

## 4 AMOSTRAGEM DO SOLO E EXTRUSÃO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO

Existe uma grande preocupação em se obter corpos de prova indeformados, entretanto os processos de amostragem e de extrusão de amostras podem causar algumas perturbações ao solo comprometendo, desse modo, a qualidade e a confiabilidade de alguns parâmetros geotécnicos obtidos a partir de ensaios de laboratório.

Com o intuito de se adquirirem corpos de prova representativos, ou seja, perturbados o mínimo possível, foram adotadas metodologias não convencionais de amostragem e de extrusão de amostras do shelby, que estão descritas no decorrer deste capítulo. Como poderiam existir dúvidas a respeito da qualidade das amostras indeformadas, realizou-se uma avaliação de sua qualidade, baseada na proposta de Oliveira (2002).. Essa avaliação será apresentada no capítulo 7, juntamente com os demais resultados obtidos no presente trabalho.

### 4.1. Amostragem do solo

Para a realização da campanha de ensaios de laboratório foram retirados um bloco indeformado da camada de aterro compactado (BL-1) e 15 amostras indeformadas do tipo shelby da camada de argila mole (AM-1 a AM-15). Essas amostras foram retiradas por técnicos do Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC-Rio, sob a supervisão do engenheiro Leonardo Bello, na área AE - 1, já indicada no Capítulo 3, e estão localizadas conforme ilustra a Figura 4.1.

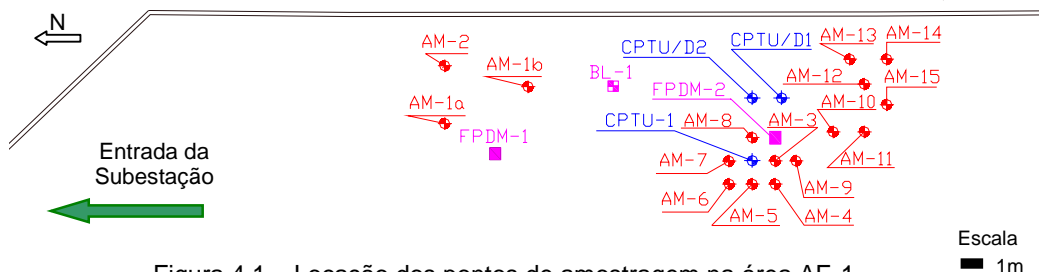


Figura 4.1 – Localização dos pontos de amostragem na área AE-1.

#### 4.1.1. Amostragem na Camada de Aterro Compactado

A retirada do bloco da camada de aterro compactado foi realizada com a abertura de uma trincheira até a profundidade de 1,10 m. Este bloco, com dimensões de 30 cm x 30 cm x 30 cm, foi amostrado no meio da camada de aterro, cuja espessura de aproximadamente 2 metros foi determinada por meio de um furo de inspeção prévio.

Para evitar a perda de umidade do bloco durante o transporte e o armazenamento, o mesmo foi recoberto com filme de PVC, papel alumínio, tecido e, por fim, parafina. Algumas das etapas da retirada do BL-1, como a escavação da trincheira, o corte, a moldagem do bloco e a sua proteção, estão apresentadas na Figura 4.2.



(a) Escavação da trincheira



(b) Corte e moldagem do bloco



(c) Processo de proteção do bloco

Figura 4.2 – Fotos ilustrativas da retirada do bloco BL-1

## 4.1.2. Amostragem na Camada de Argila Mole

### 4.1.2.1. Equipamentos Utilizados

A retirada de amostras indeformadas em profundidade, na camada de argila, foi realizada com o auxílio de uma máquina perfuratriz motorizada de trado oco e amostradores tipo shelby. A máquina perfuratriz possui eixos com rodas para possibilitar a sua mobilização no campo e um sistema de cravação e perfuração com força hidráulica, conforme ilustram as fotos da Figura 4.3.



Figura 4.3 - Fotos da máquina perfuratriz de trado oco

Os segmentos de trados ocos, mostrados na Figura 4.4, são acopláveis até a profundidade desejada, servindo como revestimento a medida em que se avança no subsolo. A ponta deles possui um mecanismo que permite a abertura em profundidade. Com isso, é possível a passagem por dentro dos trados e até a profundidade desejada de equipamentos de sondagem e retirada de amostras.



