

## Estudo da Estabilidade de um Talude em Solo Tropical Não Saturado por meio do SPT e de Ensaio Triaxiais

Luis Pedro Rojas Herrera

Mestre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, Brasil, [luis.rojas@unesp.br](mailto:luis.rojas@unesp.br)

Jhaber Dahsan Yacoub

Doutor, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos, Brasil, [jhaber@ufscar.br](mailto:jhaber@ufscar.br)

Breno Padovezi Rocha

Professor, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, Brasil, [breno.rocha@unesp.br](mailto:breno.rocha@unesp.br)

Heraldo Luiz Giacheti

Professor, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, Brasil, [h.giacheti@unesp.br](mailto:h.giacheti@unesp.br)

**RESUMO:** A caracterização adequada e verificação da estabilidade de taludes são muito importantes, pois a ruptura dessas estruturas acarreta riscos de perdas sociais e econômicas. Para isso, campanhas de investigação devem ser realizadas para identificação dos materiais do perfil e definição e obtenção de parâmetros para verificação da estabilidade. Ensaio de campo, como a Sondagem de Simples Reconhecimento, SPT, são técnicas que possibilitam a definição da estratigrafia, avaliação da variabilidade do perfil e estimativa de parâmetros. Em solos não saturados é importante a complementação da investigação de campo por meio de uma campanha de ensaios de laboratório, especialmente em taludes onde a sucção influencia significativamente a resistência dos solos presentes no perfil. Este artigo apresenta o uso do SPT e de ensaios de compressão triaxial CD na investigação geotécnica de um perfil de solo tropical arenoso que ocorre em um talude de uma obra de engenharia em Bauru-SP. Resultados de SPT permitiram definição de um perfil típico, e uma estimativa preliminar de parâmetros geotécnicos ( $\phi$  e  $\gamma_{nat}$ ), com análise inicial indicando que o talude não era estável segundo norma brasileira. A partir de resultados de ensaios triaxiais, foi possível a estimativa de uma parcela coesiva devido efeito da sucção ( $c$ ), concluindo que o talude é estável se contar com sistema de drenagem eficiente e cobertura vegetal. Este estudo demonstra a importância da análise conjunta de resultados de ensaios de campo e laboratório em projetos de taludes, em especial em solos não saturados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Investigação do Subsolo, SPT, Ensaio de Laboratório, Estabilidade de Talude.

**ABSTRACT:** The proper characterization and assessment of slope stability is very important, as the failure of these structures involves risks of social and economic losses. Investigation campaigns must therefore be carried out to identify the materials in the profile and to define and obtain parameters for verifying stability. In situ, such as the Standard Penetration Test, SPT, are tools that allow stratigraphy definition, assessment of profile variability and parameter estimation. In unsaturated soils, it is important to complement a site investigation campaign with laboratory tests, especially on slopes where suction significantly influences the strength of the profile. This paper presents the use of SPT and CD triaxial compression tests in the geotechnical investigation of a tropical sandy soil profile that occurs on the slope of an engineering project in Bauru, São Paulo State. SPT results allowed the definition of a typical profile and an initial estimate of geotechnical parameters ( $\phi$  and  $\gamma_{nat}$ ), with initial analysis indicating that the slope was not stable according to Brazilian standards. Triaxial test results allowed the estimation of a cohesive portion due to the effect of suction ( $c$ ), which led to the conclusion that the slope is stable if it has an efficient drainage system and vegetation cover. This study demonstrates the importance of considering the combined results of both in situ and laboratory tests in the geotechnical design of slopes, especially in unsaturated soil profiles.

