliação do produto e dos procedimentos a serem adotados:

3.1 Viscosidade Marsh em Função do Tempo de Mistura

Utilizando-se o produto A, na quantidade correspondente a 0,20% em peso, sugerida pelo fornecedor do produto, determinou-se a Viscosidade Marsh em função do tempo de mistura, conforme figura 1.

A viscosidade cresce com o tempo de mistura e, após 10 minutos observa-se uma tendência de estabilização. O descanso de 35 minutos propiciou um pequeno acréscimo de viscosidade.

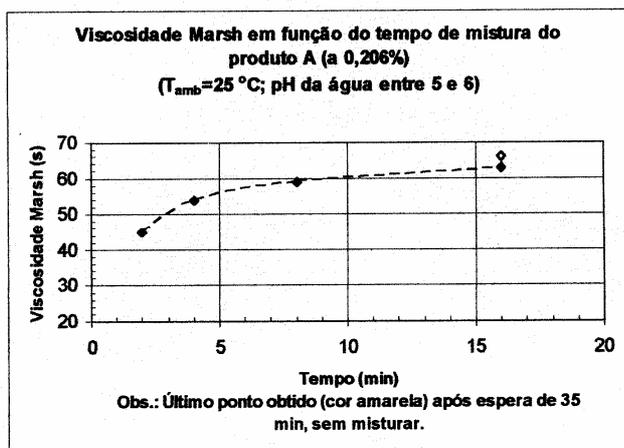


Figura 1.

Em seguida, determinou-se a viscosidade Marsh da lama com os produtos A, B e C misturados simultaneamente, em função do tempo de mistura, conforme mostra a figura 2. Observa-se que a viscosidade máxima é atingida em menos de 5 minutos de mistura.

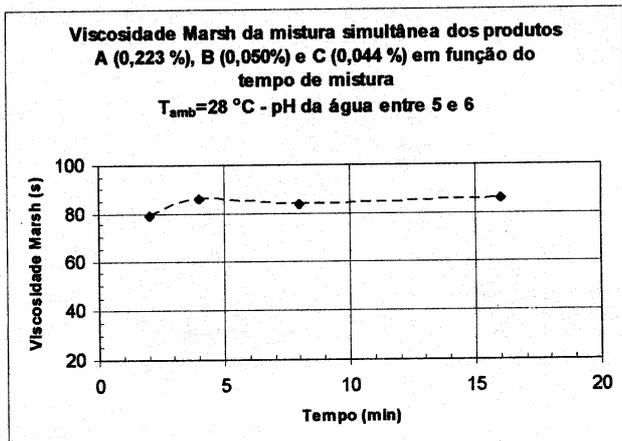


Figura 2.

Foram realizados também, mais três ensaios de viscosidade Marsh com os produtos A, B e C, em função da porcentagem em peso, procurando-se manter a mesma proporção entre esses produtos, conforme abaixo. Os resultados estão apresentados na figura 3.

Observa-se que a viscosidade Marsh diminuiu com a continuação da mistura por mais 10 minutos, possivelmente em decorrência

do corte das cadeias longas de polímero pelas pás do misturador.

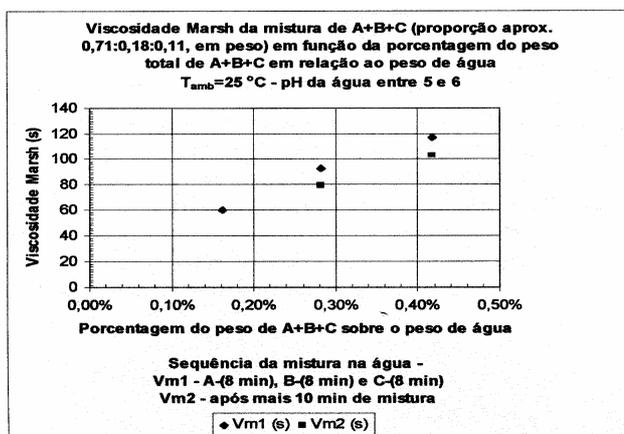


Figura 3.

3.2 Ensaio de Perda de Lama

Com a finalidade de simular a perda de lama que ocorreria durante a perfuração em solo arenoso, com uma diferença de pressão hidrostática de aproximadamente 50 kPa (equivalente 5 m.c.a.), foram realizados três ensaios de perda de lama em modelo de laboratório, conforme resultados abaixo:

O primeiro ensaio, utilizando os produtos A, B e C, houve uma perda de lama significativa, da ordem de 65% do volume, no intervalo de tempo de 30 min., não apresentando tendência desta perda se estabilizar, conforme mostra a figura 4.

