

Caracterização preliminar de um Solo Residual de Basalto do Oeste do Paraná: extração de amostras, análise tátil visual e granulométrica

Preliminary characterization of a Basaltic Residual Soil of Western Paraná: soil sampling, visual-manual identification and granulometric analysis

Sabrina Ilone Weisheimer¹, Yrys Sophya Lins Barreto², William Hideki Ito³, Guilherme Alan Souza Costa⁴

RESUMO

Tendo em vista que o solo é um componente fundamental para a sustentação de estruturas, as quais marcam o avanço no desenvolvimento da economia e ciência, destaca-se a necessidade de conhecimento do seu comportamento, seja pela sua caracterização ou por ensaios complementares. Com este foco visa-se neste trabalho avaliar as características tátil-visuais e distribuição granulométricas de um solo residual de basalto da região oeste do Paraná. Foram catalogados também os procedimentos de coleta de amostras deformadas e indeformadas dos dois tipos de solos encontrados, ambos pertencentes ao município de Quatro Pontes – PR. As etapas de escavação do local se desenvolveram de maneira gradativa, exigindo muita cautela e esforço físico. Os materiais coletados foram submetidos à ensaios laboratoriais para a sua devida classificação. A distribuição granulométrica dos dois solos consolidou a análise tátil-visual realizada à campo, onde pôde-se classificá-los como uma argila siltosa, um tipo de solo de granulação fina. Por final, ficou evidente a necessidade da realização de ensaios laboratoriais para um cálculo e manuseio assertivo de projetos de engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Solo residual de basalto; Amostragem; Análise tátil-visual; Granulometria.

ABSTRACT

It is known that the soil is a component for the support of structures providing development of economics and science, and the need for knowledge of its behavior is highlighted, either through its characterization or through complementary tests. This work aims to evaluate the characteristics by visual-manual identification and by the granulometric analysis of a basaltic residual soil from western Paraná. The procedures for collecting disturbed and undisturbed samples, both from the Quatro Pontes city - PR, were also discussed. These excavation stages were developed gradually, requiring a lot of caution and physical effort. The collected materials were used in laboratory tests for their proper classification. The granulometric distribution of these soils corroborated the visual-manual identification carried out in the field, in which it was possible to classify them as a silty clay soil, a type of fine-grained soil. Finally, the need to carry out laboratory tests to validate the preliminary results and to use them in engineering projects became evident.

KEYWORDS: Residual basalt soil; Sampling; visual-manual analysis; Granulometry.

INTRODUÇÃO

A engenharia geotécnica consolidou-se como um ramo da ciência que estuda a aplicação do solo como material de construção, onde, através de experimentos e estudos, são desenvolvidos padrões de construção de forma a garantir a estabilidade das

¹ Bolsista voluntária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: sabrinailone@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5010595321675645.

² Bolsista voluntária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: yrys@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7826239406287794.

³ Docente no Curso Engenharia Civil/COECI-TD. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: wito@utfpr.edu.br. ID Lattes: 9557561611337993.

⁴ Docente no Curso Engenharia Civil/COECI-TD. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: guilhermecosta@utfpr.edu.br. ID Lattes: 5228758148542935



edificações, obras de infraestrutura (como túneis ou barragens), etc. Para isso, é necessária uma investigação precisa acerca das propriedades das partículas de solo. O desenvolvimento e emprego de recursos computacionais tecnológicos têm sido amplamente utilizados no século XXI. O avanço em pesquisas laboratoriais permitiu a adoção de novas práticas geotécnicas a fim de se estabilizar solos suscetíveis a problematizações, garantindo certa condição de segurança. Devido ao processo de intemperização da rocha, isto é, a desintegração da rocha, existem diversos tipos de solos, cada um com uma propriedade singular (PELAQUIM, 2021).

O estudo das características e estruturas do solo de origem basáltica são fundamentais para a análise dos comportamentos e dados laboratoriais. Nesse contexto, através dessa interpretação dos conceitos e do uso de cartas geológicas, é possível propor diferentes abordagens para a classificação e manuseio do solo (OLIVATTO et al, 2022). À medida que há essa coleta de dados, os procedimentos em campo e análises laboratoriais acabam tendo maior precisão dos resultados, uma vez que serão fundamentados em referências do processo de formação dos mesmos. O Instituto Água e Terra (IAT) fornece informações acerca da formação do solo paranaense, subdividindo em regiões. Nesse contexto, é possível observar as formações rochosas que compõem a região.

