

PROPOSTA DE PADRONIZAÇÃO DE ENSAIOS PARA AVALIAÇÃO DE SOLOS UTILIZADOS EM CONSTRUÇÕES

Enga Civil Lia Lorena Pimentel*, Enga Civil Miriam Zatta

Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Pontifícia Universidade Católica – Campinas lialp@puc-campinas.edu.br, (55xx19) 34339377

Professora – Faculdade de Engenharia Civil - Pontifícia Universidade Católica – Campinas
zatta@puc-campinas.edu.br

Tema 4: Investigação, ensino, capacitação e transferência de tecnologia.

Palavras-chave: Normatização, Caracterização do solo, Ensaios.

Resumo

A falta de normatização para avaliação do solo como matéria-prima para construção, dificulta a comunicação e comparação de resultados obtidos entre pesquisadores e construtores com terra em diversos países. É de fundamental importância buscar a padronização de alguns métodos de ensaio de avaliação deste material visando à transferência de tecnologia e capacitação de corpo técnico.

Este comunicado tem por objetivo propor a padronização de alguns ensaios de identificação visual e tátil do solo para avaliação deste material quando da sua utilização em edificações com técnicas construtivas utilizando terra.

Os ensaios de campo, para identificação visual e tátil do solo, proporcionam informações valiosas. Sabendo-se avaliar os resultados destes ensaios, conhecendo-se a técnica construtiva a ser utilizada e a jazida que fornecerá o solo para a empreitada, pode-se definir a necessidade ou não de ensaios de laboratório mais específicos e precisos.

Foram analisados os procedimentos de identificação visual e tátil do solo executados em diversas faculdades e institutos, destes foram escolhidos os que apresentaram maior facilidade de execução no campo e visualização da característica do solo. Os procedimentos de ensaio escolhidos são apresentados detalhadamente de forma didática.

1. Introdução

Antigamente o solo formava a base da engenharia prática e era tecnicamente segura. Atualmente é considerado um material de construção alternativo, restrito à construções de baixo custo e lembrado pela sua qualidade ambiental.

Verifica-se hoje em dia um impulso do desenvolvimento das pesquisas científicas em diferentes centros ligados a este material, que buscam o aperfeiçoamento e a difusão do conhecimento construtivo contemporâneo com o material terra.

Diversas são as instituições de ensino (IEs) que promovem a difusão de algumas técnicas construtivas com terra, principalmente as faculdades de Arquitetura. Este processo de divulgação das técnicas construtivas, inicia-se com a avaliação do solo. Esta análise, das propriedades de cada matéria prima usada é essencial para a segurança total da construção.

Os métodos de construção com terra são numerosos e tem uma infinidade de variantes conforme a cultura dos lugares onde foram desenvolvidos, que podem ser classificados em três sistemas construtivos principais:

Alvenaria: Adobe, Blocos de terra comprimida;

Monolítico: Terra empilhada, taipa de pilão, modelado direto;

Estrutura preenchida: terra-palha, pau-a-pique.

As técnicas construtivas também são frequentemente classificadas pelo estado hídrico do solo utilizado: estado sólido (blocos cortados), estado líquido (adobe, terra-palha), estado plástico (adobe, moldagem direta, estruturas preenchidas), estado seco (taipa de pilão, blocos comprimidos).

Considerando-se esta forma de classificação, pode-se observar que para os métodos que utilizam solo no estado líquido e no estado plástico a característica de plasticidade

é mais importante que para os métodos que utilizam solo no estado seco onde a umidade ótima, que permitirá o melhor adensamento, é a característica mais importante.

O solo é composto basicamente por dois tipos de material, o orgânico e o mineral. O material orgânico é formado por microorganismos que atuam na decomposição de plantas e organismos, e confere ao solo uma cor escura e um odor característico. Os minerais se dividem em dois grupos, os inertes como pedras, areia e silte e os ativos como a argila. As argilas são assim denominadas porque suas propriedades físico-químicas são alteradas quando em contato com a água. Tem diâmetro inferior a 0,002 mm e são responsáveis pelas principais reações dos solos, como a característica de coesão, além da baixa permeabilidade.

A identificação de um solo, através de testes rápidos e sem a utilização de equipamentos, é de grande importância, pois poderá ser realizada no campo e sem a necessidade das instalações de um laboratório.