**KEYWORDS:** Subsoil Investigation, SPT, Laboratory Tests, Slope Stability.

## 1 INTRODUÇÃO

A caracterização geotécnica tem como objetivo fornecer informações que servirão de base para avaliação do comportamento geotécnico dos solos que ocorrem no local estudado. O perfil do subsolo é pode ser composto por materiais com grande heterogeneidade, sendo assim o comportamento geotécnico dos solos deve ser estudado para cada caso, cabendo ao engenheiro geotécnico reunir informações para o projeto de obras a serem realizadas. Para isso, é comum o uso de ensaios de campo que possibilitam a definição da estratigrafia local e, a partir de correlações, a previsão de índices, propriedades e parâmetros dos materiais presentes, contando inclusive com aspectos da variabilidade.

Ensaio de campo, em especial o SPT, ensaio mais utilizado no Brasil, são empregados tanto para a definição de perfis estratigráficos quanto na estimativa de parâmetros de projeto, bem como avaliar sua variabilidade do terreno. A interpretação dos resultados desses ensaios, no entanto, depende de correlações baseadas em solos completamente saturados ou completamente secos. Essas correlações, quando aplicadas em solos parcialmente saturados, podem gerar erros sistêmicos na estimativa de parâmetros, comprometendo a aplicabilidade de modelos corriqueiramente utilizados para este fim (Pournaghiazar et al., 2013).

Os solos típicos daqueles que ocorrem no Brasil encontram-se em regiões tropicais, apresentando-se tipicamente na condição não saturada, com comportamento distinto daqueles desenvolvidos em clima temperado. Esses solos são caracterizados por ciclos de umedecimento e secagem, propiciando formação de perfis não saturados até grandes profundidades (Fernandes et al., 2022). A elevada taxa de evaporação e evapotranspiração nessas regiões retira a água do solo, induzindo-o a variações de pressão na água, caracterizada pela presença de uma fase gasosa nos seus poros.

A avaliação da estabilidade de taludes, de acordo com a NBR 11682/2009, principalmente aqueles localizados em perfis de solos não saturados, é função dos parâmetros de projetos necessários para verificação (Rocha et al., 2023). A partir de ensaios de campo, fazendo uso de correlações, como as de Godoy (1983), Teixeira (1996), entre outras, é possível fazer uma estimativa desses parâmetros, possibilitando inclusive uma avaliação da variabilidade deles. Almeida e Oliveira (2018) ressaltam a importância da incorporação de resultados de ensaios de compressão triaxial, ou ensaios triaxiais, na avaliação de estabilidade de taludes, por ser um ensaio com métodos mais confiáveis para definição de parâmetros de resistência do solo.

Sendo assim, este trabalho apresenta uma verificação de estabilidade de um talude a partir de parâmetros obtidos por meio de correlações com ensaios SPT e ensaios triaxiais realizados na Unesp Bauru, ajustando os parâmetros obtidos por correlações por meio dos resultados de ensaios de laboratório. O talude estudado localiza-se na cidade de Bauru-SP e nas análises foram considerados resultados de sondagens SPT realizadas no local.

## 2 SPT

A sondagem SPT é o ensaio de campo mais utilizado no Brasil, e tem aplicação na definição do perfil do subsolo e estimativa de parâmetros geotécnicos, além da obtenção da posição do nível d'água e identificação do tipo de solo (Rocha, 2018). Schnaid e Odebrecht (2012) apresentam métodos para estimar parâmetros a partir da sondagem SPT, ressaltando que, além de ser a mais popular, é também a técnica de ensaio mais econômica na investigação geotécnica. É comum, no país, projetos geotécnicos sendo balizados por sondagens deste tipo.

É um ensaio que apresenta diversas vantagens, como a vasta experiência de técnicos, baixo custo de execução e a determinação de um valor numérico,  $N_{SPT}$ , que pode ser empregado na estimativa de outros parâmetros geotécnicos. No Brasil, a sondagem tem grande aplicação para previsões de projetos de fundações (Ribeiro Junior et al., 2007). Consiste em três etapas, sendo elas a perfuração, amostragem e ensaio penetrométrico, com as duas últimas ocorrendo simultaneamente (Cintra et al., 2013). O método de investigação é descrito pela NBR 6484/2020.

