

PRENSA SERVO-CONTROLADA PARA EXECUÇÃO DE ENSAIOS TRIAXIAIS E COMPRESSÃO CONFINADA – ELABORAÇÃO DO MANUAL DO USUÁRIO.

Marcus Vinicius Ribeiro e Souza¹
Sandro Lemos Machado²
Miriam de Fátima Carvalho³
Kleber Azevedo Dourado⁴

RESUMO: *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um manual para uma prensa servo-controlada para ensaios triaxiais e de compressão confinada, construída em parceria entre o Laboratório de Geotecnia Ambiental da UFBA (Geoamb) e o Laboratório de Solos da UCSal. Por uma questão didática, adotaram-se duas grandes subdivisões para este documento, que foram assim denominadas: manual do equipamento e manual do usuário. No manual do equipamento se faz o detalhamento de todos os componentes do equipamento, inclusive os mecanismos de funcionamento. O manual do usuário, ainda em desenvolvimento, traz um embasamento teórico dos ensaios que podem ser realizados pelo equipamento e a descrição das rotinas dos ensaios.*

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento; Prensa servo-controlada; Ensaios triaxiais

1 - INTRODUÇÃO

O solo, como todo material utilizado na construção civil, sofre esforços de compressão, tração e cisalhamento. Devido à estrutura do solo ser considerada de caráter friccional, possuindo, assim, uma coesão e estabilidade menor que às de outros materiais (aço, concreto, madeira, etc), a sua ruptura ocorrerá, geralmente, por cisalhamento. Com isso, para obtermos êxito nos problemas práticos da engenharia, quais sejam, obras de pontes, fundações, barragens, cortinas atirantadas etc, faz-se necessário o estudo e a determinação dos parâmetros referentes à resistência ao cisalhamento do solo, que são determinados por meio de ensaios de campo e/ou laboratório.

Os ensaios em laboratório mais usuais são os de cisalhamento direto e os triaxiais. Já os ensaios de campo mais utilizados são os ensaios de Palheta “Vane – Test”, sondagens à percussão, cone de penetração, e cisalhamento direto “in situ”. No que se refere aos ensaios de laboratório, o ensaio triaxial é de suma importância, pois expressa, de forma coerente e precisa, o comportamento mecânico do solo estudado; porém, possui desvantagem quando se trata de um solo arenoso, porque se torna difícil moldar corpos de prova em areia. Os ensaios de campo (Vane test, sondagem à percussão, ensaios de cone, cisalhamento direto “in situ”) têm sua importância, mediante a rapidez da coleta dos resultados da resistência e da possibilidade de se constatar discontinuidades do solo (como por exemplo, falhas geológicas), o que ensaios de laboratório não detectam. No entanto, os ensaios triaxiais de laboratório nos fornecem dados mais adequados, simulando diferentes condições de drenagem e carregamento de uma obra. Esses ensaios podem ser realizados seguindo trajetórias convencionais (onde se mantém a tensão horizontal constante e há o aumento da tensão vertical) e/ou em múltiplas trajetórias de tensão,

¹ Graduando em Engenharia Civil, UCSAL; e-mail: marcus_vrs@yahoo.com.br; Autor

² Professor Doutor da Universidade Federal da Bahia; e-mail: smachado@ufba.br; Orientador

³ Professora Doutora da Universidade Católica do Salvador; e-mail: miriam@ucsal.br; Co-orientadora

⁴ Professor Mestre da Universidade Católica do Salvador; e-mail: kleber_dourado@yahoo.com.br; Co-orientador

traduzindo, verdadeiramente, as reações de uma fundação ou comportamento de um maciço de terra submetido a algum carregamento.

