

COMPORTAMENTO DE PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA DE SOLOS GRANULARES A PARTIR DE SONDAgens SPT DO CAMPUS CARREIROS DA FURG

ALANA STERN RETZLAFF¹; ALEXANDRE FELIPE BRUCH²; KARINA RETZLAFF CAMARGO³

¹Universidade Federal do Rio Grande – alanasternr@gmail.com

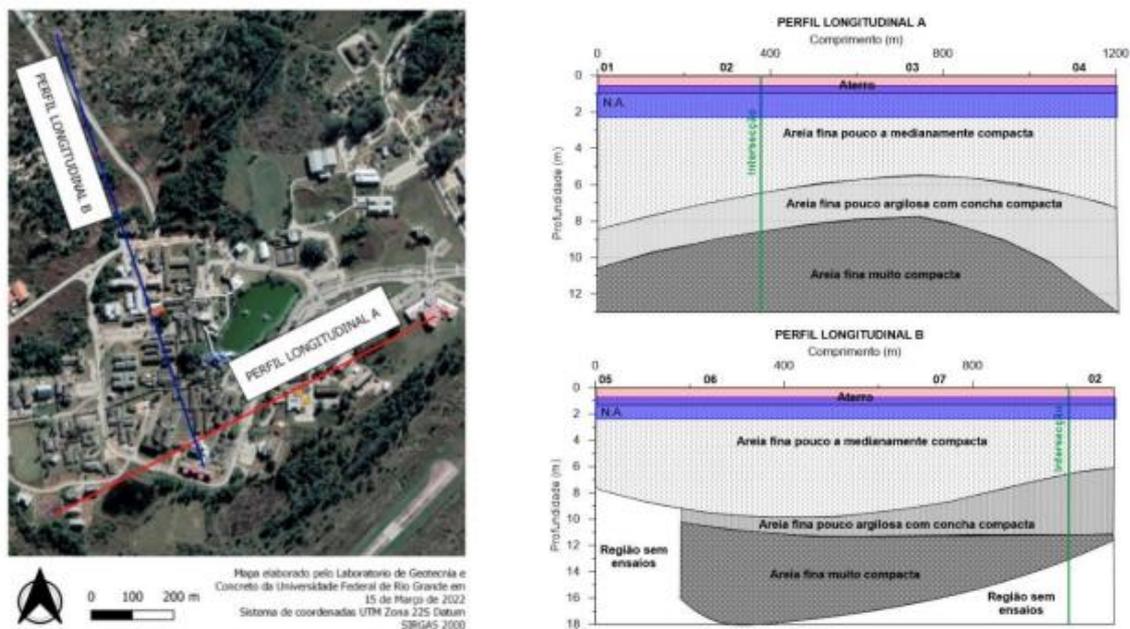
²Universidade Federal de Pelotas – afbruch@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande – karinacamargo@furg.br

1. INTRODUÇÃO

A PROINFRA (Pró-Reitoria de Infraestrutura) da Universidade Federal do Rio Grande-FURG disponibilizou ao Grupo de Geotecnia daquela instituição relatórios de sondagens de simples reconhecimento com ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), os quais foram organizados e interpretados por RETZLAFF *et al.* (2022). Uma das regiões com grande concentração de dados, apresentada na Figura 1, é o Campus Carreiros da FURG, localizado em Rio Grande, no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul e onde predominam solo granulares. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo dar continuidade ao trabalho de RETZLAFF *et al.* (2022) a partir do aprofundamento da interpretação dos resultados de SPT, especialmente através da previsão do comportamento de parâmetros de resistência – ângulo de atrito em termos efetivos – dos solos granulares encontrados naquele campus da universidade.

Figura 1 – Perfis longitudinais do Campus Carreiros da FURG.