Tendo em vista o grande uso do ensaio, correlações a partir do  $N_{SPT}$  foram desenvolvidas para estimativa de parâmetros geotécnicos de projeto. Essas correlações, no entanto, devem ser avaliadas de maneira qualitativa, uma vez que são diversos os fatores que influenciam no ensaio. Dentre esses fatores, pode-se citar as técnicas de perfuração, os equipamentos, tipo de solo, condição (saturada ou não saturada) do solo, gerando falta de uniformidade, afetando os resultados do ensaio (Rocha et al., 2015).

## 2.1 Ângulo de Atrito Interno

A partir de resultados de sondagens SPT, é possível estimar o ângulo de atrito interno,  $\phi'$ , de solos granulares. Diversos autores propuseram expressões empíricas que permitissem avaliar o parâmetro a partir do  $N_{SPT}$ .

Afonso (2016) afirma que correlações diretas diminuem a ocorrência de erros, mais presentes em métodos indiretos, que relacionam mais de duas variáveis. Muromachi (1974), Godoy (1983) e Teixeira (1996) propõe expressões que relacionam diretamente os valores de  $N_{SPT}$  e  $\phi'$ , de modo a evitar correlações que envolvessem mais de dois parâmetros. As Equações 1, 2 e 3 apresentam as correlações respectivamente.

$$\phi \sim 20^\circ + 3,5\sqrt{N_{SPT}} \quad (1)$$

$$\phi \sim 28^\circ + 0,4 \cdot N_{SPT} \quad (2)$$

$$\phi \sim 15^\circ + \sqrt{24 \cdot N_{SPT}} \quad (3)$$

## 2.2. Peso Específico Natural

A estimativa do peso específico natural ( $\gamma_{nat}$ ) dos solos pode ser realizada por meio de valores de  $N_{SPT}$ , a partir de tabelas que permitem uma estimativa do valor. Godoy (1972) propôs valores de  $N_{SPT}$  para solos arenosos que permitem a estimativa do peso específico natural (Tabela 1).

Tabela 1. Peso específico natural de solos arenosos (Godoy, 1972).

$N_{SPT}$ (Golpes)	Consistência	Peso Específico Natural, $\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
		Areia Seca	Úmida	Saturada
$\leq 5$	Fofa	16	18	19
5-8	Pouco Compacta	17	19	20
9-18	Medianamente compacta	18	20	21
19-40	Compacta			
$\geq 40$	Muito compacta			

## 3 ENSAIOS DE LABORATÓRIO REALIZADOS NO CAMPUS DA UNESP DE BAURU

A estimativa dos parâmetros de resistência a partir da sucção em campo pode ser realizada por meio dos resultados de ensaios triaxiais do tipo CD saturados e não saturados associados aos modelos matemáticos de resistência (Fernandes et al., 2016). Embora sejam importantes em investigações geotécnicas, complementando resultados obtidos em campo, Vieira (2021) destaca que estudos de estabilidade com parâmetros mecânicos obtidos através de ensaios triaxiais são incomuns na prática e projetos geotécnicos.

Devido a condição não saturada do solo no local estudado, foram incorporadas à análise resultados de ensaios triaxiais com sucção controlada realizados por Fernandes (2016), em amostras coletadas no Campo Experimental da Unesp de Bauru e ensaios realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos da Unesp Bauru em prensas que permitem a imposição e o controle da sucção, algo que não é comum em todos os ensaios de compressão triaxial.

Os resultados dos ensaios com sucção de 50 kPa, apresentados na Tabela 2, foram utilizados para definição de valores representativos dos parâmetros de resistência para o talude, quando este estiver nas condições de projeto.

Tabela 2. Parâmetros geotécnicos por ensaios triaxiais do tipo CD (adaptado de Fernandes, 2016).

