

ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL DO LABORATÓRIO DE SOLOS E PAVIMENTAÇÃO DA UNIPAMPA

Davi Linhares dos Santos Silva¹

Jaelson Budny²

Resumo:

Assim como todo material estrutural utilizado na engenharia (aço, madeira, concreto, etc.), o solo também apresenta uma capacidade resistiva que deve ser conhecida e estudada a fundo a fim de se entender como o mesmo se comporta ou se comportará futuramente. Além disto, deve-se prezar a garantia do solo em desempenhar sua principal função sem risco de colapso. Esta temática tem se tornado uma preocupação cada vez maior na engenharia, visando reduzir ou acabar a ocorrência de eventos catastróficos pela falta ou deficiência de investigação/estudos prévios sobre os importantes parâmetros do solo. Por esta razão, surgiu a necessidade da determinação da resistência ao cisalhamento do solo, esforço determinante na avaliação da capacidade resistiva do mesmo. Ao longo dos anos, foram desenvolvidos, diversos métodos de ensaios laboratoriais e de campo capazes de estimá-la e/ou determiná-la. O presente trabalho apresenta e comenta um dos mais eficazes destes métodos, o ensaio de compressão triaxial. Seu uso se justifica pelo fato de apresentar resultados bastante satisfatórios, além de já serem amplamente utilizados e aceitos internacionalmente. Se comparado a outros métodos, o ensaio de compressão triaxial possui a vantagem de ser aplicável na determinação de solos coesivos e não-coesivos, enquanto outros métodos apresentam essas limitações. Além disto, as condições de drenagem do ensaio podem ser controladas, convenientemente. Dada a importância que os ensaios de compressão triaxial têm para os solos na engenharia civil e a não disponibilidade desta metodologia no laboratório da UNIPAMPA, campus Alegrete, justifica-se os esforços de colocar em funcionamento os aparatos existentes, e montar uma metodologia facilmente aplicável para proporcionar seu uso aos alunos dos cursos de engenharia civil e engenharia agrícola.

Palavras-chave: Ensaio triaxial; resistência; mecânica dos solos;

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL DO LABORATÓRIO DE SOLOS E PAVIMENTAÇÃO DA UNIPAMPA

¹ Aluno de graduação. linharesd21@gmail.com. Autor principal

² Docente. jaelsonbudny@unipampa.edu.br. Orientador



ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL DO LABORATÓRIO DE SOLOS E PAVIMENTAÇÃO DA UNIPAMPA

1. INTRODUÇÃO

Assim como todo material estrutural utilizado na engenharia (aço, madeira, concreto, etc.), o solo também apresenta uma capacidade resistiva que deve ser conhecida e estudada a fundo a fim de se entender como o mesmo se comporta ou se comportará futuramente. Além disto, deve-se prezar a garantia do solo em desempenhar sua principal função sem risco de colapso. Esta temática tem se tornado uma preocupação cada vez maior na engenharia, visando reduzir ou acabar a ocorrência de eventos catastróficos pela falta ou deficiência de investigação/estudos prévios sobre os importantes parâmetros do solo. Por esta razão, surgiu a necessidade da determinação da resistência ao cisalhamento do solo, esforço determinante na avaliação da capacidade resistiva do mesmo (Liu, 2008). Ao longo dos anos, foram desenvolvidos, diversos métodos de ensaios laboratoriais e de campo capazes de estimá-la e/ou determiná-la. O presente trabalho apresenta e comenta um dos mais eficazes destes métodos, o ensaio de compressão triaxial. Seu uso se justifica pelo fato de apresentar resultados bastante satisfatórios, além de já serem amplamente utilizados e aceitos internacionalmente (Craig, 2007). Se comparado a outros métodos, o ensaio de compressão triaxial possui a vantagem de ser aplicável na determinação de solos coesivos e não-coesivos, enquanto outros métodos apresentam essas limitações. Além disto, as condições de drenagem do ensaio podem ser controladas, convenientemente.

Neste contexto, tem-se por objetivo principal colocar em funcionamento o equipamento triaxial existente no laboratório de Geotecnia e Pavimentos da UNIPAMPA e montar um manual de procedimentos de realização de ensaios triaxiais para facilitar utilização futura por outros alunos do equipamento.

