



## Correlações entre resultados de ensaios de campo SPT e CPT para solos brasileiros

Gabriele Carvalho Bahiense Carias  
Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.

Katia Vanessa Bicalho  
Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.

Wilian Hiroshi Hisatugu  
Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.

**RESUMO:** Este artigo tem como objetivo analisar e sintetizar as diferentes correlações estabelecidas entre os resultados dos ensaios SPT e CPT previamente publicadas na literatura, realizando uma análise crítica de seu uso e suas limitações. Para tal, realizou-se um levantamento sobre as considerações e aspectos que influenciam as correlações, e, parâmetros mais estudados e/ou que tiveram influência comprovada nas correlações em pesquisas anteriores. Ao longo do artigo, são discutidas as metodologias empregadas para estabelecer as correlações, incluindo regressões lineares, regressões polinomiais, análises estatísticas e técnicas de inteligência artificial. Os autores destacam as vantagens e limitações de cada abordagem. São apresentadas as principais variáveis geotécnicas consideradas nessas correlações, como a compactidade relativa, nível d'água e suas variações, natureza geológica e tipo de solo, profundidade, D50, porcentagem de finos, entre outras. Em suma, este artigo de revisão bibliográfica oferece uma visão abrangente das correlações entre resultados de ensaios SPT e CPT, fornecendo informações valiosas para profissionais e pesquisadores geotécnicos, além de incentivar a busca por abordagens mais avançadas e precisas para a análise e interpretação dos dados desses ensaios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Correlações, SPT, CPT, regressão, influências, bibliografia.

**ABSTRACT:** This article aims to analyze and summarize the different correlations established between the results of the SPT and CPT tests previously published in the literature, performing a critical analysis of their use and limitations. For this purpose, a survey was carried out on the considerations and aspects that influence the correlations, and the most studied parameters and/or that had a proven influence on the correlations in previous research. Throughout the article, methodologies used to establish correlations are discussed, including linear regressions, polynomial regressions, statistical analysis and artificial intelligence techniques. The authors highlight the advantages and limitations of each approach. The main geotechnical variables considered in these correlations are presented, such as relative compactness, water level and its variations, geological nature and soil type, depth, D50, percentage of fines, among others. In short, this literature review article offers a comprehensive view of the correlations between SPT and CPT test results, providing valuable information for geotechnical professionals and researchers, as well as encouraging the search for more advanced and accurate approaches for the analysis and interpretation of data from these tests.

**KEYWORDS:** Correlations, SPT, CPT, regression, influences, bibliography.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



## 1 Introdução

Os resultados dos ensaios de campo para determinação da resistência do solo à penetração são importantes para definir o comportamento geotécnico dos solos e frequentemente são utilizados para estimativa de parâmetros fundamentais de projetos geotécnicos (BICALHO, DOS SANTOS, et al., 2022). Esses ensaios e os ensaios de caracterização de laboratório se complementam, sendo o último o responsável pela obtenção de parâmetros e índices que identificam a natureza do solo, podendo ser correlacionados com as suas propriedades mecânicas.

Como nem sempre é possível compor campanhas de investigação com ensaios de campo e ensaios laboratoriais, e tendo em vista a grande variabilidade de ensaios de campo disponíveis, há necessidade de avaliar correlações entre resultados de ensaios de campo levando em consideração fatores relativos à natureza dos solos prospectados. Embora questionadas, as correlações com ensaios de campo são comuns no Brasil, principalmente em projetos de fundações, e uma tendência mundial.

A maioria das correlações entre resultados de ensaios de campo previamente publicadas na literatura, relacionam diretamente os resultados dos diferentes ensaios de campo em uma amostra restrita, como a relação entre o  $N_{SPT}$  do ensaio SPT (*Standard Penetration Test*) e o  $q_c$  do ensaio CPT (*Cone Penetration Test*), limitando a sua aplicabilidade dada as restrições da amostragem. Pesquisas anteriores identificaram influências da profundidade, nível d'água, variação sazonal do nível d'água, tipo de solo, diâmetro médio das partículas, compacidade relativa e teor de finos nas relações entre os resultados dos ensaios de campo do tipo CPT e SPT.

Este artigo analisa correlações estabelecidas para diferentes tipos de solos, resultado de regressões lineares, regressões polinomiais e análises estatísticas, a partir de resultados de ensaios do tipo SPT e CPT. Essa discussão visa estimular o uso mais cauteloso de correlações empíricas previamente publicadas e disponíveis na literatura.