Fonte: RETZLAFF *et al.* (2022)

2. METODOLOGIA

Reconhecendo-se que há, em geral, uma transferência de energia pela queda do martelo do ensaio ao amostrador inferior à energia teórica, é convencional na literatura transformar os resultados do ensaio para 60% da energia teórica (N_{60}), considerado o padrão internacional. De acordo com DECOURT *et al.* (1989), a eficiência do ensaio brasileiro é de 72%, valor que foi, portanto, utilizado para a normalização por N_{60} . Para a estimativa do ângulo de atrito dos solos granulares do Campus Carreiros, após normalizados os resultados do ensaio para o padrão internacional N_{60} , foram utilizadas as equações propostas por TEIXEIRA (1996), HATANAKA e UCHIDA (1996) e GODOY (1983), as quais estão, respectivamente, apresentadas abaixo, onde ϕ' é o ângulo de atrito efetivo.

$$\Phi' \cong 15^\circ + \sqrt{24 \times N_{60}} \quad (1)$$

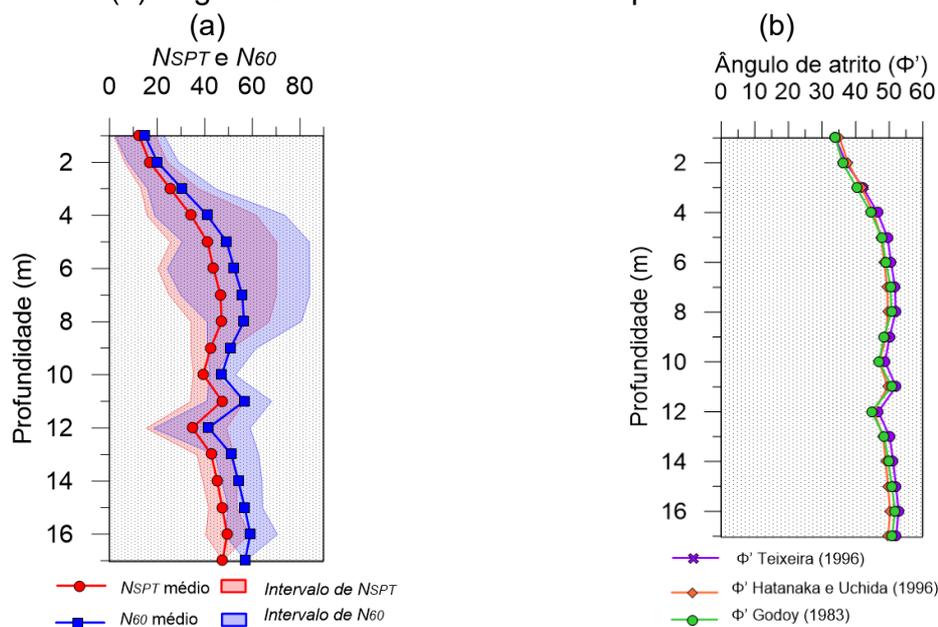
$$\Phi' \cong 20^\circ + \sqrt{15,4 \times N_{60}} \quad (2)$$

$$\Phi' \cong 28^\circ + 0,4 \times N_{60} \quad (3)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram analisados nove relatórios SPT, aliados a dois conjuntos formados apenas por boletins de ensaio, os quais totalizaram 48 furos de sondagem. Dentre estes, 19 furos foram realizados até a profundidade de 8m, 12 furos até 10m de profundidade, 3 furos até 12m de profundidade, 10 furos até 16m de profundidade e 4 furos até a profundidade de 17m. A Figura 2 apresenta os valores médios ao longo da profundidade de N_{SPT} , N_{60} e ϕ' estimado pelos três métodos apresentados anteriormente.

