

VIBROTESTEMUNHADOR LEVE: CONSTRUÇÃO, UTILIZAÇÃO E POTENCIALIDADES

Louis MARTIN
Jean-Marie FLEXOR
Kenitiro SUGUIO

RESUMO

É bastante difícil obter testemunhos não-perturbados ou com mínima perturbação de depósitos sedimentares moles, principalmente de idade quaternária. Por outro lado, detalhes de estruturas primárias devem ser preservados tornando factível reconstruir, tão perfeitos quanto possível, seus ambientes de sedimentação. Um vibrotestemunhador muito leve e barato, adequadamente usado para sedimentos argilo-arenosos e orgânicos, como depósitos de fundo de baía, lacustres ou lagunares, é aqui descrito.

ABSTRACT

Undisturbed or minimally disturbed cores are very hardly obtainable from soft sedimentary deposits, mostly of Quaternary age. On the other hand, details of primary structures must be preserved making possible to reconstruct, as perfect as possible, their sedimentary environments. A very light and cheap vibracorer, suitably used for coring clayey-sandy organic sediments, like bay-bottom, lacustrine or lagoonal deposits, is here described.

1 INTRODUÇÃO

A amostragem à vibração tem resolvido, em grande parte, o problema de obtenção de testemunhos não perturbados em sedimentos moles e freqüentemente saturados em água. Hoje em dia, testemunhos com até mais de 10m podem ser obtidos sem grandes dificuldades.

O vibrotestemunhador aqui descrito foi construído na década de 80 nas oficinas do Observatório Nacional (CNPq) no Rio de Janeiro, tendo sido inicialmente usado na amostragem de subsuperfície de várias planícies costeiras brasileiras. Foram coletados testemunhos de depósitos, principalmente paleolagunares, nas desembocaduras dos rios Paraíba do Sul (RJ), Doce (ES) e Jequitinhonha (BA). Alguns testemunhos foram obtidos nas planícies costeiras dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Foi também testemunhada, ainda na zona litorânea, a maioria das lagunas da costa norte-fluminense.

A seguir foi também usado no interior continental, nas regiões de Carajás (PA), Brasília (DF), Salitre (MG), Cromínia (GO), São Simão (SP) e no Parque Florestal do Rio Doce (MG). Desta maneira, quase 400 testemunhos com comprimentos variáveis entre 3 e 4m até pouco mais de 8m foram coletados no Brasil (Fotos 1A-1C).

Outros testemunhadores idênticos foram construídos e usados com sucesso na Bolívia, no Peru e na Guiana Francesa, na América do Sul, no Congo e na República dos Camarões, na África e também na Indonésia.

Este equipamento baseia-se no vibrotestemunhador idealizado por LANESKY *at al.* (1979). Algumas modificações e adaptações foram feitas no modelo original, para melhorar o seu funcionamento. O equipamento, na versão aqui apresentada, pode ser transportado por um veículo leve e colocado em operação por apenas duas pessoas. Além disso, para permitir a testemunhagem subaquática, foi construída uma plataforma flutuante e desmontável, que pode ser facilmente transportada sobre um pequeno reboque.

A operação completa de testemunhagem em terra firme, incluindo a montagem e desmontagem do equipamento, dependendo da facilidade ou não de acesso, consome no mínimo uma hora. Para operação em água, após a montagem da plataforma, que consome também cerca de uma hora, conforme as facilidades de deslocamento entre os pontos de amostragem, podem ser obtidos até no máximo dez testemunhos por dia.

Finalmente, todos os materiais necessários à construção deste pequeno vibrotestemunhador podem ser encontrados por aproximadamente R\$ 2.000,00 (dois mil reais).