## 2 Algumas correlações SPT - CPT previamente publicadas

O ensaio SPT (*Standard Penetration Test*) é o mais popular, rotineiro e econômico ensaio para investigação geotécnica em todo o mundo, capaz de identificar a posição do nível d'água local e as camadas que compõem o subsolo, bem como obter informações quanto à resistência dos solos à penetração a partir do  $N_{SPT}$ . A amostra colhida do ensaio SPT pode ser utilizada, dentre outras aplicações, para traçar o perfil estratigráfico no terreno e estimar diversos parâmetros do solo (SERMALAI, MUKUNDAN e ALAGIRISAMY, 2021).

Diversos pesquisadores como Cavalcante (2002), Rocha et al. (2015), Santos (2017) e Sermalai, Mukundan e Alagirisamy (2021) ressaltam que os procedimentos operacionais do ensaio apresentam grande influência sobre os valores de  $N_{SPT}$  medidos, tornando incerta a interpretação e uso direto do ensaio. Dentre as interferências citadas em outras pesquisas, destacam-se: a possibilidade de martelos com peso não normalizado, divergências na energia do ensaio devido a adoção de alturas de queda variáveis em ensaios manuais, aplicação de golpes excêntricos em virtude do uso de hastes motrizes com distorções quanto à sua inclinação (gerando maiores valores do  $N_{SPT}$ ), o desuso da haste guia para o martelo, procedimentos inadequados de perfuração e amostragem do solo, adoção de amostradores com diâmetro não padrão alterando os valores de  $N_{SPT}$  medidos, a limpeza inadequada dos furos, falha em manter a carga hidrostática no furo, principalmente para solos arenosos, lavagem excessiva do furo antes do revestimento, diminuindo a capacidade de suporte do solo ensaiado, não assentamento do amostrador, excesso de acionamento do amostrador ou erros de leitura da régua, idade da corda, uso de liner, tipo de

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



solo, tamanho das partículas, comprimento e rigidez da haste, uso de circulação de água na perfuração acima do nível d'água e presença de mica no solo prospectado.

O ensaio de penetração de cone (CPT - *Cone penetration test*) pode ser realizado com equipamentos elétricos e mecânicos. O principal desafio de usar o CPT para descrever o perfil do solo é que as amostras não são recuperadas para caracterização de laboratório. O tipo de solo, deve, portanto, ser inferido a partir das informações coletadas durante o ensaio de campo, sendo essas preditivas do comportamento mecânico in situ do solo e não dos critérios de classificação do solo quanto à sua geologia, com base na distribuição do tamanho dos grãos e na plasticidade do solo.

Se materiais finos forem prospectados e tiverem alto teor de argila e alta plasticidade, o comportamento do solo pode ser mais controlado pela argila. Se os finos não tiverem características plásticas, o comportamento do solo será mais controlado pela areia.

As SPT – CPT correlações são as mais comuns na literatura devido à popularidade desses ensaios como campanhas de investigação geotécnica, e, portanto, diversas pesquisas buscam estabelecer uma relação entre os dois ensaios.

A maioria dessas correlações são obtidas por regressão e adotam o parâmetro  $K_c$ , sendo este um fator que correlaciona o  $q_c$  do ensaio CPT com o  $N_{SPT}$  do ensaio SPT. Quando é considerada a normalização da energia, o parâmetro  $K_c$  recebe o nome de  $K_{ENERGIA}$  e correlaciona o  $q_c$  do ensaio CPT com o  $N$  corrigido do ensaio SPT. Neste artigo exploramos o  $K_{60}$ .

$$K_{ENERGIA} = K_{60} = \frac{q_c \text{ (expresso em MPa)}}{N_{60} \text{ (golpes/30cm)}} \quad (1)$$

Assim, as correlações entre resultados de ensaios de campo do tipo SPT e CPT serão apresentadas a seguir em função do parâmetro  $K_{60}$ , divididas em grupos por tipologia de solos: finos (argilosos e siltosos) e grossos (arenosos). O objetivo da subdivisão em grupos por tipo de solo é possibilitar a comparação direta entre os resultados encontrados pelos pesquisadores, dado o conhecimento de que esses solos se comportam de maneiras distintas, como observado por ASCI et al. (2014) ao defender que não se deve comparar resultados para diferentes tipos de solo.

Da análise das correlações previamente publicadas, é possível inferir que o aumento da densidade relativa diminui os valores de  $K_{60}$ , sugerindo que em argilas mais duras os valores de  $N_{60}$  crescem em uma escala maior do que os valores de  $q_c$ , conforme Martins e Furtado (1963), Narahari e Cgarwal (1967), Danziger (1982), Danziger e Velloso (1995), Souza et al. (2012) e Santos (2017).