Diante da importância da realização do ensaio triaxial, para que se possa representar em escala menor, no laboratório, as reações do solo quando ele estiver submetido a algum estado de tensão, é necessário ter aparelhos e/ou aparatos precisos e, às vezes, sofisticados. Atualmente, no estado da Bahia poucos são as empresas capacitadas para desenvolverem esses ensaios, sendo a Universidade Federal da Bahia (UFBA) a única instituição a realizá-lo na cidade de Salvador. Diante disso, a Universidade Católica do Salvador (UCSal), necessitando da ampliação dos estudos acadêmicos, de pesquisa e extensão, desenvolveu em parceria com o Geoamb, um equipamento que permite estudar o comportamento mecânico do solo. A idéia de construção desse equipamento surgiu com o desenvolvimento do projeto de pesquisa – Monitorização geotécnica e ambiental do aterro metropolitano centro, pela UFBA, Battre (Bahia Tratamento e Transferência de Resíduos) e UCSal. Nesta pesquisa foi desenvolvido um sistema de grande porte servo-controlado que permite estudar o comportamento mecânico de resíduos domésticos utilizando amostras de grandes dimensões. A partir daí a construção de uma prensa servo-controlada foi mais um passo, haja vista que já se detinha a tecnologia de base, porém, de grande importância para o laboratório de mecânica dos solos da UCSal, que se habilitou ao atendimento às aulas práticas sobre resistência ao cisalhamento dos solos e se capacitou ao desenvolvimento de pesquisas e trabalhos de extensão nesta linha.

Por outro lado, por ser um equipamento complexo, sentiu-se a necessidade de se confeccionar um documento contendo os detalhes mecânicos, elétricos, eletrônicos e operacionais. Para preencher esta lacuna, decidiu-se elaborar um manual, que em síntese deveria proporcionar ao operador um entendimento dos mecanismos de funcionamento, orientando eventual manutenção, e ao mesmo tempo trouxesse as diretrizes e procedimentos de ensaios, contendo inclusive o embasamento teórico dos ensaios. A primeira parte deste manual, que trata do detalhamento do sistema, foi concluída, e a segunda parte, que aborda os procedimentos dos ensaios, encontra-se em andamento. Neste trabalho será apresentado o desenvolvimento do manual para a nova prensa de servo-controle do Laboratório de Solos da UCSal.

2 - DESENVOLVIMENTO DO MANUAL

Por uma questão didática, adotou-se no desenvolvimento do manual da nova prensa de servo-controle, duas grandes subdivisões, assim denominadas: manual do equipamento e manual do usuário. O manual do equipamento tem por objetivo dar suporte aos trabalhos de manutenção e calibração do equipamento, bem como, proporcionar ao operador uma visão ampla dos mecanismos que atuam no sistema. O manual de usuário, ainda em desenvolvimento, traz uma revisão bibliográfica dos ensaios que podem ser realizados e a descrição das rotinas dos ensaios. Na Figura 1, apresenta-se uma vista geral da prensa servo-controlada.