2 CONSTRUÇÃO DO VIBROTESTEMUNHADOR

2.1 Descrição do material utilizado

a) Vibrador – Trata-se de um equipamento usado em construção civil para homogeneização de concreto. Entre as variedades existentes no comércio, pode ser usado o vibrador com 30 cm de comprimento e 4cm de diâmetro, ligado a um motor por dois cabos flexíveis de 5m de comprimento. Para testemunhos com comprimento superior a 10m é necessário conectar um outro cabo. Porém, neste caso o vibrador perde a sua potência, sendo preferível levantar o motor, apoiando-o, por exemplo, ao tripé usado para retirar o testemunho.

b) Motor – LANESKY *et al.* (op.cit.) utilizaram um motor de 7 HP e 3.600 RPM, produzindo cerca de 10.000 vibrações por minuto. Por questões de tamanho e peso optou-se por um motor “Montgomery” de 3,4 HP e 3.600 RPM, que fornece o mesmo número de vibrações. Em geral, o motor de menor potência não tem causado problemas, mas, provavelmente, em situações de penetração mais difícil, um motor mais potente permitiria a manutenção da taxa de rotação, possibilitando, além disso, o reinício de uma testemunhagem interrompida. Foi usado um motor a gasolina, pois os motores a óleo “diesel”, existentes no comércio, são muito pesados e, em locais de difícil acesso, podem causar problemas intransponíveis.

c) Tubo de testemunhagem – LANESKY *et al.* (op. cit.) utilizaram inicialmente tubo de aço contendo camisa de tubo de PVC, onde o testemunho era recolhido. Provavelmente por razões operacionais, passaram a usar tubos de alumínio que serviam simultaneamente para a recepção e acondicionamento do testemunho. Naturalmente, esta solução implica a utilização de um tubo para cada testemunho, parecendo, à primeira vista, antieconômico. Entretanto, a experiência mostrou que esta é, sob todos os pontos de vista, a melhor solução. No caso em pauta foram usados tubos de alumínio de 6m de comprimento, 7,5cm de diâmetro interno e parede com 1,1 a 2mm de espessura, dependendo da disponibilidade no comércio. Os de paredes mais finas são muitos frágeis e podem quebrar durante a retirada de testemunhos mais longos, sendo, entretanto, perfeitamente adequados para testemunhos de até 6m de comprimento. O comprimento padrão de 6m é devido

exclusivamente a razões práticas, pois é normalmente encontrado no comércio e pode ser facilmente transportado por grandes distâncias. Entretanto, em casos especiais é possível utilizar tubos de 9 a 12m, que devem ser especialmente encomendados ao fabricante.

Na prática, para testemunhos de mais de 6m, foi desenvolvido um sistema de conexão de dois ou mais tubos, assegurando a transmissão das vibrações (Fig. 1). Para este fim, na extremidade de um dos tubos é feita uma abertura longitudinal de cerca de 50cm de comprimento, que permite encaixar firmemente o outro tubo. Para evitar a perda do tubo inferior, durante o processo de extração da amostra, recomenda-se a colocação de duas fileiras de rebites no local da conexão. À primeira vista, penetrar no solo com o primeiro tubo, para depois conectar a sua extremidade superior com o segundo tubo, parece ser mais simples. Entretanto, a experiência demonstrou que o reinício de uma operação interrompida é muito difícil e, na maioria das vezes, quase impossível. Provavelmente um motor mais potente talvez permitiria a retomada do processo. Deste modo, não deve haver interrupção durante a operação e para isto a conexão dos tubos deve ser feita previamente. A experiência mostrou também que a transmissão das vibrações era mais eficiente quando o tubo aberto longitudinalmente era colocado na parte inferior, com o tubo superior nele encaixado. Foi possível obter, deste modo, um testemunho com quase 11m, conectando-se quatro seções de tubo de 3,2m.