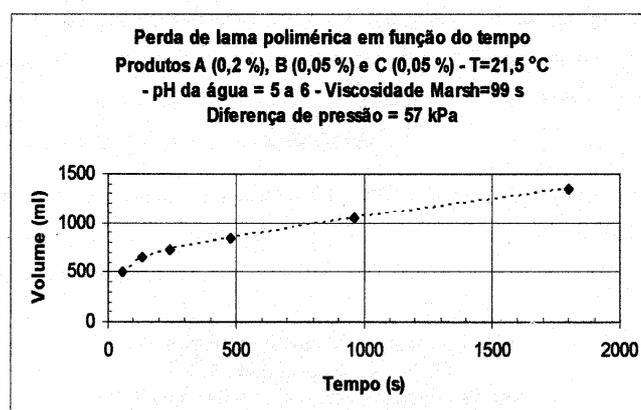


Figura 4.

Tendo em vista os resultados do primeiro ensaio, utilizou-se no segundo, somente o produto A, com o dobro da dosagem (0,40%), e

Tabela 1.

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
Porcentagem de A+B+C, em peso, na água	0,162 %	0,282 %	0,417 %
Peso do produto A, em gramas, em 3000 gr de água	3,37	6,05	9,04
Peso do produto B, em gramas, em 3000 gr de água	0,86	1,50	2,24
Peso do produto C, em gramas, em 3000 gr de água	0,65	0,95	1,29

verificou-se uma perda de 37,5% em volume, no intervalo de 30 minutos. Houve, portanto uma estabilização da perda com provável impermeabilização da interface da camada de areia.

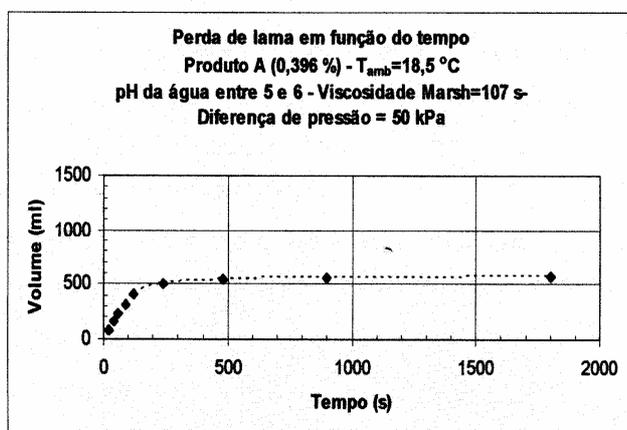


Figura 5.

Para verificar o efeito da dosagem do produto A, foi realizado um terceiro ensaio, utilizando o produto A na porcentagem de 0,20%, tendo-se obtido os resultados apresentados na figura 6. Neste ensaio, a perda de lama foi praticamente de 100% aos 30 minutos.

O terceiro ensaio, só com o produto A, comparando com o primeiro, mostrou que os aditivos B e C, de fato contribuem para a redução da perda de lama, porém ainda a nível insuficiente nas condições deste ensaio. O segundo ensaio mostrou a grande influência da dosagem. A porcentagem de 0,40% mostrou-se adequada para selar a perda, após um período de cerca de 5 minutos.

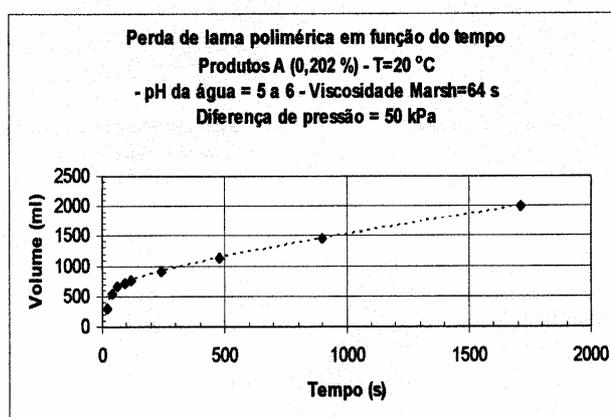


Figura6.

4 TESTES NO CAMPO

Para complementar os ensaios de laboratório, foram realizados três testes no campo, na margem do rio, a uma distância de 150 metros a montante do local de projeto, até então sem acesso para os equipamentos.

A sondagem mais próxima mostra o solo predominantemente arenoso, formado por sedimento quaternário de areia fina e média, cinza clara, compacta, sobrejacente a uma camada de argila arenosa, siltosa, cinza escura. Subjacente, até onde as sondagens alcançaram, encontra-se sedimento terciário da formação "Barreiras" com areia fina e média, cinza clara, compacta.

