

DESAFIOS ENFRENTADOS NA ETAPA DE RUPTURA DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA EM SOLOS TROPICAIS.

Victoria Gabrielly do Carmo Camara, Graduando em Engenharia Civil, UEG/CET, victoria.camara@aluno.ueg.br

Marco Antonio Farias Alves, Graduando em Engenharia Civil, UEG/CET, marcoalexania@gmail.com

Renato Marques Cabral, Pós-Doutor em Geotecnia, UEG/CET, renatocabral591@gmail.com

Fernando Carolino, Mestre em Geotecnia, The Mosaic Company, fernando.silva2@mosaicco.com

Resumo: Este estudo investiga os critérios para determinação da velocidade de ruptura em ensaios de cisalhamento direto e triaxial, essenciais para a obtenção de parâmetros geotécnicos confiáveis. A pesquisa problematiza a variação metodológica na definição dessa velocidade, destacando desafios como a dissipação de poropressão em solos finos e a falta de padronização entre laboratórios e projetistas. Partindo do pressuposto de que a velocidade inadequada compromete a precisão dos resultados, o objetivo geral foi analisar as metodologias utilizadas por profissionais e suas implicações práticas. Os resultados revelaram que 70% dos entrevistados adotam normas técnicas, mas divergem sobre a responsabilidade pela definição da velocidade, enfatizando a necessidade de integração entre teoria, prática e contexto do projeto.

Palavras-chave: Velocidade de ruptura; ensaios geotécnicos; cisalhamento direto; triaxial; poropressão.

INTRODUÇÃO

Segundo Fookes (1997) os solos residuais tropicais apresentam características diferentes ao seu material de origem, devido ao intemperismo intenso e suas propriedades mineralógicas, que diferem de solos transportados e sedimentares.

As características de resistência ao cisalhamento estão diretamente associadas a desafios na engenharia geotécnica, como: estabilidades de taludes (cortes, aterros e barragens), capacidade de carga de sapatas e estacas, empuxos de terras sobre parede de contenção e túneis. Caputo (2022) cita que a determinação correta da resistência de cisalhamento dos solos é um dos desafios mais complexos da Mecânica dos solos.

Dentre os desafios geotécnico listados, os solos residuais são extensamente utilizados como materiais de construção. Neste contexto, a ênfase principal está em compreender a variação das propriedades no quesito da velocidade de ensaio de resistência de solos tropicais.

Atualmente há dois ensaios de laboratórios comumente utilizados para determinação da resistência ao cisalhamento dos solos, sendo eles, ensaio de cisalhamento direto e ensaio de compressão triaxial. Em ambos os ensaios a velocidade de ruptura interfere na geração de poropressão nos espaços de vazios do solo, de modo que os resultados obtidos podem apresentar variações com a real situação in loco.

Este artigo tem como propósito apresentar os resultados de uma entrevista realizada com profissionais e pesquisadores no setor, com ênfase nos seguintes aspectos:

- Critérios utilizados para determinação da velocidade ideal para a etapa de ruptura em ensaios de resistência ao cisalhamento;
- Desafios enfrentados e as recomendações dos especialistas para garantir a precisão dos resultados.

A elaboração da pesquisa com os profissionais foi motivada pela necessidade de compreender as demandas do mercado geotécnico no que se refere à determinação da velocidade nos ensaios de resistência, visando fornecer subsídios para o avanço dos estudos e práticas na área.

PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

O trabalho teve como foco a realização de entrevistas com profissionais da área de engenharia geotécnica que atuam com ensaios de resistência ao cisalhamento dos solos. As perguntas abordaram como esses ensaios são realizados atualmente, quais os desafios enfrentados na determinação de uma velocidade de cisalhamento que não gere poropressão no solo, além de explorar a percepção dos profissionais sobre o mercado de trabalho.

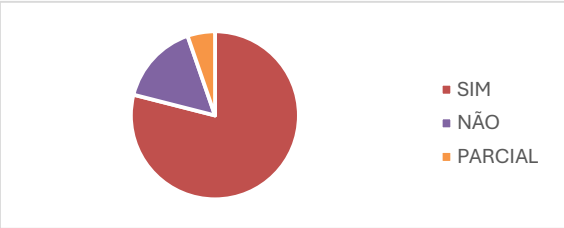
A etapa de entrevistas foi realizada ao longo de 60 dias e contou com a participação de 19 profissionais, abrangendo desde engenheiros geotécnicos e docentes de instituições como Instituto Federal de Goiás, Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Piauí e Universidade Federal do Tocantins, até gestores de grandes laboratórios brasileiros. Ao final, foi possível obter uma compreensão prática dos principais desafios enfrentados na definição da velocidade de ruptura durante os ensaios, evidenciando como um valor inadequado pode gerar discrepâncias nos parâmetros – coesão e ângulo de atrito – de resistência obtidos.