Segundo o Mapa Geológico do Paraná é constatado que o estado é constituído, em sua maioria, por derrames basálticos. Sendo a região oeste do estado disposta sob essa região composta por basalto, procurou-se realizar estudos para a caracterização do solo em questão. Frente à necessidade de obtenção de dados geotécnicos, trincheiras de escavação da reformulação da Rodovia José Neves Formigheri (BR-467) no município de Quatro Pontes - PR, de grande importância regional no escoamento da produção agropecuária, foram utilizadas para coleta de amostras para posterior submissão aos ensaios laboratoriais. Com isso, este trabalho irá expor as etapas da análise tátil-visual do solo em estudo, procedimentos de amostragem e resultados dos ensaios de granulometria realizados.

METODOLOGIA

O procedimento de coleta das amostras deformadas e indeformadas e a análise tátil-visual *in situ* ocorreu no município de Quatro Pontes – PR, já os ensaios de granulometria foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *campus* Toledo.

ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

Na análise tátil-visual foi possível a visualização das camadas, coloração e disposição do solo. O local apresentava dois horizontes distintos, um com uma camada com cerca de 2 metros de espessura com um solo homogêneo e outra mais espessa, localizada no corte do talude, caracterizada pela variação de coloração conforme a profundidade. Quando identificadas subdivisões de camadas de solo e mudanças de coloração, houve a possibilidade de classificá-lo quanto à sua origem, ou seja, como residual, saprolítico, alteração de rocha, entre outros. Outro fator importante foi a investigação do comportamento e disposição do material no ato da escavação do terreno, onde aspectos como, formação de torrões, resistência e coesão foram observados. Ademais, a estimativa da caracterização do solo em análise foi complementada através de procedimentos citados por Pinto (2006). Em laboratório, o solo foi umedecido e esfregado



na palma da mão, onde, através da sensibilidade que o material provocava, pôde transpassar suas características e propriedades. A resistência a seco foi ponderada no ato de quebra dos torrões de solo, onde os produtos resultantes foram avaliados através de sua granulometria e estruturação.

AMOSTRAGEM

Devido à observação de dois tipos de solos na análise visual do terreno, procedeu-se a extração de 2 amostras, segundo a NBR 9604:2016, com o auxílio de uma escavação superficial a fim de transpor a parte amolgada de solo e os possíveis resquícios de vegetação e/ou objetos que não se enquadravam como solo. A partir daí iniciou-se a moldagem de um volume de solo no formato de um bloco retangular através de picaretas, régua metálicas e enxada. Essa etapa envolveu muita atenção e cuidado, devido ao risco do amolgamento do solo em função das tensões aplicadas. O bloco necessitou estar com suas dimensões medindo 1 cm a menos que as medidas internas da caixa na qual ficou armazenado para que houvesse a completa vedação pela parafina. Feito isso, suas faces foram envolvidas por plástico filme e faixas de tecido, para que assim, fosse depositado a parafina líquida com o intuito de acondicionar o material preservando a umidade e estrutura do solo. Após a secagem da parafina, a caixa foi lacrada e levadas ao laboratório para os devidos ensaios.

GRANULOMETRIA

Seguindo as diretrizes da NBR 6457:2016, uma parcela do material deformado recolhido à campo foi seco ao ar e, os torrões de solo presentes foram desmanchados de modo a fazer com que todo o material passasse na peneira 76mm. Por conseguinte, as amostras passaram pelo processo de quarteamento, a fim de se obter uma fração representativa de solo, e separado a quantidade de 1 kg de cada tipo de solo para a análise granulométrica. De acordo com a NBR 7181:2016, com um almofariz, todo o montante foi destorroado e passado na peneira 2mm, de modo a fazer com que somente as partículas com o diâmetro maior que a abertura da malha ficassem retidas. O material retido na peneira foi então lavado com água corrente com o intuito de remover o material fino aderente e, posteriormente, seco em estufa a 105°C. As amostras secas foram passadas nas peneiras de 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,8mm e 2,0 mm, e, tendo suas massas aferidas, foi finalizado o peneiramento grosso.

A distribuição granulométrica foi determinada pelo processo de peneiramento+sedimentação, o qual é constituído de três etapas, peneiramento grosso, sedimentação e peneiramento fino. Foram separadas 70g de cada tipo de solo, registrada como M_w , e 100g para a determinação de sua umidade (w) de acordo com a NBR 6457:2016. Posteriormente o material M_w foi transferido para um becker de 250 cm³ e adicionado 125 cm³ de hexametáfosfato de sódio. A solução foi agitada e deixada em repouso por 12 horas. Após o respectivo tempo, o volume foi despejado no copo do dispersor, o qual foi preenchido com água até o ponto central de sua altura. Feito isso, o aparelho dispersor ficou em funcionamento por 15 minutos, de modo a que ocorresse a dispersão das partículas de solo.