Os ensaios de campo permitem uma análise previa do solo, para verificar a presença de argila, que com a prática é possível estimar sua quantidade no solo em questão.

2. Metodologia

Para avaliar a forma de classificação de cada ensaio trabalhou-se com três solos previamente classificados segundo metodologia padrão para sondagens e granulometria:

SOLO 1 – areia fina e média argilosa

SOLO 2 – silte argilo arenoso

SOLO 3 – argila arenosa pouco siltosa

Todos os solos foram secos e previamente destorroados.

Foram comparados os ensaios de identificação do solo em campo (e a forma de classificação proposta) utilizados em três IEs, além dos ensaios propostos no “Manual on Basic Principles of Earth Applications”.

A tabela 1 apresenta os ensaios propostos em cada IE, os nomes dados a cada ensaio e sua forma de classificação.

A seguir são detalhados os métodos de execução de cada ensaio.

Teste do Odor: deve ser realizado no momento da extração do solo, para detectar a presença de matéria orgânica. Analisar o cheiro de mofo do solo em estado natural (ou seco). Depois umedecer ou aquecer o mesmo, com a finalidade de ampliar o odor.

Classificação Tátil e visual: Analisar a cor do material, presença de matéria estranha (raízes, conchas e matéria orgânica) e, se visível, sua composição mineralógica.

Separar uma pequena quantidade do solo seco, destorroar e esmagar entre os dedos.

Classificar quanto a sua textura como: áspero, pouco áspero ou farinha. Acrescentar água ao solo, até torná-lo uma pasta. Classificar a sensação de esfregá-lo entre os dedos como: escorregadia ou não escorregadia.

Teste do Brilho: Misturar uma quantidade de solo destorroado, com água e trabalhar por 2 minutos a massa para ativar as propriedades expansivas das argilas. Moldar uma bolinha de aproximadamente 2 cm de diâmetro, e cortar em duas partes com a faca. Observar o brilho na superfície do corte e classificar como: brilhante ou porosa.

Teste da Impregnação: Esfregar uma pasta de solo e água na palma da mão, e colocar sob água corrente. O material mais fino, como a argila impregna os poros da pele, dificultando sua remoção. Observar se o solo é facilmente retirado da mão. Classificar a facilidade com que o solo se desprende como: fácil, média ou difícil.

Tabela 1. Ensaio propostos.

Ensaio	IE 1	IE 2	IE 3	Manual
Odor/cor	NF	Indicação de M.O. cheiro ativo e cor escura	NF	Indicação de M.O. cheiro ativo
Tato (seco)	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argila – farinha	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argila - farinha	Areia – áspero Argila - pó	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argila – c/ torrões resistentes ao esmagamento
Tato (úmido)	Argila-escorregadio	Argila– escorregadio	Argila– escorregadio	Areia – s/ coesão Silte – coesão média Argila – plástica, grudenta
“Lustre Test”	NF	NF	NF	Silte – opaco Argila- brilhante
“Impregnação”, “Lavar as mãos”	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa	Solo fino – não é removido facilmente	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa
“Dilatância”, “Retensão de água”, “Mobilidade intersticial da água”	Absorção de água rápida – solo grosso Lenta – argila	Solo forma fissura e camada de água é absorvida rapidamente–areia Reação lenta – solo fino	Areia fina – reação rápida Silte – reação lenta Argila s/ reação	Areia fina – reação rápida Silte – reação lenta Argila s/ reação
“Dispersão em água”, “Sedimentação simplificada”	Areia 0 a 15 seg Silte 15 a 60 seg Argila > 1 min	Areia 0 a 15 seg Silte 15 a 60 seg Argila > 1 min	Areia deposita rápida/te Argila turva a água e demora p/ sedimentar	Após 45 min, observa-se 3 camadas distintas, areia, silte e argila. Pode-se estimar a qtdade de cada parcela do solo.
Resistência do solo seco	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência	Argila – resistente Silte e areia – não resistente	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência
Desagregação do solo submerso	Silte – rápida Argila – lenta	Areia, silte – rápida Argila – lenta	NF*	NF
“Retração linear” “Shrink”	Alta retração – argila	NF	NF	Alta retração - argila
Plasticidade	NF	Plástica – argila Não plástica - areia	Moldável – argila Não moldável - areia	Fio rígido – alto teor argila Mediana/te rígido – baixo teor argila Fio frágil – alto teor areia ou silte