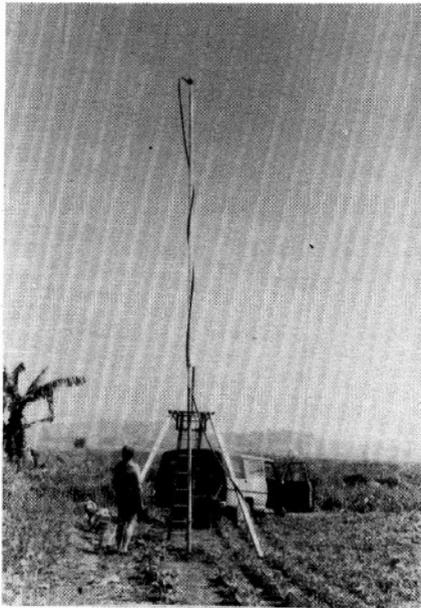
2.2 Peças a serem fabricadas

a) Peça de fixação do vibrador sobre o tubo de amostragem – A conexão entre o vibrador e o tubo deve ser a melhor possível a fim de obter a máxima eficiência na transmissão das vibrações. O sistema utilizado consta de uma braçadeira de aço composta de dois semi-anéis de 5 mm de espessura fixada na extremidade do tubo por meio de parafusos e porcas. O vibrador é então preso a esta braçadeira por meio de duas sapatas em forma de “U” com 5 mm de espessura (Fig. 2). O conjunto, firmemente parafusado, deve ser muito resistente para evitar a sua ruptura durante a testemunhagem.

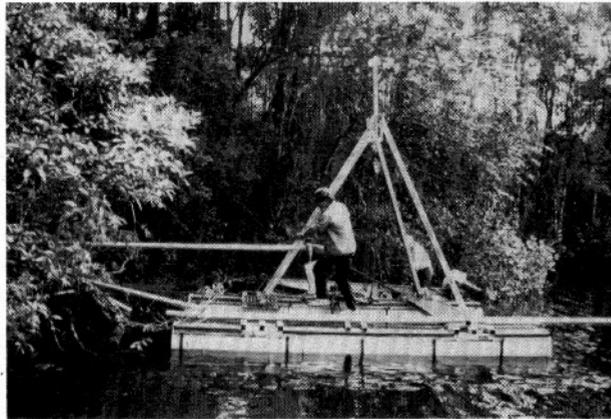
b) Pistão – Nas primeiras operações foi usado um pistão; entretanto vários testes mostraram que, na maioria dos casos, ele não trazia vantagens apreciáveis e, além disso, até dificultava a testemunhagem. Porém, em certas situações, o pistão pode desempenhar uma função importante evitando que o testemunho escorregue dentro do tubo durante a sua retirada. Em terra firme, pode-se obter o mesmo resultado vedando-se a extre-

midade superior do tubo e, quando não estiver cheio até a boca com sedimento, completando o espaço vazio com água. No caso de testemunhagem subaquática pode haver dificuldade na veda-

ção da extremidade superior do tubo e, neste caso, o uso de pistão pode tornar-se imprescindível. De qualquer modo, o trabalho de campo deverá indicar o procedimento mais adequado.



1 A



1 B



1 C

FOTOS 1A, 1B E 1C – FOTO 1A – Vibrotestemunhador em posição de operação na turfeira de Jacaré; com tubo de alumínio de 10m de comprimento. FOTO 1B – Preparativos para testemunhagem em lago, usando-se plataforma flutuante, na região de Serra Negra (Patrocínio, MG). FOTO 1C – Trecho de 110cm de sedimento carbonático testemunhado no Brejo do Espinho (Cabo Frio, RJ).

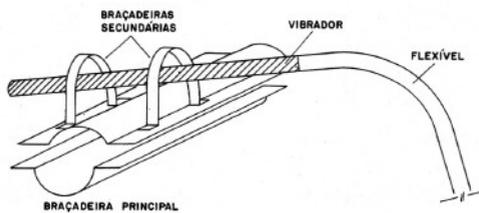
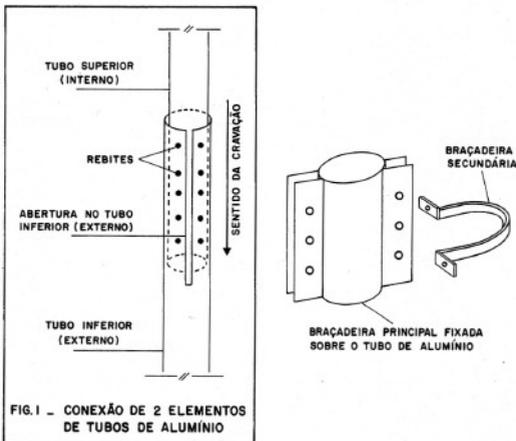