O conteúdo do copo dispersor foi transferido para uma proveta, utilizando água destilada para a transferência completa do material, a adição de água se deu até atingir a marca de 1000 cm³ da proveta. As quatro amostras foram então posicionadas sob a



bancada do laboratório onde a temperatura sofria pouca variação. Quando houve o equilíbrio da temperatura, o ensaio de sedimentação foi iniciado. Inicialmente, o líquido foi agitado durante 1 min com uma haste metálica com uma ponta emborrachada, a qual possui orifícios que permitem a percolação do líquido. Posteriormente, com um cronômetro, foram realizadas três leituras no período de 0,5 min, 1 min e 2 min. Após cada etapa de leitura dos respectivos tempos, o líquido era agitado novamente durante 1 min com a haste metálica. A partir da terceira, as verificações subsequentes eram de 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1 hora, 2 horas, 4 horas, 8 horas e 24 horas. Ao realizar cada leitura, o densímetro era retirado e colocado em uma proveta contendo somente água destilada à temperatura constante, entretanto, as três análises iniciais eram feitas sem a retirada do mesmo. Ademais, a cada etapa, a temperatura do líquido era aferida.

Após o procedimento de sedimentação ser concretizado, o peneiramento fino pôde ser iniciado a partir da lavagem da solução contida nas provetas na peneira de 0,075mm. O material retido foi então seco em estufa à 105°C a fim de se obter somente o peso dos grãos sem umidade. As amostras então foram transferidas para as peneiras com abertura de 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm, e 0,075 mm, sendo agitadas. As massas acumuladas eram pesadas, anotadas e depois dispostas num prato metálico, onde em um os grãos encontram-se misturados e no outro houve a separação do material retido em cada peneira.

O resultado é apresentado graficamente através dos dados obtidos das equações contidas na NBR 6457:2016, sendo no eixo da abscissa o diâmetro das partículas, em escala logarítmica, e no da ordenada, as porcentagens das partículas passantes em cada peneira, em escala aritmética.

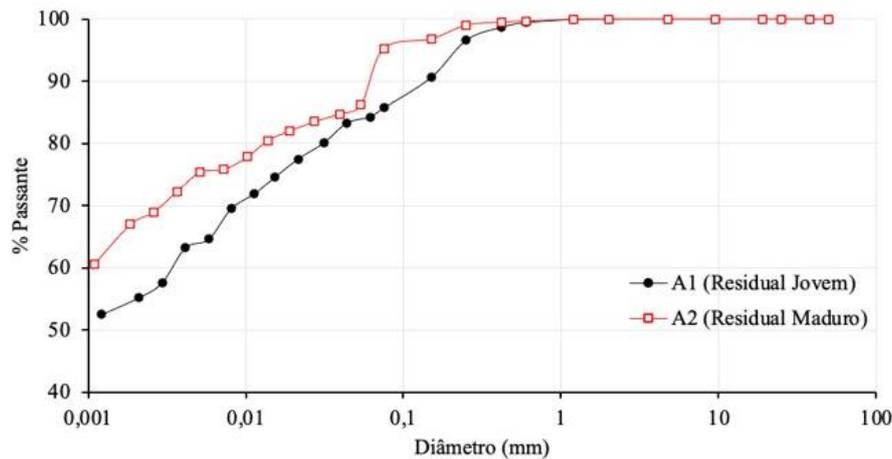
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do estudo de formação do solo da região oeste do Paraná e da observação em campo é assertivo dizer que os solos analisados podem ser classificados como residuais. Ademais, as diferentes tonalidades das camadas constatadas no canteiro e a presença de estruturas reliquiárias das rochas mães possibilitaram a constatação da presença do solo residual jovem e maduro, devido às diferenças de profundidades da escavação. Na análise tátil-visual do material, verifica-se um comportamento plástico característico de siltes argilosos (ou argilas siltosas, a depender do ensaio utilizado em sua identificação). Quando umedecidas e homogeneizadas, as amostras absorveram a água, entretanto, quando pressionadas pelas pontas dos dedos, havia o surgimento de água na superfície e eram constatados pequenos grãos de minerais. O solo seco apresentou baixa resistência à quebra de torrões, o quais eram pulverizados no ato da quebra. Na moldagem dos blocos indeformados de solo foi possível notar a coesão do material atuando na sustentação faces laterais da escavação. No entanto, o solo residual jovem, por conservar ainda traços da rocha matriz, possuía comportamento quebradiço e impôs cuidados adicionais ao talhar a amostra. Esse fato culminou observações de que os comportamentos do material seriam diferentes do solo residual maduro.