Profundidade (m)	$c'_{lab}$ (kPa)	$\phi'_{lab}$ (°)
1,5	3,0	29,9

5,0

2 0 2 5

5,0

33,6

## 4 ÁREA ESTUDADA

O talude localiza-se em uma área de aproximadamente 130.000 m<sup>2</sup>, localizado em Bauru/SP, onde se planeja a execução de uma obra de engenharia.

Amostras deformadas e indeformadas foram coletadas no local em três pontos distintos do perfil estudado. Na Figura 1a, verifica-se a existência de um solo superficial de origem coluvionar coberto por vegetação, localizado no topo do talude. Abaixo deste horizonte, abaixo de uma linha de seixos, tem-se uma região transitória entre solo transportado e solo residual de arenito (base do talude). Os pontos (a), (b) e (c) indicam, respectivamente, o solo Coluvionar (topo); a zona transitória, considerada um Solo Residual Maduro (meio); e o Solo Residual Jovem de Arenito (base). A Figura 1b apresenta a composição granulométrica dos horizontes do perfil, limites de consistência e  $N_{SPT}$  médio de cada horizonte.

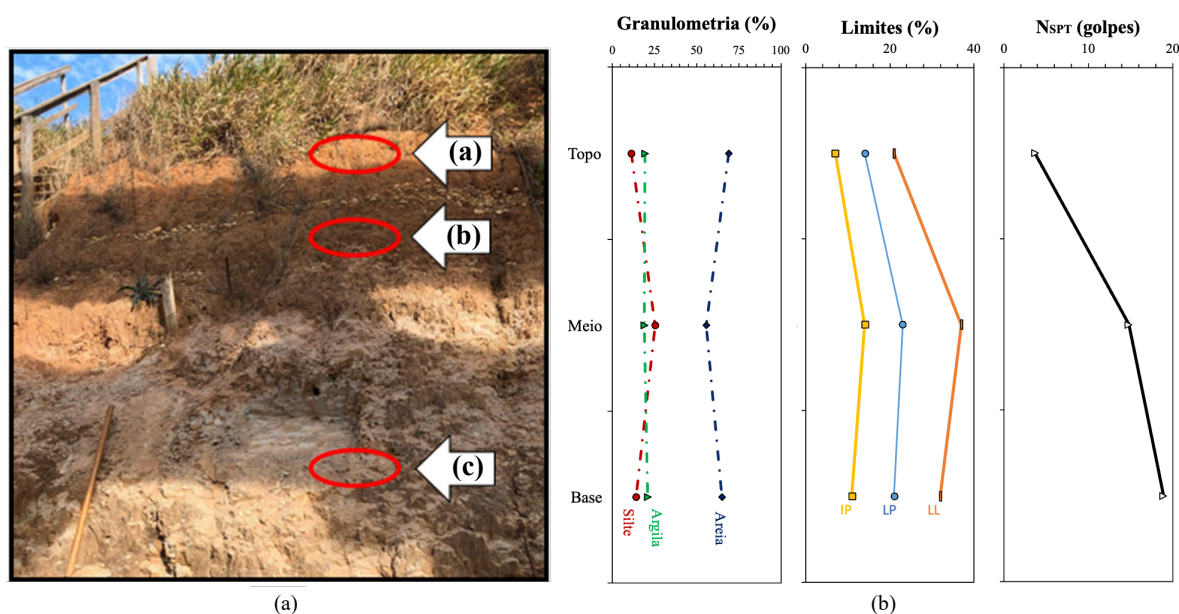


Figura 1. (a) Talude onde foram coletadas as amostras deformadas e indeformadas; (b) Principais características de cada horizonte do perfil típico do talude estudado.

Embora os SPTs tenham sido realizados em um local diferente daquele onde foram coletadas as amostras para ensaios de laboratório, pode-se considerar que não há efeito da variabilidade espacial nos resultados.