Figura 4.4 – Segmentos de trados ocios da perfuratriz e ponteira com abertura.

Os amostradores tipo shelly foram projetados e confeccionados no Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC-Rio. Eles são constituídos por um tubo de alumínio de 3" de diâmetro externo com ponta bixelada, 1,5 mm de parede e 55 cm de comprimento; uma cabeça de adaptação para hastes de SPT e um sistema de pistão com anéis de vedação de borracha, conforme mostra a Figura 4.5.



Figura 4.5 – Amostradores tipo Shelly

#### 4.1.2.2. Procedimento de Amostragem

A metodologia empregada para a amostragem envolveu três etapas distintas: a abertura de pré-furos; a retirada da amostra de solo e a proteção da amostra para o transporte.

A abertura do pré-furo foi executada utilizando-se os trados ocios acionados pela perfuratriz motorizada (Fig. 4.6a e b). O trado da extremidade inferior possui um sistema com tampa basculante que previne a entrada de solo durante a perfuração. Essa tampa é travada por meio de um selo feito com arame recozido para facilitar a sua abertura. Ao chegar à profundidade desejada, os trados ocios são içados o suficiente para permitir a abertura da tampa, travando-os nesta profundidade. Então, o conjunto de composição do shelby é inserido pelo interior dos trados ocios da perfuratriz (Fig. 4.6c e d) até a tampa da ponteira, forçando a sua abertura. Com o shelby em posição, mantém-se travada a composição das hastes do pistão estacionário, enquanto crava-se a camisa amostradora a uma velocidade constante de 2cm/s. Ao chegar no limite de penetração, roda-se a composição para cisalhar a amostra, içando o conjunto, em seguida. O procedimento metodológico da amostragem na camada de argila está ilustrado na Figura 4.7.



(a) Posicionamento da perfuratriz para executar o pré-furo



(b) Perfuração na camada de argila pré-furo



(c) Shelby já montado



(d) Amostrador sendo inserido dentro do trado oco

Figura 4.6 - Detalhes da perfuração e da inserção do amostrador para a retirada de amostras indeformadas.

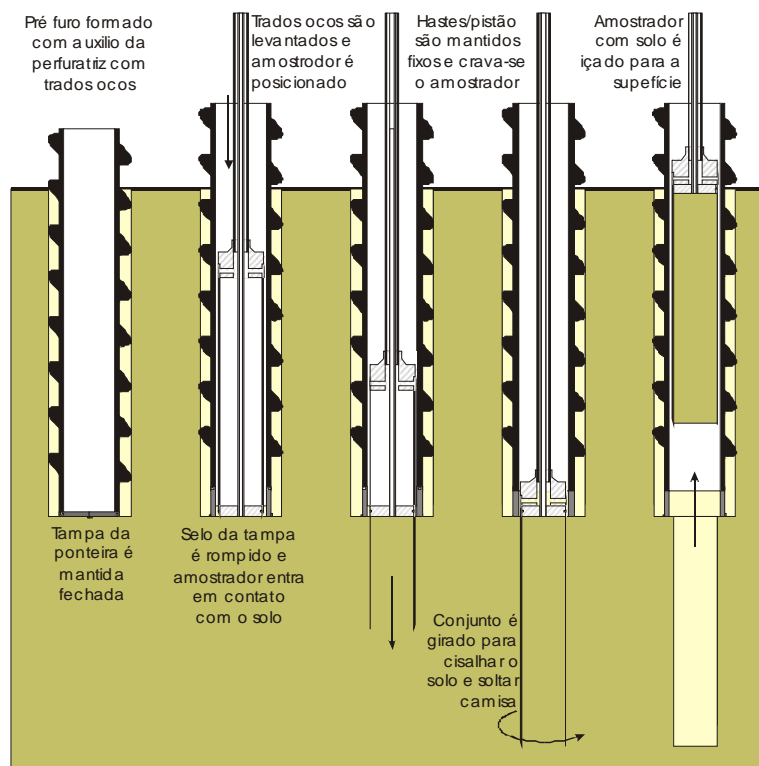


Figura 4.7 – Metodologia empregada na amostragem com tubos shebies.

Após a amostragem, as extremidades dos tubos foram protegidas com filme de PVC (Fig. 4.8a), papel alumínio (Fig. 4.8b) e parafina (Fig. 4.8c), formando

o selo final, para evitar a perda de umidade das amostras no transporte e armazenamento do sheliies.