A entrevista desenvolvida foi cuidadosamente estruturada para abranger os dois principais tipos: não estruturada e semiestruturada. Essa combinação permite iniciar com uma abordagem mais livre e exploratória, em seguida avançar para questões guiadas e aprofundadas. O objetivo foi obter dados ricos, comparáveis e tecnicamente relevantes para a análise das práticas em geotecnia.

RESULTADOS

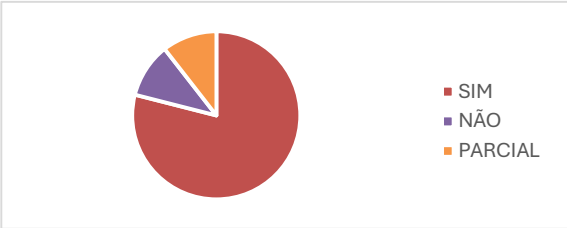
A pesquisa foi conduzida por meio de um formulário enviado a profissionais da área de geotecnia, incluindo engenheiros geotécnicos, professores e consultores. O formulário foi encaminhado a 37 profissionais e pesquisadores da área, e foram recebidas 19 respostas. Dentre os participantes, destaca-se a presença de profissionais vinculados a grandes empresas, como Eletrobras, Grupo GeoBrasil, Lostest, Ltec, The Mosaic Company, Vale do Rio Doce, Walm e Zorten. Os gráficos obtidos com as respostas evidenciam uma significativa concordância entre os profissionais, o que reforça a necessidade de padronizações mais eficazes e do aprofundamento em estudos voltados à etapa de ruptura dos ensaios geotécnicos.

Gráfico 1: Uso de critério normativos nos ensaios de cisalhamento.



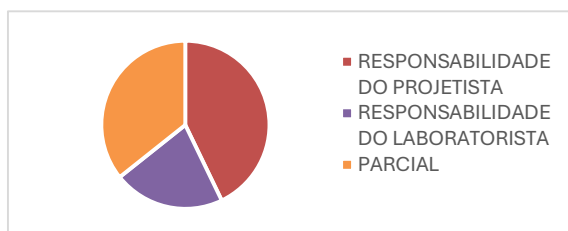
Fonte: Autor.

Gráfico 2: Variação da velocidade de ruptura por tipo de solo.



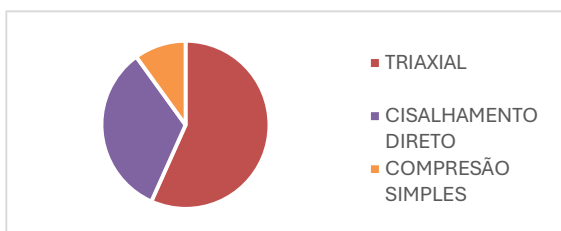
Fonte: Autor.

Gráfico 3: Responsabilidade pela definição da velocidade.



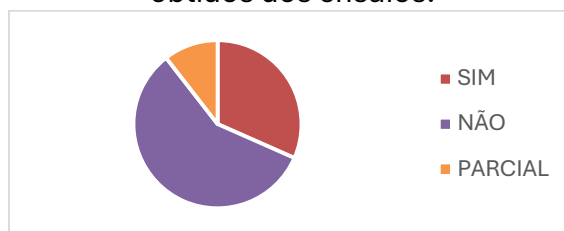
Fonte: Autor.

Gráfico 4: Ensaios mais utilizados pelos entrevistados.



Fonte: Autor.

Gráfico 5: Necessidade de alterar especificações de projetos devido a resultados obtidos dos ensaios.



Fonte: Autor.

DISCUSSÃO

A pesquisa partiu da premissa de que a definição inadequada da velocidade de ruptura em ensaios geotécnicos compromete a confiabilidade dos parâmetros de resistência do solo, com reflexos diretos na segurança de projetos. Os resultados confirmam esta hipótese, revelando que, embora 79% dos profissionais utilizem normas técnicas (ASTM D3080, ASTM D4767) e estudos como os de Head (1982), persistem desafios significativos na prática. A dificuldade na equalização da poropressão (especialmente em solos argilosos) demonstra que a mera aplicação de normativas não garante resultados precisos sem um julgamento técnico contextualizado.