O valor de  $K_{60}$  para argilas se apresenta entre 0,1 e 0,48 MPa, sendo o  $K_{60}$  de 0,48 MPa descrito para argilas arenosas. No geral, a média dos valores de  $K_{60}$  sugeridos na literatura disponível se aproxima de 0,29 MPa. Já para solos siltosos o  $K_{60}$  se apresenta entre 0,2 e 0,629 MPa, com média de 0,35 MPa. Tal variação pode ser explicada pela composição granulométrica das misturas, que ora se comporta como granular, ora se comporta como coesiva.

Neste artigo foram adotadas as siglas C (argilas), M (siltes), S (areias) e G (pedregulhos), sendo estas empregadas individualmente ou combinadas.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



Tabela 1. Algumas SPT-CPT correlações previamente publicadas para solos finos\*.

a) solos argilosos:

Referências	Solos recomendados	Intervalos de dados utilizado na pesquisa	
		q <sub>c</sub> (MPa)	N <sub>60</sub>
Meyerhof (1955)	C e MC	< 15	< 43 <sup>(1)</sup>
Da Costa Nunes e Fonseca (1959)	C, CM, MC, CS e CMC	-	-
Martins e Furtado (1963)	C	-	-
Narahari e Cgarwal (1967)	C e MC	-	-
Danziger (1982) <sup>(1)</sup>	C, CM, CS, CSM	-	-
Danziger e Velloso (1995)	C, CM, CS, CSM	-	-
Naime e Fiori (2002)	<sup>(2)</sup>	0 - 42	5 - 32 <sup>(1)</sup>
ASCI (2014)	CM	0,96 - 1,13	0 - 23
	C	0,4 - 1,7	4 - 20
Shahri et al. (2014)	C	< 3	< 7
Alam et al. (2018)	CM	0,06 - 16,95	4 - 45 <sup>(1)</sup>
	C	0,164 - 11	5 - 33 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Sem correção da energia de ensaio para 60%.

<sup>(2)</sup> Solos residuais de Porto Alegre em diferentes estados de maturidade e em profundidades de até 10 m.

\*Argilas, argilas siltosas, argilas arenosas, argilas silto arenosas, argilas areno siltosas, e siltes argilosos (C, CM, CS, CMS, CSM, MC).

b) solos siltosos:

Referências	Solos recomendados	Intervalos de dados utilizado na pesquisa	
		q <sub>c</sub> (MPa)	N <sub>60</sub>
Da Costa Nunes e Fonseca (1959)	MC e MS	-	-
Schmertmann (1970)	M e MS	-	-
Crowther (1963) apud Sanglerat (1972)	M	-	-
Danziger (1982) <sup>(1)</sup>	M, MS, MSC, MCS	-	-
Danziger e Velloso (1995)	M, MS, MSC, MCS	-	-
Naime e Fiori (2002)	<sup>(2)</sup>	0 - 40	5 - 32 <sup>(1)</sup>
Acka (2003)	MS	< 30	< 43
Ahmed et al. (2014)	MS	-	-
ASCI (2014)	MS	1,35 - 2,85	0 - 22
Shahri et al. (2014)	MS	< 14	< 24
Tarawneh (2014)	MS	0,32 - 37,49 <sup>(3)</sup>	2 - 50 <sup>(3)</sup>
Alam et al. (2018)	MS	2,258 - 20	5 - 37 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Sem correção da energia de ensaio para 60%.

<sup>(2)</sup> Solos residuais de Porto Alegre em diferentes estados de maturidade e em profundidades de até 10 m.

<sup>(3)</sup> Considerando todos os ensaios, sem subdivisão do tipo de solo.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