FIGURA 2 – Fixação do vibrador sobre o tubo de alumínio.

c) Cortador e “aranha” – No caso em pauta recomenda-se não fixar o cortador e a “aranha” na extremidade inferior do tubo, como ocorre com o testemunhador Kullenberg. De fato, a fragilidade do tubo de alumínio não permite o rosqueamento do cortador e, por outro lado, a conexão feita por parafusos dificultaria a transmissão das vibrações e, portanto, a penetração. Se houver necessidade do uso de cortador, esta peça deve estar firmemente encaixada na extremidade do tubo. Por outro lado, em certos casos, mesmo com a extremidade superior do tubo vedada, pode ainda ocorrer o deslizamento do testemunho no interior do tubo e, neste caso, pode-se empregar a “aranha” presa por rebite diretamente na extremidade do tubo (Fig. 3). Quando a espessura da camada de sedimentos for inferior ao comprimento do tubo e acha-se superposta a um substrato mais endurecido, pode-se impedir o escape do testemunho entalhando-se, na extremidade inferior do tubo, saliências denteadas que se dobrarão em contato com o substrato, fechando a extremidade do tubo (Fig. 3).

3 OPERAÇÃO DE TESTEMUNHAGEM

Pode-se manter o tubo de testemunhagem na vertical, durante a sua penetração, sem uma estrutura de apoio. Entretanto, salvo no caso de argila muito mole, não se consegue retirar manualmente o tubo. Deste modo, pode-se utilizar uma talha, que deverá estar presa em uma estrutura fixa e na extremidade superior do tubo. Isto torna indispensável a construção de uma pequena torre para testemunhagem.

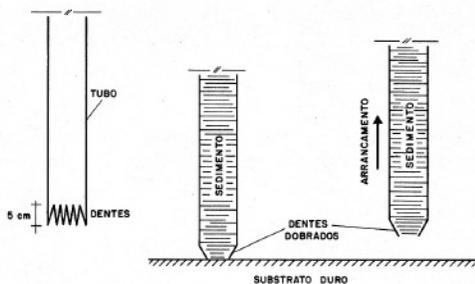
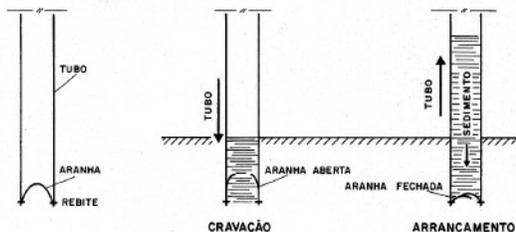


FIGURA 3 – Sistemas de retenção de sedimentos moles no tubo de alumínio no momento do arrancamento.

a) Torre – É composta por uma espécie de tripé, formado por dois perfis de alumínio rígido e por uma escada. De fato, verificou-se a freqüente necessidade de subir na torre. As três peças são reunidas na parte superior por uma peça de junção, na qual se prende a talha. Tendo em vista a força intensa a ser exercida pela talha durante a retirada do tubo, especialmente em sedimentos compactados, é necessário que a peça de junção seja muito resistente (Fig. 4b). Para suportar o esforço exigido, as pernas e a escada do tripé são constituídas por perfis quadrados de alumínio de 6 cm de lado. A fim de permitir uma boa estabilidade do conjunto, os pés são fixados sobre placas presas no solo por hastes pontiagudas (pregos) de cerca de 50 cm. A fixação dos pés sobre as placas é feita por meio de um eixo que permite a sua movimentação no mesmo plano facilitando a montagem da torre (Fig. 4a).