Sturaro et al. (2012) apresentaram os resultados de 720 SPTs em Bauru/SP ao longo da profundidade. Os resultados observados para o local estudado, bem como o perfil apresentado na Figura 1b estão de acordo com aquilo verificado pelo autores. Sendo assim, foi possível considerar um comportamento típico para a cidade Bauru/SP, justificando a adoção dos resultados dos ensaios de laboratório.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 SPT

Campanhas de ensaios SPT foram realizadas no local, possibilitando uma análise para definição de um perfil típico para o talude estudado, considerando a topografia do local e a identificação tátil-visual dos materiais presentes em cada horizonte.

Foram determinados 3 perfis transversais (Figura 2), nos quais ensaios SPT tivessem sido realizados, para definição do perfil típico do talude. Para cada um destes perfis, foi possível fazer uma análise do material presente em cada uma das sondagens, seguindo a metodologia descrita em Gutierrez (2005) e Melo e Duarte



(2025), que relaciona os dados do SPT, como o material de cada horizonte, e sua relação com os horizontes genéticos previamente definidos (Colúvio, Solo Residual Maduro e Jovem).

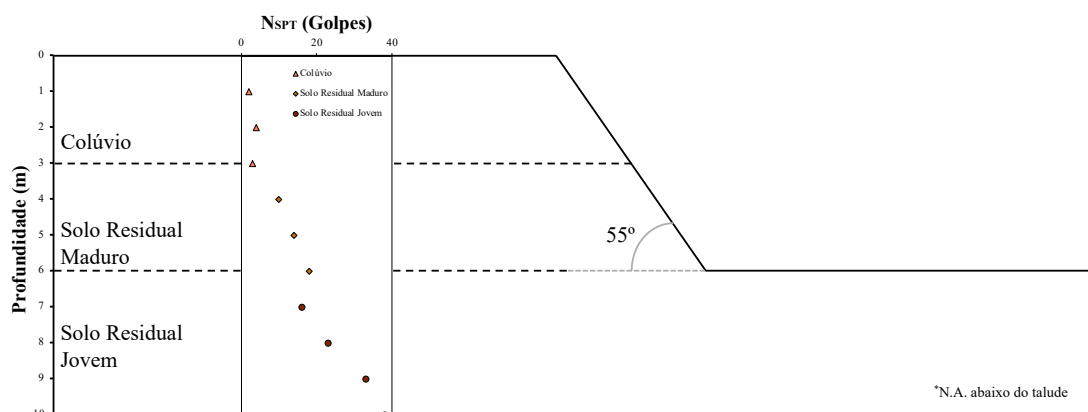


Figura 2. Geometria considerada e perfil médio de  $N_{SPT}$  para o talude estudado.

A partir da análise, foram definidos três horizontes: Colúvio (2 a 3 m de espessura); Solo Residual Maduro (3 a 4 m de espessura); e Jovem de arenito (abaixo dos 7 m de profundidade, com o nível d'água abaixo dos 6,0 m em todos os casos e não considerado nas análises. Por meio de medidas realizadas em campo, definiu-se a geometria do talude como 6,0 m de altura, com material coluvionar até 3,0 m de profundidade, seguido de um solo residual nos 3,0 m seguintes, e inclinação de 55°.

O material abaixo desses horizontes foi considerado como Residual Jovem e, para efeito do estudo da estabilidade, a superfície de ruptura foi limitada aos horizontes expostos, sujeitos ao deslizamento, de forma a não interceptar o horizonte de Solo Residual Jovem. Uma análise similar foi realizada por Vieira (2021), que realizou uma retroanálise de um talude localizado próximo ao talude estudado.

Por meio de resultados de 15 SPTs disponíveis, definiu-se o  $N_{SPT}$  médio de cada um dos horizontes,  $N_{med}$ , com seu desvio padrão ( $\sigma$ ) e coeficiente de variação ( $CV$ ). A Tabela 3 apresenta um resumo dos dados do talude.

Tabela 3. Resumo dos dados do talude estudado.