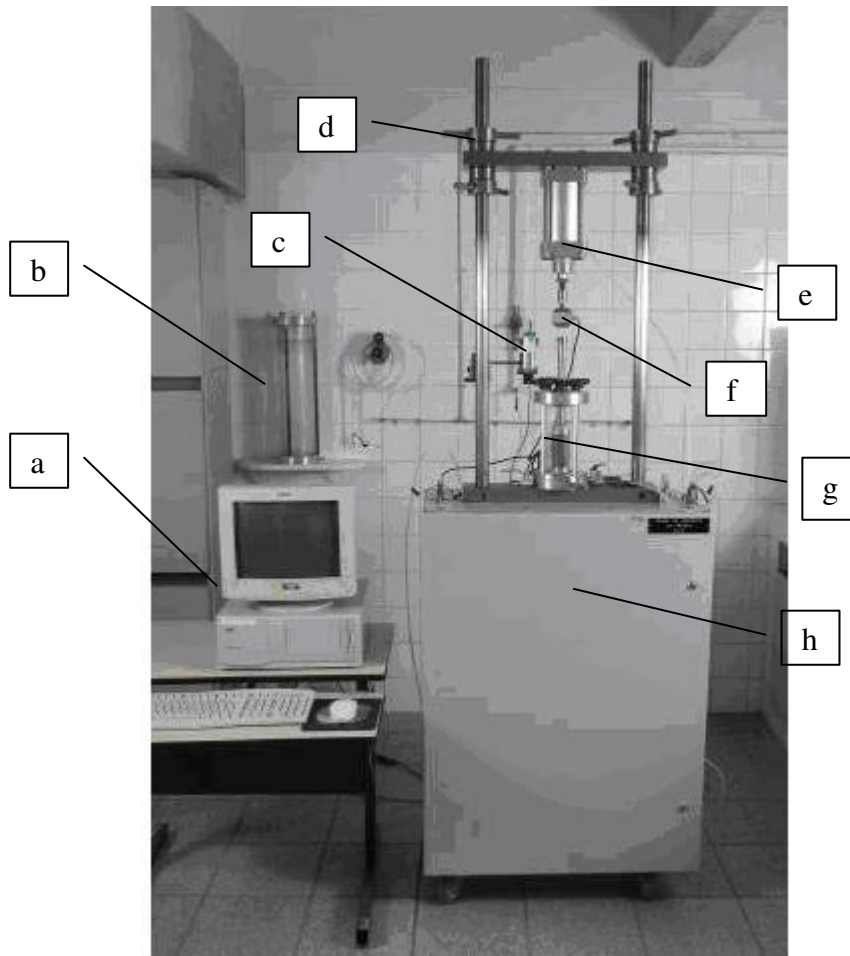


Figura 1 – Sistema de aquisição de dados e servo-controle utilizado para a realização de ensaios triaxiais e de compressão confinada em amostras de solo.

- a- Micro computador utilizado para processar o programa do equipamento.
- b- Interface utilizada para pressurizar a água de alimentação da prensa.
- c- LVDT (transdutor linear variável diferencial) utilizado para medir as deformações axiais do corpo de prova.
- d- Pórtico de sustentação do pistão.
- e- Pistão responsável por transmitir o acréscimo de carga ao solo.
- f- Célula de carga destinada a fazer as leituras de carga aplicada.
- g- Célula triaxial.
- h- Caixa / corpo da prensa onde estão abrigados em lados opostos os painéis elétrico e mecânico.

2.1 – MANUAL DO EQUIPAMENTO

Pelo fato do equipamento ser servo-controlado, interagindo duas áreas, uma física e outra virtual, em primeiro plano, levantou-se todos os aspectos gerais do aparelho que, em seguida, foram subdivididos em três partes: uma mecânica, uma elétrica e uma eletrônica.

De início, procedeu-se um levantamento das características técnicas dos componentes mecânicos. A forma de representação destes componentes no manual deveria, ao mesmo tempo, ser de fácil identificação e trouxesse informações acerca de sua função no sistema. Pensando nisto, recorreu-se a fotos e figuras dos componentes, que foram legendadas, e as informações

complementares de suas funções foram inseridas no formato de texto. A Figura 2 ilustra um exemplo da configuração adotada no manual.