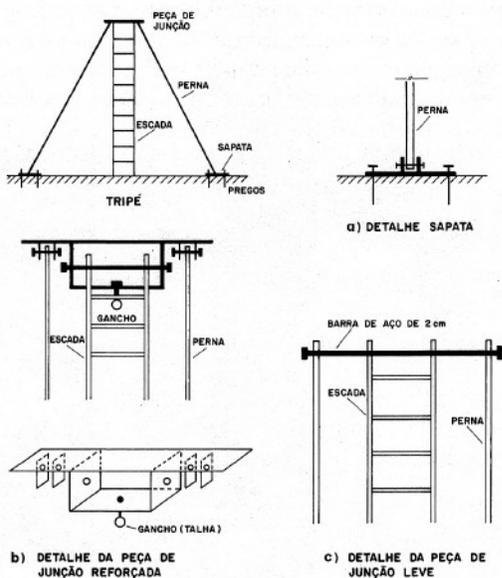


FIGURA 4 – Tripé.

A junção dos diversos elementos do tripé é feita horizontalmente no chão. As duas pernas são fixadas sobre as placas que, por sua vez, são fixadas ao solo. Uma vez que o conjunto esteja reunido pela peça de junção, com a escada livre, pode-se facilmente levantar o tripé na posição vertical (Fig. 5).

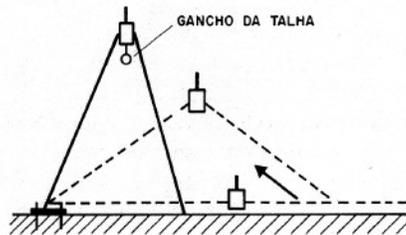
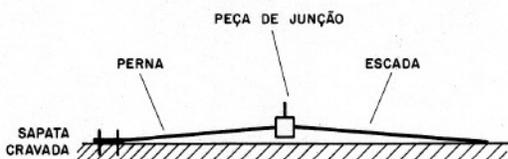


FIGURA 5 – Montagem do tripé.

b) Colocação do tubo de testemunhagem – Após ter erguido a torre, fixa-se o vibrador em uma das extremidades do tubo de testemunhagem, encostando-o, em seguida, no tripé. Para

tubos de comprimento igual ou inferior a 6 m pode-se operar da seguinte maneira: coloca-se a extremidade do tubo, conectada ao vibrador, sobre o topo do tripé, fazendo-o escorregar até que atinja a posição vertical e mantê-lo nesta posição, prendendo-o no topo da torre com uma corda. Duas pessoas são suficientes para realizar esta operação pois, enquanto um dos operadores empurra o tubo para cima, o outro, em cima da torre, puxa a outra extremidade e prende-a na torre (Fig. 6a).

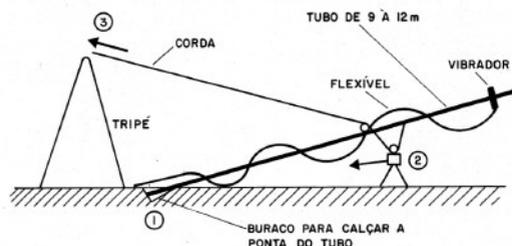
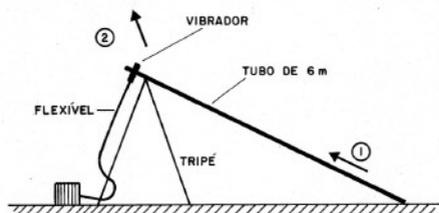


FIGURA 6 – Colocação em posição vertical do tubo de testemunhagem.

Quando se deseja obter testemunhos de 10 a 12 m de comprimento, a fim de evitar que o peso do tubo flexível do vibrador provoque a ruptura do tubo testemunhador, o primeiro é enrolado em todo o comprimento do segundo, cuja extremidade inferior é alojada em um buraco de cerca de 50 cm de profundidade, no local onde será executada a testemunhagem. Um dos operadores deverá manter esta extremidade no buraco, enquanto o segundo levantará o tubo deslocando-o rumo à torre até colocá-lo verticalmente contra o tripé. Esta operação poderá ser facilitada por um terceiro operador que, instalado na escada sobre a torre, puxará o tubo com uma corda (Fig. 6b).