2. METODOLOGIA

Este método consiste em, um corpo de prova cilíndrico, moldado a partir de uma amostra de solo, envolvido por uma fina membrana de látex e posicionado no interior de um *câmara de ensaio*. A mesma é então preenchida com água (outro líquido específico ou mesmo ar comprimido podem também ser utilizados) e o corpo de prova fica então submetido a uma pressão de compressão, exercida em todas as suas faces pelo fluido presente na câmara. Esta pressão é conhecida como pressão confinante.

A partir deste arranjo, aplica-se uma tensão axial, conhecida como tensão desviadora, aplicada através de uma haste vertical ligada a uma prensa de carregamento (Figura 1). A tensão é aplicada até que se atinja a ruptura por cisalhamento do corpo de prova.

É possível ainda obter-se a leitura da deformação axial do(s) corpo(s) de prova, provocada pela aplicação da carga vertical, através de LVDT's fixados na haste. Além disto, pode-se também se obter a poro-pressão (caso ocorra) gerada durante o processo de carregamento.

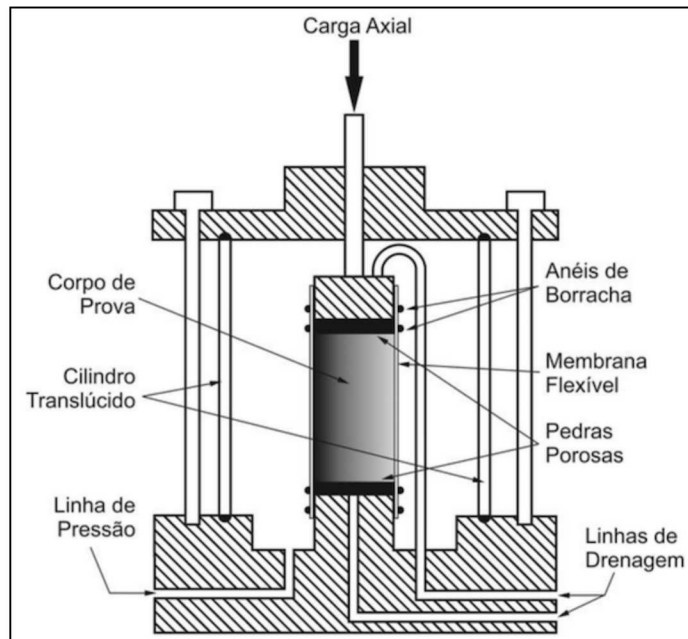


Figura 1: Arranjo do equipamento do ensaio triaxial (*câmara de ensaio*) por Molina (2017).

Os procedimentos acima descritos devem ser repetidos em dois (ou mais) corpos de prova distintos, variando-se as tensões de confinamento, a fim de se obter novas tensões principais - maiores e menores. Os dados destas tensões principais na situação de ruptura, são então utilizados para traçar os respectivos círculos de Mohr.

Com a representação gráfica destes círculos, é possível descrever a linha de envoltória de ruptura do solo, sendo esta a reta que tangencia os diversos círculos de Mohr gerados, referentes a cada um dos corpos de prova.

A figura 2 exemplifica as envoltórias de rupturas das tensões efetivas e totais para ensaios triaxiais de solos não coesivos.

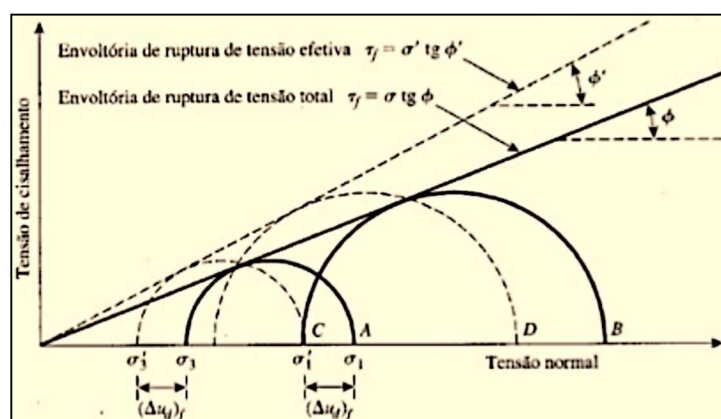


Figura 2: Representação gráfica dos resultados de um ensaio triaxial para um solo não coesivo, por Braja (2007).