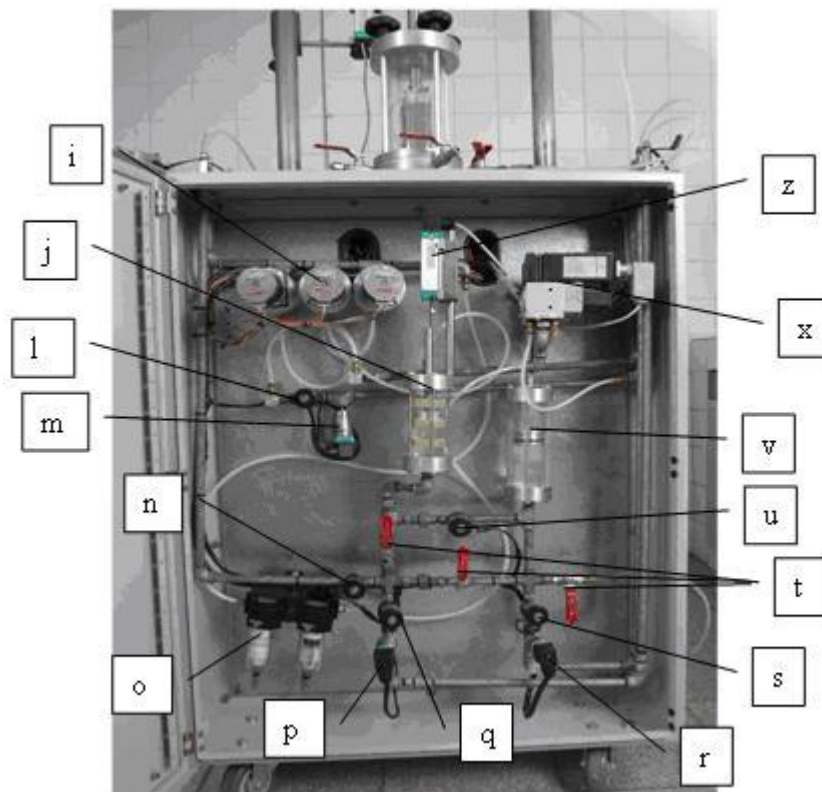


Figura 2 – Painel mecânico da prensa e seus equipamentos constituintes.

i- Motores de passo destinados ao controle da pressão de topo, neutra e compressão confinada.

j-Reservatório do variador de volume.

l,n,q,s,u - Válvulas on/off destinadas ao controle de fluxo de ar ou água.

m,p,r- Transdutores de pressão destinados a fazerem leituras de pressão neutra(p), topo(m) e externa(r).

o- Filtros de proteção.

t- Válvulas manuais utilizadas para alguma manutenção ou no processo de saturação do sistema.

v- Reservatório da interface.

x- Válvula solenóide destinada a aplicação externa através da interface. Ao lado desta válvula, está situada outra válvula solenóide responsável por fornecer a pressão enviada para o pistão.

z- LVDT destinado a medir o volume de água injetado no corpo de prova, sendo que ele mais o reservatório (j) formam o variador de volume.

Resumidamente, pode-se considerar a parte mecânica como o sistema responsável por transmissão, corte e aplicação de pressão durante os ensaios. No entanto, o sistema mecânico é condicionado pelo sistema elétrico-eletrônico que envia sinais aos componentes da interface mecânica para poder executar as tarefas especificadas pelo operador no microcomputador.

Procedimento similar foi adotado para a descrição dos componentes elétrico-eletrônicos. Nesse contexto, merece destaque uma referência feita ao CLP (controlador lógico programável), que é o cérebro da prensa, pois ele é quem suporta toda interface virtual de programação da máquina e faz conexão com a parte eletrônica (CPU). Outro componente que foi referido é a placa de motor de passo, a qual controla tais motores que regulam as pressões aplicadas no topo, base e no ensaio de compressão confinada.

Identificados os componentes do sistema e seus mecanismos de atuação, passou-se ao capítulo das instruções gerais e instalação da prensa. Neste capítulo, abordaram-se os requisitos do local para a instalação do equipamento, nivelamento, condições de fornecimento de energia, água e ar comprimido, e a conexão entre a prensa e o microcomputador. Sempre ricamente ilustrada com fotos e desenhos esquemáticos.

O passo seguinte à instalação, o acionamento da prensa, ocupou mais dois capítulos, quais sejam: a saturação dos dutos e reservatórios e calibração e ajustes dos equipamentos. Para finalizar o manual do equipamento, optou-se por adicionar um capítulo com os problemas mais comuns durante a instalação e operação.

2.2 – MANUAL DO USUÁRIO

Para possibilitar a utilização e navegação do programa está sendo gerado um manual do usuário, cujo traçado inicial explana conceitos básicos sobre mecânica dos solos. Primeiramente estão sendo estudados artigos, apostilas e livros (PINTO (2000), HOLTZ, ROBERT & KOVACS (1981), HEAD (1986), MACHADO & CARVALHO (1997), PINTO (2000)), referentes à parte de resistência dos solos e preparação de amostras indeformadas para execução de ensaios. Com isso se terá material necessário para criar uma referência teórica compilada para os futuros operadores da prensa, já que ela se aplica na parte de resistência dos solos.

Em seguida, será colocada uma visão geral do programa e suas etapas de execução. Para isso, elaborar-se-á uma introdução sobre o software e para melhor entendimento da etapa serão inclusas todas as janelas de navegação, em formato de figura, tal qual ilustrado na Figura 3, que virão seguidas de explicação e com seus referidos links, gerando assim um documento passo a passo das tarefas a serem feitas em cada etapa durante o uso do programa.