c) Penetração do tubo de testemunhagem – Com certa frequência, mesmo com o motor funcionando normalmente, pode ocorrer que o vibrador não entre em funcionamento sendo,

para isso, necessário percutir o vibrador ou mesmo o tubo testemunhador. Uma vez iniciada a vibração, o tubo começa a penetrar no sedimento que, quando mole, termina em questão de alguns segundos. Porém, em sedimentos mais consolidados deve-se exercer um peso adicional sobre o tubo. Para este fim fixa-se uma corda por meio de um nó, que impede o seu deslizamento e um ou dois operadores exercem um peso adicional para baixo. Quando houver muita dificuldade na penetração recomenda-se a interrupção da testemunhagem, pois a sua extração do solo pode ficar difícil ou mesmo impossível. Por outro lado, em sedimentos muito moles, mesmo quando a penetração manual é muito fácil, recomenda-se o uso do vibrotestemunhador para recuperação de uma amostra menos deformada possível.

d) Extração do tubo de testemunhagem – Excetuando-se os casos de sedimentos muito moles, a extração do tubo é realizada utilizando-se uma talha com capacidade para 1 a 1,5 ton. presa no topo da torre. Em sedimentos consolidados, a tração exercida para a extração do tubo é considerável, de modo que a peça de junção do tripé deve ser reforçada. Por meio de uma corda de “nylon” de 2 cm de diâmetro faz-se um nó em volta do tubo testemunhador, prendendo-o no gancho da corrente da talha. Recomenda-se deixar instalada a braçadeira de fixação do vibrador, que impedirá o deslizamento da corda. Deste modo, retiram-se 2 a 3m do tubo e, deslocando-se o nó para baixo, reinicia-se a operação até a extração completa.

Quando a extremidade superior do tubo ultrapassar o topo do tripé, pode-se prendê-lo com um laço ao tripé a fim de mantê-lo na posição vertical até a extração total. No caso em que a extração venha a tornar-se difícil, senão impossível, pode-se fazer funcionar o vibrador por alguns segundos, ao mesmo tempo em que se vai acionando a talha. Entretanto, na ausência de “aranha” na extremidade inferior do tubo de testemunhagem pode ocorrer perda de sedimentos. A partir do momento em que a retirada do tubo estiver assegurada, o vibrador deve ser removido para facilitar as demais operações. Finalmente, recomenda-se iniciar a extração do tubo imediatamente após a penetração, pois a pressão exercida pelos sedimentos penetrados sobre o tubo tende a aumentar, dificultando sobremaneira a extração do testemunho.

e) Acondicionamento do testemunho – Ele é, em geral, conservado dentro do tubo de alumínio com as extremidades vedadas. Segundo a conveniência de transporte, o testemunho poderá ser deixado inteiro ou cortado em várias seções mais curtas. Em geral, a retirada do tes-

temunho é feita serrando-se longitudinalmente o tubo de amostragem em laboratório, quando o tubo de alumínio é inutilizado. Porém, quando se deseja visualizar "in situ" a seqüência perfurada ou pretende-se reaproveitar o tubo de alumínio, a retirada do sedimento pode ser promovida funcionando-se o vibrador com o tubo inclinado de cerca de 45°, acondicionando-se ou não a amostra extraída em caixa alongada de madeira.

4 RENDIMENTO DO VIBROTESTEMUNHADOR

Em sedimentos pouco compactados (turfas, argilas lacustres ou lagunares, etc.) a penetração de um tubo de 10 a 12m não apresenta, em geral, quaisquer problemas e a recuperação deverá ser de praticamente 100%.

A penetração bem como a recuperação têm sido excelentes em areias médias úmidas mas, por outro lado, em areias grossas secas ou úmidas a penetração é geralmente difícil e a recuperação é sofrível.

A experiência mostrou que seria possível melhorar a penetração nas areias variando-se a freqüência das vibrações com a velocidade de rotação do motor.

Sedimentos saturados em água contendo fragmentos de madeira podem ser atravessados pelo tubo de testemunhagem sem dificuldades. Porém, pode ocorrer o bloqueio do tubo por um tronco maior e, neste caso, a única solução consiste no deslocamento do tripé e reinício da testemunhagem.