Dada à importância que os ensaios de compressão triaxial têm para os solos na engenharia civil e a não disponibilidade desta metodologia no laboratório da UNIPAMPA, campus Alegrete, justifica-se os esforços de colocar em funcionamento os aparatos existentes, e montar uma metodologia facilmente aplicável para

proporcionar seu uso aos alunos dos cursos de engenharia civil e engenharia agrícola.

O laboratório dispõe de uma prensa da extinta marca TECNOTEST® para a realização dos ensaios (Figura 3), entretanto não se dispões de manuais passo-a-passo para a realização de ensaios, nem da prática necessária para se obter confiabilidade na resposta do equipamento. Com os manuais que se pretende construir, será possível desenvolver aulas práticas sobre o tema no Laboratório de Geotecnia e Pavimentação da UNIPAMPA, campus Alegrete. As aulas práticas são extremamente importantes para o discente conseguir aplicar os conteúdos vistos de forma teórica na sala de aula.



Figura 3: Registro fotográfico do equipamento disponível em laboratório.

Os tipos de ensaio:

Existem basicamente três tipos de metodologia de ensaio, e devem ser feito a fim de melhor simular a situação real do solo que se pretende ensaiar (Liu, 2008):

- Ensaio não consolidado não drenado (UU): trata-se de um ensaio rápido onde é aplicada pressão de confinamento (σ_3) e se procede ao aumento da tensão vertical (σ_1) mantendo sempre fechada a válvula de drenagem. Os resultados são obtidos em termos de tensões totais.
- Ensaio consolidado não drenado (CU): aplica-se uma tensão de confinamento mantendo-se aberta a válvula de drenagem e permitindo a consolidação do solo sob essa pressão. Durante o ensaio (que é quando se aplica a tensão desviadora) a válvula de drenagem é mantida fechada. Os resultados são obtidos em termos de tensões totais e podem-se calcular as tensões efetivas se se conhecer os valores das pressões intersticiais durante o ensaio.
- Ensaio consolidado drenado (CD): aplica-se uma tensão de confinamento mantendo-se aberta a válvula de drenagem e permitindo a consolidação do solo sob essa pressão. A válvula de drenagem é aberta na fase de ensaio, permitindo a drenagem da água do interior do corpo de prova. Deste modo há

dissipação da pressão neutra. Os resultados são obtidos em termos de tensões efetivas.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Por se tratarem de atividades ainda em curso, os resultados descritos neste item estão parcialmente representados.

O principal objetivo proposto - *colocar em devido funcionamento o equipamento de ensaio triaxial existente no laboratório de Geotecnia e Pavimentos da UNIPAMPA* - encontra-se atualmente em processo de desenvolvimento, na forma de fase de testes e ajustes preliminares; isto, devido a algumas limitações encontradas no decorrer do processo, no que se refere a material disponível, softwares e equipamentos auxiliares à sua completa e adequada implementação.

Até o momento, os trabalhos prévios à sua plena implantação concentraram-se na organização, identificação e preparação dos aparatos disponíveis, para elaboração do manual dos procedimentos de realização dos ensaios, baseados nos procedimentos de normas americanas, comumente referidas por ASTM's. Ressalta-se, a inexistência de normas nacionais.

Os resultados parciais destas ações são apresentados a seguir a partir de registros fotográficos (Figura 4) de alguns equipamento já mapeados:

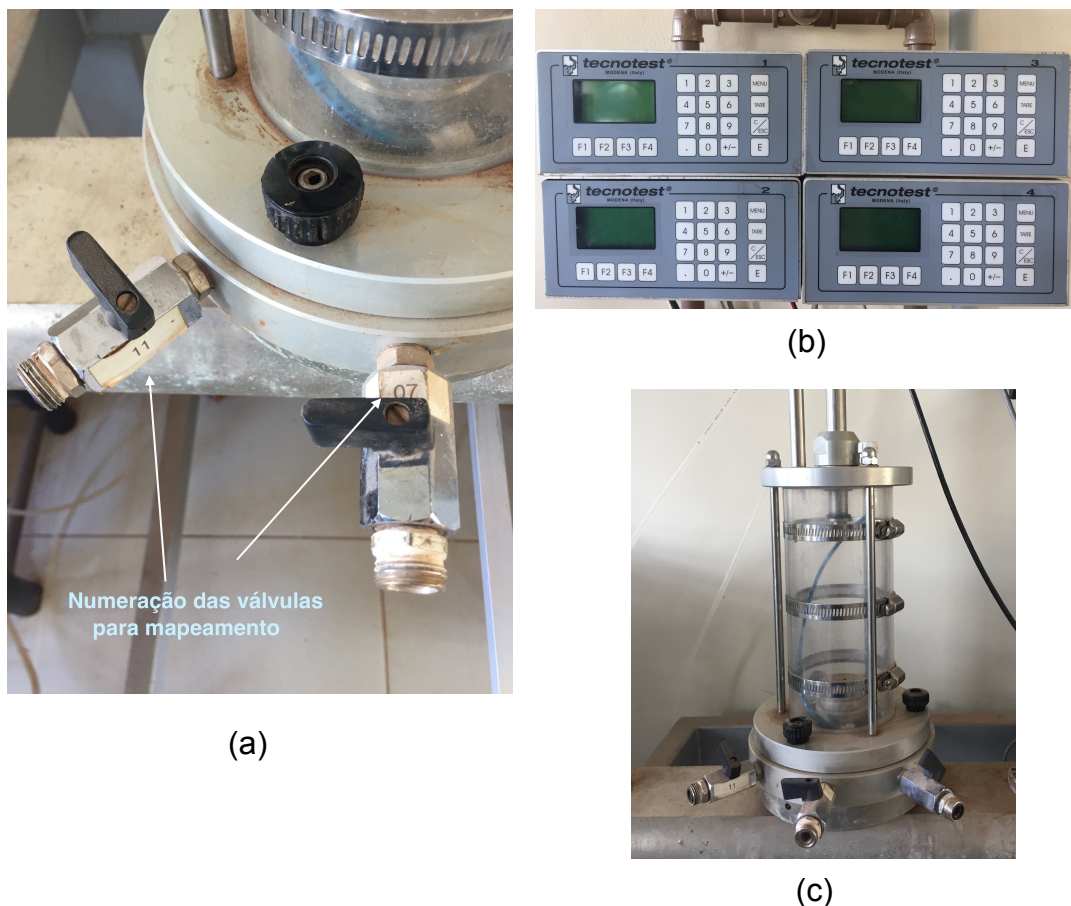


Figura 4: Registro fotográfico dos equipamentos: (a) detalhe da numeração das válvulas referente ao seu respectivo mapeamento; (b) arranjo dos painéis de leitura de tensão desviadora, tensão confinante, variação volumétrica e poropressão, devidamente numerados; (c) arranjo da câmara de ensaio e elementos, mapeados.

Destaca-se ainda, que da análise do equipamento, foi feito um reconhecimento dos aparatos que o mesmo dispõe, e foi possível determinar que não é possível fazer a leitura das poropressões geradas no ensaio de maneira contínua durante sua execução. Desta maneira, até o presente momento não é possível realizar ensaios do tipo CU e UU.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do ensaio de compressão triaxial são considerados essenciais para um entendimento adequado do comportamento do solo bem como para sua caracterização. Suas aplicações são inúmeras na engenharia, por se tratar de um ensaio bastante completo. Uma análise adequada destes resultados permitem ao profissional geotécnico ou engenheiro projetar com maior segurança e precisão.

O contato direto dos acadêmicos do curso de engenharia civil da UNIPAMPA a este equipamento confere a este curso ainda mais qualidade na realização de pesquisas e estudos práticos que poderão ser executados no laboratório de Geotecnia e Pavimentos da própria instituição.

Nas análises realizadas até momento, foi possível conhecer o equipamento, realizar o mapeamento dos aparatos e realizar ensaios preliminares do tipo CD.

5. REFERÊNCIAS

Braja, M. "Das.(2007) Fundamentos de Engenharia Geotécnica." Thomson (tradução da 6ª. edição norte-americana), SP, Brasil.

Craig, Robert F. Craig, mecânica dos solos. LTC Editora, 2007.

Liu, Cheng, and Jack B. Evett. Soils and foundations. Prentice Hall International, 2008.

Molina Junior, Walter Francisco Comportamento mecânico do solo em operações agrícolas [recurso eletrônico] / ESALQ/USP, 2017.