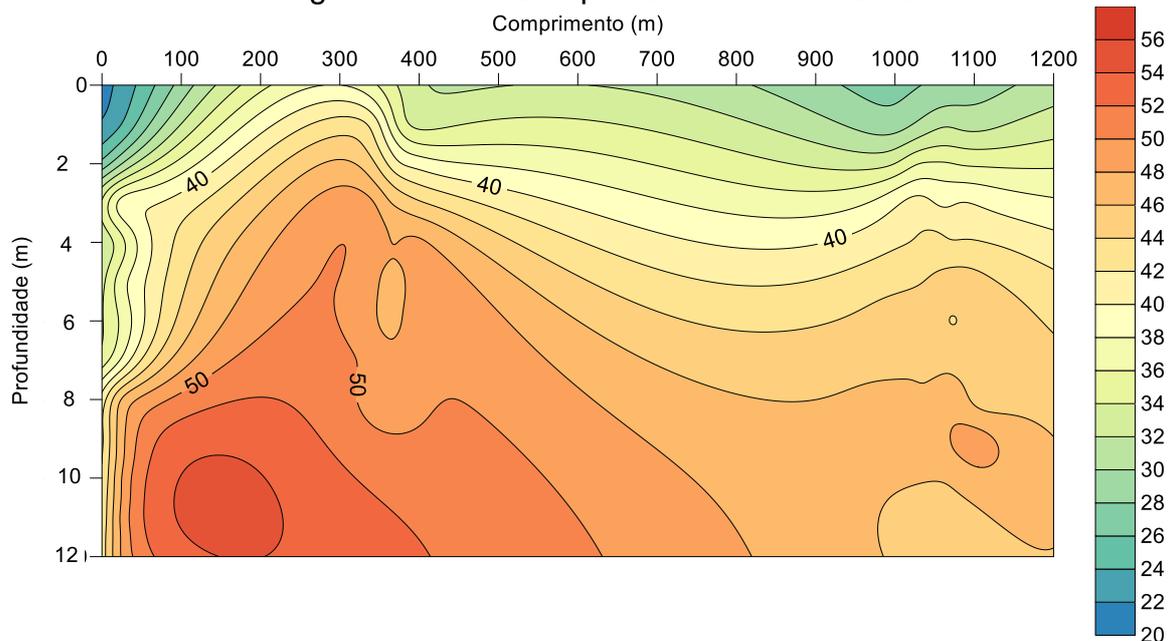
Figura 2 – Resultados médios ao longo da profundidade de: (a) N_{SPT} e N_{60} ; e (b) ângulo de atrito efetivo estimado pelos três métodos.



Fonte: Os Autores

Como há uma grande variabilidade entre os valores médios e os máximos e mínimos considerados, entende-se como conveniente trabalhar com a análise geoestatística destes dados, ou seja, associar à análise estatística a geolocalização dos dados. Para isso, foi utilizado o *software Surfer*®, com o uso do interpolador Função de Base Radial, o qual é caracterizado por apresentar uma resposta que varia monotonicamente com a distância em relação a um ponto central. Para exemplificar os resultados obtidos, as Figuras 3 e 4, apresentam as estimativas de ângulo de atrito efetivo em termos efetivos obtido pela Equação de TEIXEIRA (1996) para as seções A e B, respectivamente. Em síntese observa-se que, superficialmente, os valores de ângulo de atrito efetivo são mais baixos, da ordem de 20 a 30°, mas com o aumento de profundidade, e conseqüentemente de tensões efetivas, os valores aumentam para em torno de 50° para as maiores profundidade, o que denota o ganho de resistência do perfil com a profundidade. Salienta-se os altos valores de ângulo de atrito efetivo encontrados para as maiores profundidades estão em discordância com valores tradicionalmente encontrados na literatura (30 a 38°).

Figura 3 – Estimativa da distribuição de ângulo de atrito para o perfil longitudinal A do Campus Carreiros da FURG.