Os testes de campo foram realizados com os mesmos diâmetros utilizados no projeto, ou seja, diâmetros de 135 cm e 150 cm, para se verificar a estabilidade da escavação, com a

mesma metodologia executiva da obra, sem concretagem.

Primeiro teste: Fluido estabilizante a partir do pé da camisa metálica – água salobra.

Diâmetro da camisa (cm)	200
Diâmetro da estaca em solo (cm)	180
Cota do topo da camisa (m)	+5,50
Cota do terreno (m)	+3,00
Cota do pé da camisa (m)	-4,50
Cota final da escavação (m)	-17,00
Nível máximo da maré (m)	+2,10

Mantendo o nível d'água dentro na camisa metálica na cota +5,00m, verificou-se excelente estabilidade das paredes da escavação mesmo nas camadas de areia de baixa compactação, o que nos permite concluir que o gradiente hidráulico foi o único responsável por essa estabilização. O atrito causado pela areia decantada e a caçamba de escavação pela falta da como lubrificante, foi aumentando com a profundidade levando ao encerramento da escavação na cota -16,20m.

Segundo Teste: Fluido estabilizante a partir do pé da camisa metálica – lama polimérica.

Diâmetro da camisa (cm)	135
Diâmetro da estaca em solo (cm)	120
Cota do topo da camisa (m)	+3,30
Cota do terreno (m)	+3,00
Cota do pé da camisa (m)	+0,80
Cota final da escavação (m)	-16,20
Nível máximo da maré (m)	+2,20

Mantendo o nível d'água dentro na camisa metálica na cota +2,50m, verificou-se a falta de estabilidade das paredes da escavação mesmo utilizando a lama polimérica, o que permitiu concluir da necessidade de se aumentar o gradiente hidráulico. Ao contrário do que ocorreu no primeiro teste, inexistiu a decantação instantânea da areia e o esforço da escavação realizado pela perfuradora foi com relativa facilidade, atuando a lama com lubrificante da ferramenta de escavação.

Terceiro Teste: Fluido estabilizante a partir do pé da camisa metálica – lama polimérica.

Diâmetro da camisa (cm)	135
Diâmetro da estaca em solo (cm)	120
Cota do topo da camisa (m)	+5,00
Cota do terreno (m)	+4,00
Cota do pé da camisa (m)	+2,50
Cota final da escavação (m)	-36,80
Nível máximo da maré (m)	+1,90

Mantendo o nível d'água dentro na camisa metálica na cota +4,20m, verificou-se a estabilidade das paredes da escavação utilizando a lama polimérica. A perfuração se manteve estável por mais de 7 horas, porém após a queda na viscosidade para 37 segundos, a estaca veio a desmoronar.

5 METODOLOGIA EXECUTIVA DAS ESTACAS

- Cravação da camisa metálica perdida, no trecho com vibrador, na presença de lâmina d'água, até a sua fixação em camadas resistentes.
- Escavação simultânea à cravação com a caçamba "bucket" internamente à camisa metálica.
- A partir da extremidade inferior da camisa metálica, estabilização da escavação com lama polimérica.
- Colocação da armadura até a ponta da estaca e concretagem submersa.

6 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA A LAMA

Após a realização dos testes de campo e ajustes nas primeiras estacas, adotou-se uma quantidade correspondente a 0,27% em peso do produto A, 0,15% em peso do produto B e 0,03% em peso de Carbonato de Sódio para elevar o pH da lama. O produto C, desarenador, tornou-se desnecessário devido à predominância da areia no solo que decanta rapidamente, dispensando o acelerador.