Figura 3 – Interface de navegação para acessar os ensaios da prensa.

1- LOGIN: É o botão para acessar a caixa de texto de “identificação requerida”, destinada para se digitar a senha e o nome do usuário (login). Através dele é que o operador tem acesso aos outros links do programa. Então, sempre que aberto o programa é necessário que se digite na caixa de texto o nome do usuário e a senha para habilitar algum ensaio ou a tela de aferição / manutenção.

2-LOGOUT: É o botão que desfaz o login.

3-SENHA: É o botão que só tem acesso se o login estiver acionado e destina-se a trocar a senha antiga por uma atual.

4-PRENSA: É um botão que foi desenvolvido para que se forem instalados prensas adicionais ao sistema, o mesmo permita o operador aferir a prensa.

5-APRESENTAÇÃO: É o link, o qual remete o usuário à tela de apresentação permitindo fechar o programa ou o retorno à tela Menu.

6-ENSAIO DE COMPRESSÃO CONFINADA: Link destinado ao acesso do ensaio de compressão confinada.

7-ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL: Da mesma forma que no ensaio de compressão confinada, este link destina-se ao acesso aos ensaios triaxiais.

8-MANUTENÇÃO E AFERIÇÃO: É o link que leva o operador para tela de manutenção e aferição dos instrumentos da prensa.

Quanto à parte de aferição do programa, da mesma forma citada anteriormente, será apresentada a tela de aferição seguida de uma explicação. Seguindo esta linha de construção, vai-se, de forma gradativa, explicando onde se imputam os dados do corpo de prova que são dois: a altura do corpo e seu diâmetro, e os ensaios triaxiais convencionais saturados; CU (consolidado e não drenado), CD (consolidado e drenado) e UU (não consolidado e não drenado); os ensaios triaxiais NS (não saturado); os de múltiplas trajetórias de tensão e o ensaio de compressão confinada.

Como o ensaio passa pela preparação do corpo de prova na câmara de ensaio triaxial vai-se elaborar um texto sobre a correta colocação do corpo de prova na câmara triaxial. Segue-se uma etapa lógica de montagem, a qual cita todas as tarefas preparatórias com sua auto-explicação seguida de algum recurso visual, pois esta etapa, se mal executada, pode comprometer os resultados do ensaio que, por sua vez, são dados gerados em formato .csv, os quais são enviados para um banco de dados, onde posteriormente serão tratados pelo operador. Mediante presente necessidade, o manual conterá informações sobre o armazenamento, tratamento dos dados.

Por fim, como todo manual de equipamento, serão listados alguns cuidados e algumas manobras de manutenção, para que se tenha um equipamento sempre seguro e duradouro.

CONCLUSÃO

Está sendo preparado um manual para a nova prensa servo-controlada do Laboratório de Solos da UCSal. Este documento contempla todo o detalhamento do equipamento, inclusive os mecanismos de funcionamento, e a sistemática de operação, tendo sido dividido em dois capítulos que foram denominados de manual do equipamento e manual do usuário. O Manual do equipamento, já concluído, dará suporte aos futuros usuários nos trabalhos de manutenção e aferição do equipamento, proporcionando ainda uma visão ampla dos mecanismos que atuam no sistema. O manual de usuário, ainda em desenvolvimento, traz um embasamento teórico dos ensaios que podem ser realizados pelo equipamento e a descrição das rotinas dos ensaios.

REFERÊNCIAS

HEAD, K. H. - Manual of Soil Laboratory Testing, vols 1,2 e 3, ELE International Limited, 1986.

HOLTZ, R. D. & KOVACS, W. D. - An Introduction to Geotechnical Engineering, N. M. Newmark and W. J. Hall, Editors, 1981.

MACHADO, S. L & CARVALHO, M. F. Introdução a Mecânica dos Solos - Teoria I e II. http://www.ucsal.br/lab_solo/index.asp, 1997.

PINTO, C. S. Curso básico de Mecânica dos Solos. Oficina de textos, São Paulo, 2000.

VARGAS, M. Introdução à Mecânica dos Solos. Ed. Mcgraw – Hill, São Paulo, 1977.