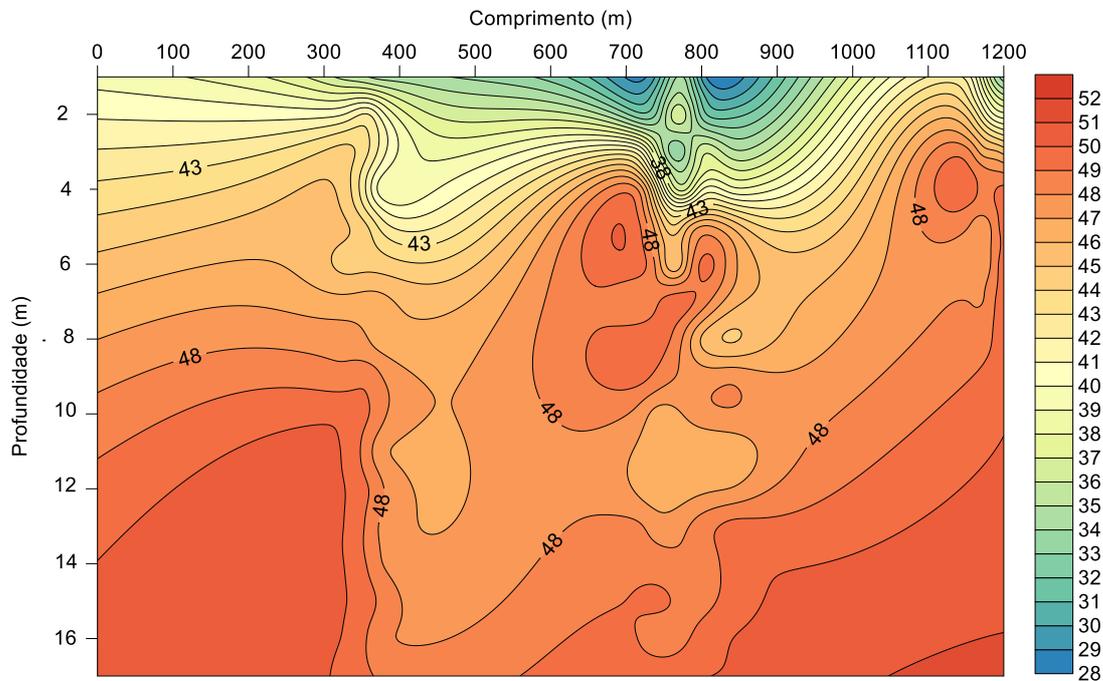
Fonte: Os Autores

4. CONCLUSÕES

Este trabalho aprofunda a interpretação do comportamento geotécnico dos solos do Campus Carreiros da FURG, os quais são predominantemente granulares e, por isso, apresentam comportamento geotécnico altamente dependente do ângulo de atrito. Análises estatísticas geoespaciais demonstraram a provável variabilidade deste parâmetro ao longo de duas seções longitudinais do Campus Carreiros e demonstraram ocorrer um aumento do ângulo de atrito com a profundidade e, portanto, com o aumento da tensão efetiva nos perfis. Pretende-se dar continuidade à pesquisa comparando estes resultados com resultados de

ensaios de campo encontrados na literatura e que foram realizados na região de estudo.

Figura 4 – Estimativa da distribuição de ângulo de atrito para o perfil longitudinal B do Campus Carreiros da FURG.



Fonte: Os Autores

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DÉCOURT, L. *The Standard Penetration Test, State of the Art*, **PROC. XII ICSMFE**, Rio de Janeiro/RJ, 1989. p.2405-2416.

GODOY, N. S. Estimativa da capacidade de carga de estacas a partir de resultados de penetrômetro estático. Palestra proferida na **Escola de Engenharia de São Carlos – USP**. 1983.

HATANAKA, M.; UCHIDA, A. *Empirical correlation between penetration resistance and effective friction of sandy soil*. **Soils Found**, v. 36, n. 4, p.1-9, 1996.

RETZLAFF, A. S.; ALONSO, V. V.; CAMARGO, K. R.; ROCHA, R. G.; BASTOS, C. A. B. Construção e interpretação de um SIG de sondagens de simples reconhecimento com circulação de água realizadas junto a FURG. In: **XX CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA**, Campinas/SP, 2022. **Anais...** São Paulo, 2022. v.1. p.1-8.

TEIXEIRA, A. H. Projeto e execução de fundações. **SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, SEFE**, São Paulo/SP, 1996, v.1, p.33-50.