Horizonte	Espessura (m)	$N_{med}$ (Golpes/30)	Desvio Padrão ( $\sigma$ )	CV (%)
Colúvio	3,0	3,2	0,17	5,30
Solo Residual Maduro	3,0	16,1	3,30	20,50

Por meio das correlações para ângulo de atrito ( $\phi$ ) e peso específico natural ( $\gamma_{nat}$ ), foram determinados os parâmetros geotécnicos dos horizontes (Tabela 4), assumindo em uma primeira análise um solo não coesivo.

Tabela 4. Estimativa do ângulo de atrito ( $\phi$ ) e peso específico natural ( $\gamma_{nat}$ ) por meio do SPT.

Horizonte	$\phi$ (°) (Godoy)	$\phi$ (°) (Teixeira)	$\phi$ (°) (Muromachi)	$\gamma_{nat, SPT}$ (kN/m³) (Godoy)
Colúvio	29,3	23,8	26,3	16,0
Solo Residual Maduro	34,4	34,6	34,0	19,0

## 5.2 Análise de Estabilidade

A partir das estimativas dos parâmetros por correlações empíricas e resultados de ensaios triaxiais, foi realizado estudo da segurança do talude, verificando sua estabilidade por meio do programa Slope/W, desenvolvido pela GEO-SLOPE. Assim, foi possível calcular o Fator de Segurança (FS) por meio de vários métodos e para esta análise foi considerado o Método de Bishop Simplificado (1955), uma vez que é um método similar a outros consagrados porém que apresenta facilidade e rapidez no cálculo do fator de segurança.

Levando em consideração que as correlações servem como medida qualitativa dos parâmetros de projeto, foram realizadas análises considerando duas hipóteses:

- O solo como não coesivo (areia), no qual os parâmetros utilizados foram aqueles estimados por meio de correlações a partir de resultados de ensaios de campo;
- A parcela coesiva da resistência do solo, e parâmetros geotécnicos determinados por meio de ensaios triaxiais.

Para o ângulo de atrito interno, verificou-se que a correlação que melhor expressava o comportamento observado pelos resultados de ensaios triaxiais foi a de Godoy (1983). Para o peso específico, foram utilizados valores encontrados na tabela de Godoy (1972) para areias, considerando que nos primeiros 3,0 m o solo estava seco e nos seguintes 3,0 m, devido a uma pequena influência do nível d'água, que se encontra abaixo dos 6,0 m, foi considerada a areia como úmida. Esses parâmetros foram utilizados na verificação de estabilidade da primeira hipótese (solo não coesivo). Resultados de ensaios triaxiais realizados em laboratório ( $c_{lab}$  e  $\phi_{lab}$ ), por Fernandes (2016) foram utilizados na verificação de estabilidade considerando o material como coesivo-friccional. Os parâmetros para avaliação da estabilidade do talude, considerando as duas análises propostas estão apresentados na Tabela 5.

Vale ressaltar que o horizonte de Solo Residual Jovem foi definido fora das superfícies de entrada e saída na verificação da estabilidade, de forma a não influenciar nas análises uma vez que este horizonte não está exposto a intempéries, similar a análise realizada por Vieira (2021).

Tabela 5. Parâmetros utilizados nas verificações de estabilidade

Horizonte	$N_{med}$	$\sigma$	$\phi_{SPT}$ (°)	$\gamma_{nat,SPT}$ (kN/m³)	$c_{lab}$ (kPa)	$\phi_{lab}$ (°)
Colúvio	3,2	0,17	29,3	16	3,0	29,9
Solo Residual Maduro	16,1	3,30	34,4	19	10,0	33,6

Para a primeira análise, considerando o solo não coesivo, os parâmetros foram definidos a partir dos valores do  $N_{SPT}$ , resultando em um fator de segurança médio de 0,93 (Figura 3a), representando um talude em situação de instabilidade e risco de acordo com a NBR 11.682/2009.