Com o procedimento adotado, obtiveram-se amostras do solo mole com 100% de recuperação até cerca de 6m de profundidade na camada de argila. Porém, devido às dificuldades operacionais em se retirar amostras de profundidades superiores a 5 metros optou-se por amostrar apenas na profundidade de 3,50 a 4,00 metros.



(a) *Proteção com filme de PVC*



(b) *Proteção com papel alumínio*



(c) *Proteção com parafina na extremidade*

Figura 4.8 – Procedimentos seguidos após a retirada da amostra com tubo shelby

#### 4.2. Extrusão de Amostras

No laboratório, as amostras foram extraídas dos sheliies seguindo o procedimento indicado por Ladd & DeGroot (2004), visando minimizar qualquer tipo de amolgamento no solo no ato de sua retirada do tubo. Os autores sugerem

que o shelby seja cortado com uma serra fina, formando sub-amostras. Estas, por sua vez, devem ser separadas da parede do tubo por uma corda de violão inserida com o auxílio de uma agulha de seringa. A Figura 4.9 ilustra esse procedimento.

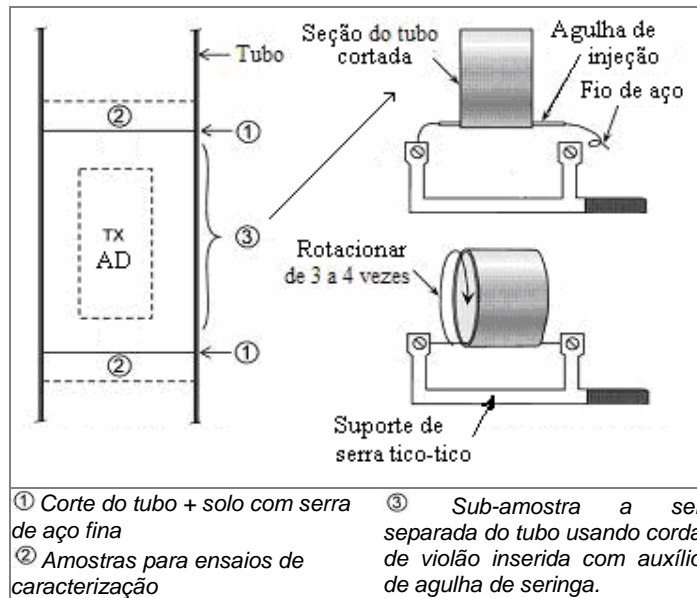


Figura 4.9 – Procedimento para extração do solo do tubo de amostragem (modificado de Ladd & DeGroot, 2004)

Desse modo, no presente trabalho, cada shelby foi cuidadosamente serrado, formando sub-amostras com comprimentos adequados ao ensaio em vista. A sub-amostra era então separada da parede do tubo com o auxílio de um fio de aço, extraída e, em seguida, moldada conforme requerido.

As Figuras a seguir ilustram o procedimento de serragem do shelby. Este era previamente marcado, indicando o local do corte (Figura 4.10) e, em seguida apoiado no torno mecânico (Figura 4.11). A parede do tubo era então cortada com uma serra (Figura 4.12), e para não causar uma “quebra” do solo, uma pequena parte da parede não era serrada (Figura 4.13). O shelby era cuidadosamente levado a uma mesa onde a sub-amostra pudesse ser separada com o auxílio de uma corda de violão (Figuras 4.14a e b). Após este processo, a sub-amostra era levada à câmara úmida e o resto do tubo protegido para evitar a perda de umidade e armazenado novamente na câmara úmida.