*NF – Não faz



Teste da Mobilidade da Água Intersticial: Faz-se uma mistura de solo e água, até obter a consistência de pasta. Colocar o material em forma de uma placa na palma da mão com dimensões aproximadas de 5 cm de largura e 1 cm de altura. Com a outra mão, provocar vibrações golpeando a mão que contém a amostra posicionada na forma de concha. Observar a capacidade de movimentação da água. Classificar a reação de aparecimento de uma superfície brilhante como: rápida, média ou lenta. A seguir, abre-se a mão para provocar o aparecimento de fissuras e analisar a absorção da água como: rápida, média ou lenta.

Dispersão em Água: Colocar em um frasco de vidro aproximadamente 1/3 de solo destorroado. Acrescentar 2/3 de água e agitar energeticamente o frasco por 1 minuto, para homogeneização do material. Deixar em repouso o frasco em uma superfície plana e cronometrar 15 segundos. O material que se sedimenta neste período de tempo é areia. De 15 segundos a 1 minuto o material que se sedimenta é silte. Após este período se a água estiver turva, o material em suspensão é argila. Após 8 horas medir cada camada e estimar a porcentagem de cada componente do solo.

Resistência do Solo Seco: Preparar uma massa de solo e água bem plástica. Moldar 2 pastilhas de solo com o auxílio de um molde de anel de pvc de dimensões 50 mm de diâmetro e 10 mm de altura, conforme pode-se observar na Figura 1. Retirar o molde e deixar a amostra secar à sombra. Depois e totalmente seca, quebrar a pastilha e classificar sua resistência como: muito alta, alta, média ou baixa.

Desagregação do Solo Submerso: Preparar uma massa de solo e água bem plástica. Moldar 2 pastilhas de solo com o auxílio de um molde de anel de pvc de dimensões 50mm de diâmetro e 10 mm de altura. Retirar o molde e deixar a amostra secar à sombra. Colocar a amostra de solo em um recipiente com uma pequena quantidade de água, marcar o tempo de desagregação dos grãos e classificar como: rápida, média ou lenta.

Plasticidade: Preparar uma massa de solo e água. Moldar uma bolinha de solo de aproximadamente 3 cm ou um charuto de aproximadamente 1 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento para análise da trabalhabilidade. Na bolinha achatar com a palma da mão e observar as fissuras na borda. No charuto unir as duas pontas lentamente e determinar o momento de surgimento da fissura. Classificar a plasticidade como: plástica ou não plástica.

Ensaio de Retração Linear: Preparar uma forma de madeira de dimensões 60 cm de comprimento, 4 cm de largura e 1 cm de altura, e uma massa de solo com a quantidade de água suficiente para dar maior plasticidade. Preencher a forma com a massa de solo e alisar a superfície com uma colher de pedreiro ou espátula. Deixar o material em repouso à sombra, até secar totalmente. Medir com a régua as dimensões de retração obtidas.

3. Resultados

Teste de Odor

Nesse ensaio, nenhuma das amostras apresentou odor de mofo, concluindo portanto a inexistência de matéria orgânica, ou quantidade mínima da mesma.

Classificação Tátil e Visual

Solo 1 – cor marrom claro, áspero e escorregadio

Solo 2 – cor rosada, pouco áspero e escorregadio

Solo 3 – cor vermelha, pouco áspero e escorregadio

Teste de Brilho

Conforme pode-se observar na Figura 2, o solo 1 e o solo 2 apresentam superfície porosa enquanto o solo 3 apresenta superfície brilhante

Teste de Impregnação

Solo 1 – sai facilmente da mão

Solo 2 – média dificuldade de lavagem da mão (mais fácil que o solo 1)

Solo 3 – difícil de desprender da mão (alto grau de impregnação), como pode ser observado na Figura 3.

Teste da Mobilidade da Água Intersticial

Solo 1 – surgimento da superfície brilhante rápida, e absorção rápida

Solo 2 – surgimento da superfície brilhante média (pouco brilhante) e absorção lenta

Solo 3 – surgimento da superfície brilhante rápida e absorção lenta

Dispersão em Água

São medidas as camadas de granulometria diferente observadas a olho nu. A Figura 4 apresenta o resultado deste ensaio para os três solos.