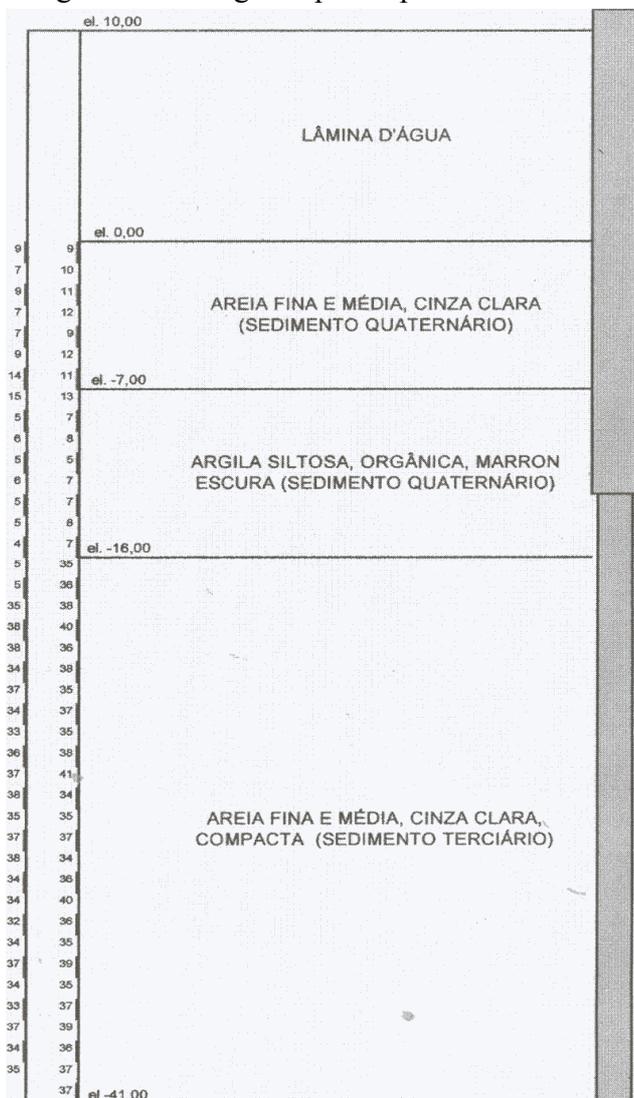
7 DESEMPENHO DO POLÍMERO

Foram executadas 94 estacas, sendo somente 10 estacas em terra firme com diâmetro de 135 cm, as demais estacas, foram executadas na presença de lâmina d'água, sendo 30 com diâmetro de 135 cm e 16 com diâmetro de 175 cm.

A figura 7 mostra a sondagem com o perfil típico do terreno na calha do rio. O solo é predominantemente arenoso com uma camada intermediária de argila siltosa mole, de cerca de 8 metros de espessura.

Diâm. da camisa (cm)	Diâm. em solo (cm)	Cota do topo da camisa (m)	Cota do terreno (m)	Cota do pé da camisa (m)	Cota da ponta (m)	Cota da lâmina d'água (m)	Perda média de concreto/estaca (m³)
135	120	5,171	+2,93	-7,64	-33,20	2,20	1,36
135	120	4,771	-0,49	-16,50	-42,25	2,20	2,84
200	180	4,771	-9,12	-19,27	-46,15	2,20	4,45
200	180	4,771	-7,68	-17,68	-47,93	2,20	4,33
135	120	4,771	-8,58	-18,89	-43,12	2,20	5,94
135	120	5,171	-4,83	-20,89	-42,47	2,20	4,37
135	120	5,171	-5,17	-20,76	-44,61	2,20	4,41
135	120	5,171	-0,41	-12,78	-39,80	2,20	2,22

Figura 7. Sondagem típica e perfil da estaca



8 COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

O trabalho com a lama polimérica requer treinamento da equipe, habituada com a lama bentonítica, pois exige muito mais cuidados durante o preparo e a perfuração da estaca, conforme descrito a seguir:

- O preparo da lama deve ser feito em misturadores de pá, com baixa rotação, diferente dos de alta turbulência normalmente utilizados no preparo da lama bentonítica, que quebram a cadeia de polímeros.

- O valor de pH deve ser em torno de 12 e a viscosidade Marsh no mínimo de 50 segundos durante a perfuração.

- O controle de pH e viscosidade Marsh deve ocorrer durante toda a perfuração até o início da concretagem, retirando-se amostras da lama do fundo e corrigindo o pH, adicionando-se polímero à medida que a escavação avança.

- Deve-se sempre trabalhar com um gradiente hidráulico superior a 3 metros.

O custo final da lama polimérica é cerca de cinco vezes superior ao da lama bentonítica,

sendo considerável no custo da estaca, desestimulando a sua maior utilização.

Considerando as perdas médias de concreto por estaca, as profundidades escavadas sem revestimento e os tempos que levam normalmente entre escavação e concretagem, pode-se concluir que a lama polimérica teve função de estabilizante nas perfurações das estacas da obra.

REFERÊNCIAS

Relatório Técnico nº 78 692-205 do IPT – Estudo de características de uma lama polimérica para uso na estabilização da perfuração de estacas escavadas.

Relatório Técnico nº 80 048-205 do IPT – Testes de Biodegradabilidade imediata pela Medida de Decaimento da DQQ-solúvel em amostra da mistura de produtos químicos para perfurações.

Catálogo Técnico de Polímeros SUNRISE MUD – Stalge Sunrise Exportação e Importação Ltda.