A análise granulométrica do solo foi realizada com base na NBR 7181:2016, sendo os ensaios de sedimentação e peneiramento executados simultaneamente. Apenas 2 provetas foram consideradas para a expressão dos resultados devido a interferência de fatores externos nas amostras. Os resultados desse ensaio foram apresentados através de curvas granulométricas, conforme Figura 1. Considerando o efeito do intemperismo na

evolução do solo, era esperado que o solo maduro apresentasse maior fração de material fino. Fato que pôde ser confirmado pela disposição da curva granulométrica do solo residual maduro, a qual se encontra superior à outra apresentada.

Figura 1. Curvas granulométricas do solo residual jovem e maduro.



Fonte: autores.

Devido ao formato da curva e com base no referencial teórico apresentado por Pinto (2006), o material é classificado como solo de granulação fina – siltes ou argila. Definições mais precisas, como a classificação pelo sistema unificado (Casagrande), podem ser consolidadas a partir de ensaios complementares como limites de Atterberg e massa específica.

CONCLUSÕES

Ao executar o minucioso processo de retirada de amostras indeformadas, as quais serão fonte de informação de futuros trabalhos, fica evidente a importância de uma fiscalização adequada bem como o devido preparo dos profissionais envolvidos, pois a efetiva prática permitirá mais acurácia na expressão dos resultados de ensaios realizados. Apesar de ser um procedimento detalhista, as boas práticas na coleta de material indeformado são essenciais na avaliação do comportamento do solo em suas condições reais.

A análise tátil-visual é importante para que se possa ter o mínimo de discernimento nas condutas a serem tomadas, a fim de garantir sucesso na realização de ensaios. Vale ressaltar também que essa análise permite identificar diferentes horizontes do subsolo local, destacando sua importância na coesão entre as observações à campo e os resultados obtidos em laboratório.

Os ensaios desenvolvidos neste trabalho trouxeram questionamentos sobre o comportamento desses 2 materiais, os quais estavam localizados num mesmo local, porém em profundidades diferentes. Ademais, levaram a reflexões de como o intemperismo interfere nas propriedades físicas e químicas dos materiais. Essa ocorrência pôde ser observada nas curvas granulométricas, onde o solo com maior porcentagem de finos é aquele que sofreu mais intemperização.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UTFPR pela concessão das vagas de bolsista voluntário.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016). NBR 6457: **Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016). NBR 7181: **Solo - Análise Granulométrica.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016). NBR 9604: **Abertura de poço ou trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – Procedimento.**

BACK et al. Avaliação do comportamento característico de rochas vulcânicas da formação serra geral e sua implementação em obras rodoviárias. **Revista Geociências - UNESP**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1125 – 1136, 2021.

DIEMER et al. Propriedades geotécnicas do solo residual de basalto da região de Ijuí/RS. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n.12, p.25-36, 2008.

Instituto Água e Terra – IAT (2005). **Carta Geológica da Folha de Guaíra.**

Instituto Água e Terra – IAT (2006). **Mapa Geológico do Paraná.**

OLIVATTO et al. Caracterização de terrenos tecnogênicos: uma abordagem tátil-visual para classificação e mapeamento em escala local. **Revista Geociências - UNESP**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 617 - 632, 2022.

Pelaquim, F.G. P. **Mecânica dos solos aplicada à geotecnia.** Editora Saraiva, Londrina, 2021.

PINTO, C. S. Curso básico de mecânica dos solos. Oficina de textos: São Paulo, 3a ed, 2006.

SILVA et al. Inovação tecnológica de amostragem de solo: desenvolvimento e procedimento em campo (a). **Irriga**, Botucatu, v. 19, n.4, p. 727-740, 2014.

WAICHEL, B. L.; LIMA, E. F.; SOMMER, C. A. **Tipos de Derrame e Reconhecimento de Estruturas nos Basaltos da Formação Serra Geral: Terminologia e Aspectos de Campo.** Instituto de Geociências - UFRS, Porto Alegre, 33 (2): 123-133, 2007.

XIII Seminário de Extensão e Inovação
XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão
20 a 23 de novembro de 2023 - *Campus Ponta Grossa, PR*



SEI-SICITE
2023