Dentre os critérios atualmente utilizados para determinar a velocidade de ruptura nos ensaios, destaca-se a proposta do Manual de Head (1982), que recomenda a definição da velocidade com base no tipo de solo e no tipo de ensaio (drenado ou não drenado). No entanto, as velocidades indicadas foram estabelecidas exclusivamente para solos não tropicais. Por esse motivo, a aplicação direta do critério proposto por Head em solos tropicais pode resultar em discrepâncias nos parâmetros obtidos.

Já nas normas americanas (ASTM D3080 e ASTM D4767), a velocidade de cisalhamento é determinada com base no tempo necessário para que ocorra 50% do adensamento do corpo de prova. Em outras palavras, a velocidade é calculada a partir da primeira etapa do ensaio, utilizando o valor de t_{50} , conforme a metodologia proposta por Casagrande. Na pesquisa realizada, observou-se que uma alternativa adotada por engenheiros geotécnicos e laboratoristas para adequar o critério de determinação da velocidade de cisalhamento aos solos tropicais é a utilização do t_{90} , proposto por Taylor. Essa abordagem tem se mostrado mais compatível com as características dos solos encontrados no Brasil.

O objetivo de analisar as metodologias foi parcialmente alcançado. Embora tenha sido possível mapear as práticas predominantes, os dados revelaram lacunas críticas: 50% dos projetistas já ajustaram especificações devido a resultados inconsistentes. A necessidade de realizar ensaios adicionais ou ajustar parâmetros técnicos foi mencionada como uma prática

comum entre alguns projetistas para garantir a segurança e a eficiência do projeto, especialmente em casos em que há discrepâncias entre os resultados esperados e os obtidos.

As principais contradições emergem na tensão entre normatização e flexibilidade. Enquanto normas prescrevem cálculos baseados em t_{90} , profissionais destacaram a necessidade de adaptar velocidades conforme: (a) a aplicação do solo (fundações vs. taludes) e (b) condições de drenagem, muitas vezes não monitoradas por falta de equipamentos. Essa disparidade é agravada pela carência de qualificação técnica, citada como empecilho tanto em laboratórios quanto em projetos.

Para futuras pesquisas, sugere-se:

- Estudos experimentais que quantifiquem desvios causados por velocidades inadequadas;
- Desenvolvimento de protocolos para solos tropicais, integrando normas e critérios contextualizados;
- Capacitação técnica interdisciplinar que envolva laboratoristas e projetistas na definição conjunta de parâmetros.

CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou que definir a velocidade de ruptura em ensaios de cisalhamento direto e triaxial é complexo, variando conforme o solo, drenagem e normas técnicas. Apesar do uso comum de critérios normativos, destaca-se a necessidade de maior diálogo entre projetistas e laboratórios. Os principais desafios envolvem a dissipação da poropressão e o tempo de adensamento. Há também divergência sobre a responsabilidade pela definição da velocidade de ruptura: enquanto alguns atribuem essa tarefa ao laboratório, outros consideram que cabe ao projetista fornecê-la.

REFERÊNCIAS

ALVES, Marco Antônio Farias; CAMARA, Victória Gabrielly do Carmo. **Relatório - Entrevistas com Profissionais e Pesquisadores: Análise de Critérios para Definição da Velocidade de Ruptura em Ensaios de Cisalhamento Direto e Triaxial**. Relatório técnico apresentado ao Programa de Iniciação Científica da UEG, sob orientação do Prof. Dr. Renato Marques Cabral. Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2025. 10 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D3080/D3080M-11: Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2011.

CABRAL, R.M (2024). Proposta do projeto de pesquisa “**Avaliação da velocidade na etapa de ruptura nos ensaios de resistência e sua influência nos parâmetros de resistência de solos tropicais**”, 10p.

CAPUTO, Homero P.; CAPUTO, Armando N. **Mecânica dos Solos: Teoria e Aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. *E-book*. p.81. ISBN 9788521638032.

FOOKES, P. G. **Tropical Residual Soil**. Geological Society Professional Handbooks, Series Editor M. Eddleston, London, UK, 1997.

HEAD, K.H. **Manual of soil laboratory testing**. London: Pentech Press, 1982. Vol. 2.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. *E-book*.