Considerando o efeito da condição não saturada, representada pelos resultados de ensaios triaxiais com sucção de 50 kPa, foi realizada uma nova verificação de estabilidade, resultando em um FS de 1,56 (Figura 3b). A análise realizada considerando o efeito da sucção configura um talude estável conforme NBR 11682/2009, que preconiza que valores de FS acima de 1,50 caracterizam uma situação de segurança.

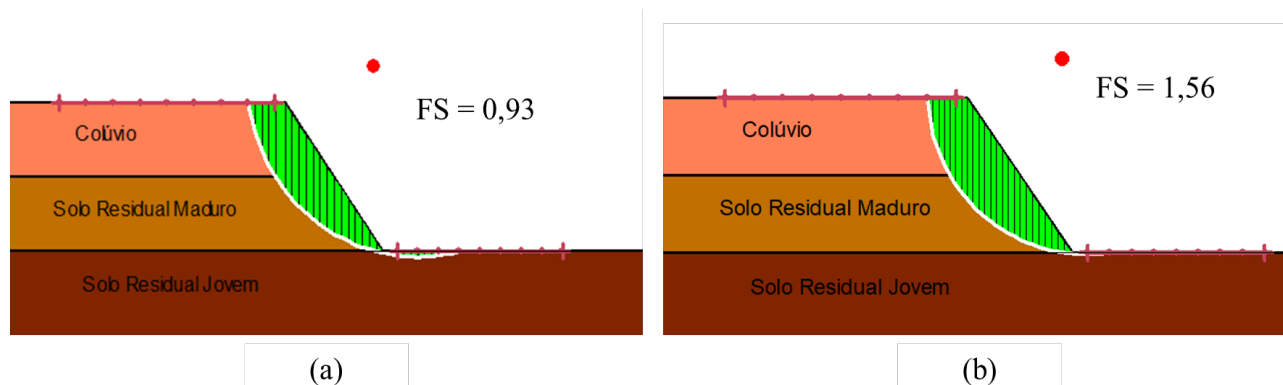


Figura 3. FS (a) sem coesão e  $\phi$  por correlação com SPT e (b) com parâmetros de resistência dos ensaios triaxiais não saturados.

## 6 CONCLUSÕES

- Resultados de SPT permitem a definição de um perfil típico para o estudo da estabilidade de taludes,



além de uma estimativa inicial dos parâmetros geotécnicos, que deve ser tratada de maneira qualitativa, devido às incertezas relacionadas a este tipo de ensaio para essa finalidade;