Solo 1 – em 60 seg a maior parte já decantou. Formaram-se 2 camadas:
camada 1 - 3,8 cm Areia (64%)

camada 2 - 1,2 cm Silte e argila (36%)

Solo 2 – Formaram 3 camadas:

camada 1 – 1,8 cm Areia (40%)

camada 2 – 1,2 cm Silte (27%)

camada 3 – 1,5 cm Argila (33%)

Solo 3 – Formaram-se 2 camadas;

camada 1 – 4,0 cm Areia (89%)

camada 2 – 0,5 cm Silte e argila (11%)

Resistência do Solo Seco

Solo 1 – média resistência

Solo 2 – baixa resistência

Solo 3 – alta resistência

Desagregação do Solo Submerso

Solo 1 – rápido, pois os grãos se soltam imediatamente

Solo 2 – média, pois demora alguns minutos para total desagregação

Solo 3 – lenta, pois demora mais de 15 minutos para total desagregação

Plasticidade

Solo 1 – não plástico, difícil de moldar uma bolinha. No charuto, as fissuras surgem rapidamente

Solo 2 - plástico, fácil de moldar uma bolinha. No charuto, as fissuras demoram mais a aparecer

Solo 3- plástico, fácil de moldar a bolinha. No charuto, as fissuras aparecem rápido, porém demoram um pouco mais que o solo 2

Ensaio de Retração Linear

Solo 1 – menor retração, 1,8 cm

Solo 2 – maior retração, 2,5 cm

Solo 3 – maior retração, 2,8 cm

4. Conclusões

Os ensaios realizados em diferentes IES foram comparados após a padronização da metodologia de alguns ensaios.

Procurou-se então, selecionar os métodos mais eficientes entre as IES, para cada ensaio proposto, e analisar se existe compatibilidade com as classificações previamente definidas.

Esses ensaios realizados são aperfeiçoados com a experiência, e não devem ser realizados individualmente para classificar um solo. Muitas vezes um método pode mascarar o verdadeiro resultado. Portanto, todos os testes devem ser realizados como uma confirmação dos anteriores.

Também, deve-se considerar que dependendo da forma ou pessoa que realiza os testes, pode-se obter classificações errôneas do solo em questão.

Um exemplo é o ensaio da resistência ao solo seco para o qual é imprescindível a padronização das pastilhas.

Com os métodos escolhidos, foi possível definir a presença do tipo de solo mais marcante, e principalmente permitiu concluir que o teor de argila é o item de maior influência nos resultados.

Uma pequena quantidade de argila é capaz de oferecer uma boa plasticidade ao solo, ou uma boa resistência ou um a lenta desagregação do solo submerso.

Referências Bibliográficas

- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS, Testes para Identificação Visual e Tátil do Solo – Campinas, SP: Apostilas de Mecânica dos Solos, Faculdade de Engenharia Civil, Professor Maurício Pereira, 5p.
- ISBN 92 – I – 131031-8, Manual on Basic Principles of Earth Applications – Nairobi, Quênia: United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), 1986
- CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA TERRA E DO MAR (CTTMar) – Identificação Tátil e Visual dos Solos – Vale do Itajaí, SC: Apostilas da Univali, Faculdade de Engenharia Civil, 2p.
- MONIZ, Antônio C. - coordenador, Elementos de Pedologia – São Paulo, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 1972 - 459p.
- CLÉMENT, Pierre - Construire em Terre – Paris, France: Centre de Recherche et D'Application – Terre, 1979 – 264p.
- Universidade Metodista de Piracicaba, Testes para Identificação Visual e Tátil do Solo – Notas Aula da disciplina Sistemas Construtivos III, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Professor Eduardo Salmar.



Figura 1. Moldagem das pastilhas para os ensaios de resistência do solo seco e Desagregação do Solo Submerso



Figura 2. Resultado do ensaio "Teste do brilho". Para os solos 1, 2 e 3, respectivamente.



Figura 3. Resultado do ensaio "Impregnação" para o solo 3.



Figura 4. Resultado do ensaio de Dispersão dos solos 1, 2 e 3 respectivamente.