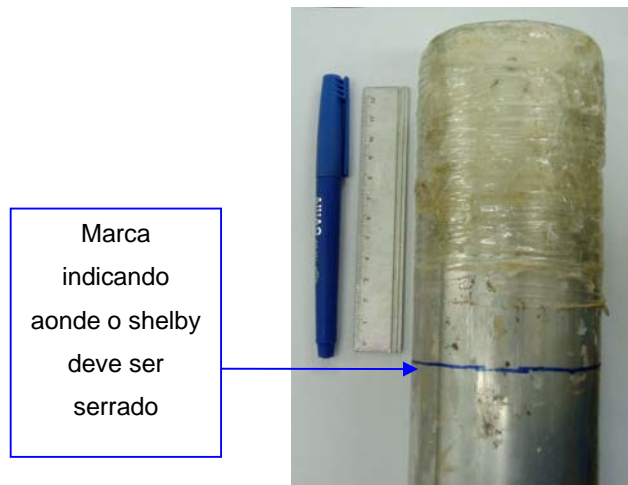


Figura 4.10 – Shelby marcado indicando o local do corte

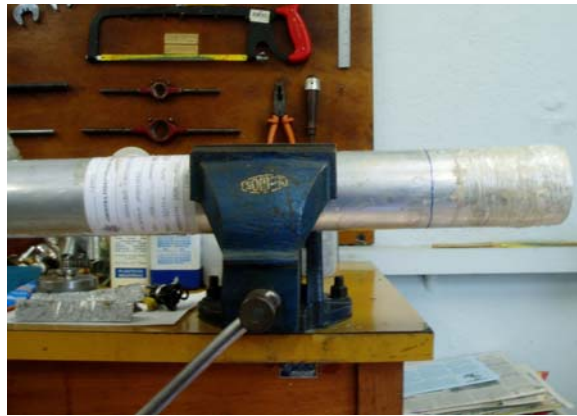


Figura 4.11 – Shelby apoiado no torno mecânico



Figura 4.12 – Shelby sendo serrado



Figura 4.13 – Indicação da parte do shelby, onde a parede não foi serrada



(a) Separação da sub-amostra com o auxílio de uma corda de violão

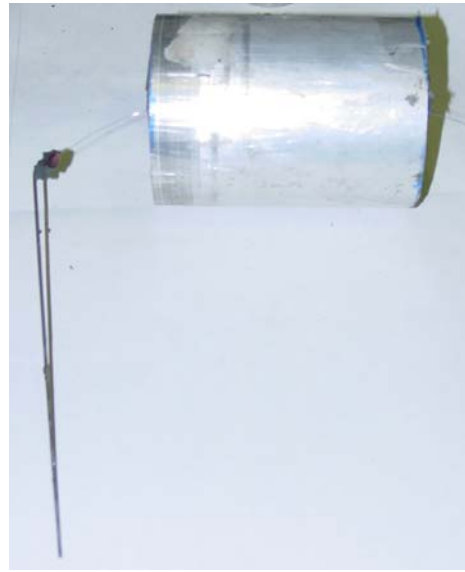
(b) Sub-amostra separada

Figura 4.14 – Separação da sub-amostra do shelby

Na câmara úmida, o solo era separado da parede do tubo por uma corda de violão inserida no shelby com a ajuda de uma agulha (Figura 4.15a e b). A corda de violão era então passada rente à parede cerca de 3 a 4 vezes, até separar bem o solo da parede. A extração era realizada com o auxílio de um molde (Figura 4.16) que ajudava a empurrar o solo para fora do tubo. Em seguida a amostra era levada ao pedestal e moldada de acordo com o ensaio a ser realizado.



(a) Inserção da corda de violão no shelby com o auxílio de uma agulha



(b) Corda de violão inserida no shelby

Figura 4.15 – Corda de violão sendo inserida no shelby

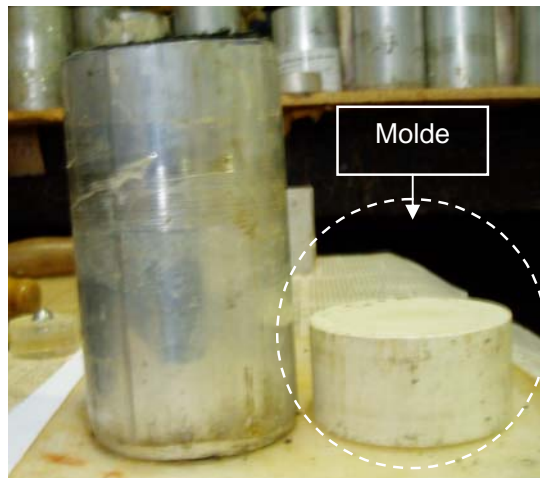


Figura 4.16 – Molde que ajuda a empurrar a amostra para fora do shelby



Figura 4.17 – Amostra de solo extrudida do shelby