- A parcela de resistência devido a coesão tem grande influência na estabilidade de taludes. A presença de cobertura vegetal e drenagem eficiente são fatores que contribuem para a estabilidade de taludes. Para o caso estudado, houve um aumento de 67,74% no valor do Fator de Segurança, além de caracterizar a situação de segurança dele;
- O estudo mostrou a importância de considerar resultados de ensaios de campo e laboratório de maneira integrada para o projeto de taludes, em especial em perfis com presença de solos não saturados. Resultados de ensaios de laboratório devem sempre complementar resultados de ensaios de campo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Proc. 2017/23174-5) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Proj. 1898 - Edital 1/2020 – PIBIC) pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. F. G. (2016). *Correlações entre Resultados de Ensaios in situ de Penetração Dinâmica DP com o Ensaio Standard Penetration Test*. Dissertação. Instituto Politécnico de Bragança - Portugal, p. 121.
- Almeida, M. A.; Oliveira, R. M. M. (2018). Estimativa do Ângulo de Atrito e Coesão Através de Índices de Resistência Obtidos pela Sondagem SPT em Solo Laterítico e Colapsível Característico da Cidade de Cascavel no Estado do Paraná. *Anais... Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG)*. Salvador/BA.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). NBR 11682: *Estabilidade de encostas*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020). NBR 6484: *Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio*, Rio de Janeiro.
- Cintra, J.C.A.; Aoki, N.; Tsuha, C.H.C.; Giacheti, H.L. (2013). *Fundações: ensaios estáticos e dinâmicos*. Oficina de textos.
- Fernandes, J. B.; Saab, A. L.; Rocha, B. P.; Rodrigues, R. A.; Giacheti, H. L. (2016). Resistência de um perfil de solo tropical não saturado. *Anais... Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2016, Belo Horizonte. XVIII COBRAMSEG. v. CD-Rom. p. 1-6*.
- Fernandes, J.B. (2016). *Resistência e deformabilidade de solos não saturados a partir de ensaios triaxiais*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Bauru – UNESP/FEB. Bauru, 144f.
- Fernandes, J.B.; Saab, A.L.; Rocha, B.R.; Rodrigues, R.A.; Lodi, P.C.; Giacheti, H.L. (2022) Geomechanical parameters in the active zone of an unsaturated tropical soil site via laboratory tests. *Soils and Rocks* 45:1–15. <https://doi.org/10.28927/SR.2022.000422>
- Godoy, N. S. (1972). *Fundações: Notas de aula*. Curso de Graduação. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos – USP.
- Godoy, N. S. (1983). *Estimativa da capacidade de carga de estacas a partir de resultados de penetrômetro estático*.
- Melo, I. S.; Duarte, L. N. (2025). Avaliação da estabilidade de talude em uma área de risco na cidade de Ouro Branco-MG. *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77327. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n1-018>
- Muromachi, T. (1974). Experimental study on application of static cone penetrometer to subsurface investigation of weak cohesive soils. *Anais... European Symposium on Penetrometer Test. Proc. Intern. Symp.*



- Pournaghiazar, M.; Russell, A.R.; Khalili, N. (2013). Drained cavity expansions in soils of finite radial extent subjected to two boundary conditions. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics* 37(4): 331-352. <https://doi.org/10.1002/nag.1099>
- Ribeiro Junior, I; Sarto, M.B.C.B.; Conciani, W. (2007). Estudo comparativo entre as previsões de capacidade de carga para estacas curtas feitas a partir de dados de SPT e DPL. *Anais... Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos erosivos do Centro Oeste*. Cuiabá, MT, Brasil.
- Rocha, B.P. (2018.) *Caracterização geotécnica de solos tropicais não saturados por meio de ensaios de campo*. São Carlos, SP: EESC-USP, 272p. <https://doi.org/10.11606/T.18.2018.tde-03122018-103909>
- Rocha, B. P.; Moraes, T. D. S. O.; Rodrigues, R. A.; Esquivel, E. R.; Giacheti, H. L. (2015). Considerações sobre a execução e a interpretação de ensaios SPT. *Anais... SEFE* 8.
- Rocha, B. P.; Yacoub, J. D.; Fernandes, J. B.; Rodrigues, R. A.; Giacheti, H. L. (2023). Geotechnical site characterization by DMT and laboratory tests on an unsaturated tropical soil site for slope stability analysis. *Soils and Rocks*, 46, e2023005123. <https://doi.org/10.28927/SR.2023.005123>
- Schnaid, F.; Odebrecht, E. (2012) *Ensaaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações* - 2ª ed., 2ª Edição, Editora: Oficina de Textos, 223 p.
- Sturaro, J. R.; Landim, P. M. B.; Malagutti Filho, W.; Dourado, J. C. Analysis of soil compactness of the urban area of Bauru/Sao Paulo state using standard penetration tests and seismic refraction. *Geosciences= Geociências*, 31(3), 331-338. 2012.
- Teixeira, A. H. (1996). Projeto e execução de fundações. Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia. *Anais... SEFE*, São Paulo, v. 1, p. 33-50.
- Vieira, R. H. M. (2021). *Retroanálise de escorregamento de talude de solo tropical não saturado da região de Bauru-SP*. 62 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, Bauru.