Em sedimentos argilosos podem ocorrer dificuldades dos seguintes tipos:

a) Sendo a argila em perfuração muito consolidada poderá ocorrer uma espécie de estrangulamento do furo impedindo a vibração da extremidade do tubo. O recurso consiste no aumento do diâmetro do furo, que pode ser conseguido fixando-se, na extremidade do tubo, uma coroa alargadora de 2 a 3cm de altura.

b) A argila não penetra no tubo, formando-se uma espécie de tampão, que pode tornar a recuperação muito difícil mesmo com penetração total. Para resolver este problema, pode-se fixar um tipo de coroa semelhante ao anterior, porém internamente ao tubo, tendo, neste caso, um diâmetro ligeiramente inferior ao tubo, mas a penetração do sedimento ficará facilitada.

5 TESTEMUNHAGEM SUBAQUÁTICA

Para obtenção de testemunhos subaquáticos foi construída uma pequena plataforma flutuante, que pode ser rebocada por um barco com motor de popa. Esta plataforma é composta de dois flutuadores laterais, de 4,5m de com-

primento e 45cm de diâmetro, constituídos de tubos de PVC, com as extremidades vedadas.

Uma grade metálica antiderrapante, presa a dois perfis de alumínio, é colocada sobre os flutuadores e o conjunto é fixado por meio de bráçadeiras envolvendo os tubos de PVC. Os flutuadores são unidos por meio de duas travessas de 50cm de largura recobertas também por uma grade metálica. O tripé é então instalado sobre a plataforma (Fig. 7).

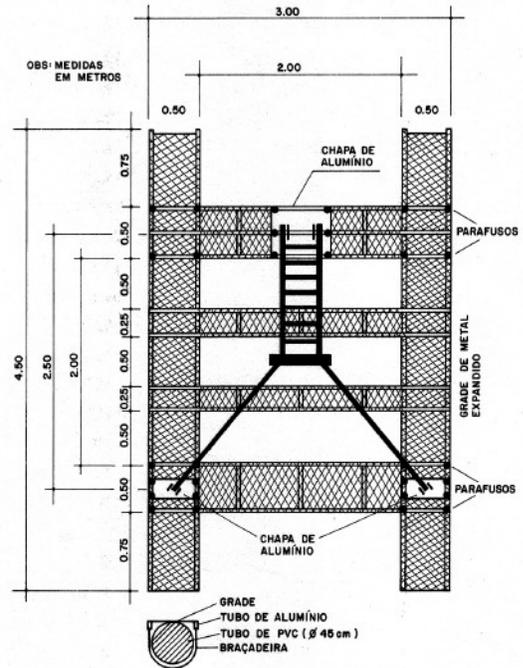


FIGURA 7 – Plataforma flutuante com o tripé.

Em profundidades de 3 a 4m de lâmina de água, a testemunhagem é relativamente simples, pois o tubo de testemunhagem fica parcialmente fora da água e a operação pode ser controlada, se necessário, podendo-se exercer também um peso adicional sobre o tubo. Entretanto, com 5 a 10m de lâmina de água, a operação é mais complicada, pois não se pode controlar a penetração a partir da superfície. Em caso de necessidade de peso adicional, pode-se encaixar um outro tubo de alumínio na extremidade superior do tubo de testemunhagem. Porém, em sedimentos moles foram obtidos testemunhos de 8m de comprimento em áreas com 8 a 10m de lâmina de água, sem a necessidade de tubo adicional.

Em profundidades inferiores a cerca de 1m, pode-se instalar diretamente a plataforma no fundo e suspender o motor na porção superior da torre.

6 ABERTURA DE TESTEMUNHO EM LABORATÓRIO

O tubo de testemunhagem é cortado em seções de 1m que, por sua vez, serão abertas longitudinalmente ao meio por uma serra circular portátil, munida de lâmina para cortar metais. Esta operação é executada com as seções instaladas em caixa de madeira especialmente concebida para este fim, onde existem guias que orientam os movimentos da serra, permitindo o seu deslocamento mais ou menos retilíneo ao longo do tubo (Fig. 8). A altura da lâmina é regulada de modo a cortar unicamente a parede do tubo de alumínio sem penetrar no sedimento. Quando um dos lados estiver serrado, gira-se o tubo de

180° ao longo do seu comprimento, cortando-se o outro lado. Em seguida, passa-se um fio de aço ou "nylon" ao longo do testemunho e seguindo o corte da serra, de modo que o testemunho fique dividido em dois semicilindros.

7 CONCLUSÕES

Este testemunhador, de construção simples e fácil utilização, além de baixo custo, pode ser operado por apenas duas pessoas e constitui-se, sem dúvida, em um dos melhores equipamentos atualmente disponíveis para testemunhagem de sedimentos inconsolidados. Testemunhos de mais de 10m de comprimento, de sedimentos moles e freqüentemente saturados em água, podem ser obtidos. Por outro lado, o diâmetro relativamente grande dos testemunhos permite recuperar quantidade suficiente de amostra para quase todas as análises laboratoriais, de uso mais difundido, nesses casos.

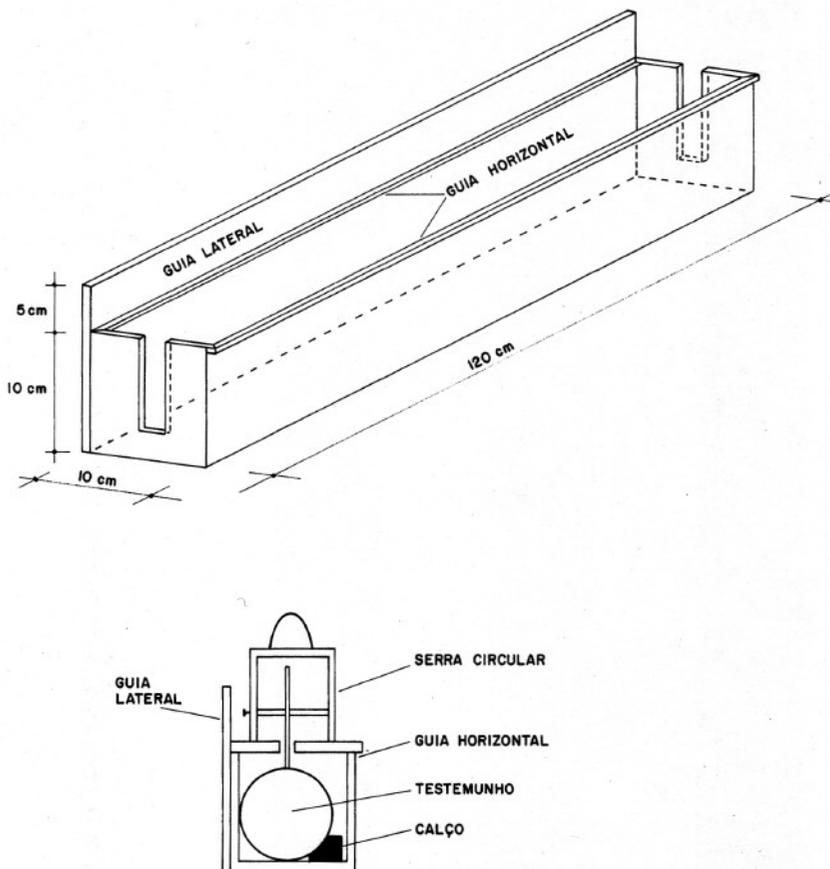


FIGURA 8 – Caixa para abertura dos segmentos de testemunho de 1m de comprimento.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANESKY, D.E.; LOGAN, B.W.; BROWN, R.G.; HINE, A.C. 1979. A new approach to portable vibracoring underwater and on land. *Jour. Sed. Petrology*, 49 (2): 654-657.

Trabalho apresentado oralmente no II Congresso da Abequa (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário), em 1987, no Rio de Janeiro.

Endereço dos autores:

Louis Martin – ORSTOM/Centre de Bondy, Route d'Aulnay, 93143-Bondy-Cedex, France.

Jean-Marie Flexor – Observatório Nacional/CNPq, Rua José Cristino, 77 – 20.921-030 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Kenitiro Suguio – Instituto de Geociências, USP, Caixa Postal 11348 – 05422-900 - São Paulo, SP, Brasil.