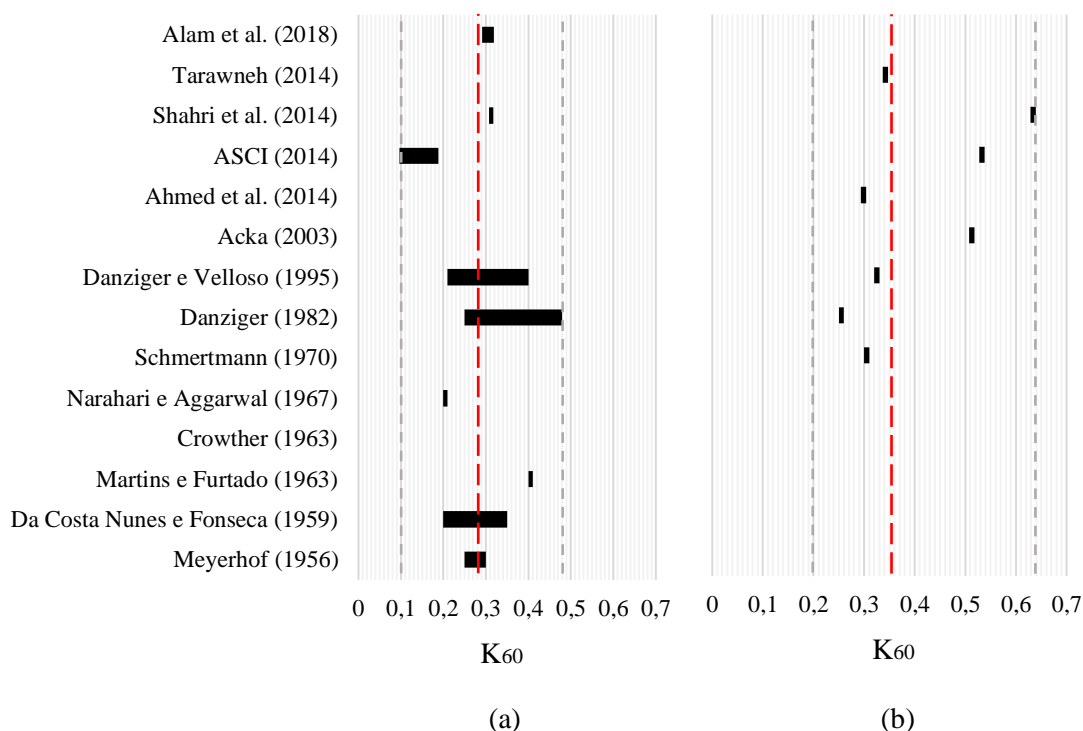


Figura 1. Valores de  $K_{60}$  previamente publicados para solos finos (a) argilosos e (b) siltosos.

Para os solos arenosos, no geral, a média dos valores de  $K_{60}$  sugeridos na literatura disponível se aproxima de 0,5 MPa, com grande variação entre 0,10 a 1,07 MPa. Maiores valores de  $K_{60}$  são observados para pedregulhos e areias com pedregulhos e menores valores de  $K_{60}$  são encontrados para areias argilosas. Assim, é possível afirmar que de maneira geral areias com maior quantidade de finos apresentam menores valores de  $K_{60}$  e areias limpas apresentam maiores valores de  $K_{60}$ .

Também é possível observar, que conforme o D50 diminui, os valores de  $K_{60}$  também diminuem, sugerindo então que argilas possuem  $K_{60}$  menores do que areias conforme Schmertmann (1970), Danziger (1982) e Danziger e Velloso (1995).

A porcentagem de finos apresenta influência nos valores de  $K_{60}$  para areias, possivelmente devido à influência dos finos na permeabilidade dos solos, conforme Chin et al.(1988) e Mayne (2006). Santos (2017) destaca que não necessariamente a porcentagem de finos que altera o  $K_{60}$  e sim o tipo de fino, ressaltando que a real influência deve ser investigada adotando o índice de plasticidade dos solos.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



Tabela 2. Algumas SPT-CPT correlações previamente publicadas para solos grossos.

Referências	Solos recomendados	Intervalos de dados utilizado na pesquisa	
		q <sub>c</sub> (MPa)	N <sub>60</sub>
Meyerhof (1956)	S	< 15	< 43 <sup>(1)</sup>
Da Costa Nunes e Fonseca (1959)	SC e S	-	-
Meigh e Nixon (1961)	SM, S, SG e GS	< 24 <sup>(1)</sup>	≈10 - 60 <sup>(1)</sup>
Crowther (1963)	S	-	-
Martins e Furtado (1963)	S	-	-
Kantey (1965)	S	-	-
Narahari e Cgarwal (1967)	S	-	-
Schmertmann (1970)	S, SM, SG e G	-	-
Lacroix (1971)	S	2,5 - 12	3 - 18
Danziger (1982)	S, SM, SC, SMC, SCM	-	-
Chin et al. (1988)	S	3,69 - 20,81	5 - 77 <sup>(3)</sup>
Viana da Fonseca (1996)	SM e SMC	3 - 25	8 - 38
Soares (2002)	S	0 - 8	4 - 15 <sup>(1)</sup>
Acka (2003)	S e SM	< 50	< 150
Cordeiro (2004)	S	< 24	< 50
Mayne (2006)	SM	< 20	< 50
Souza (2009)	S	1 - 30	3 - 60
Souza et al. (2012)	S	-	-
Tarawneh (2014)	S e SM	0,32 - 37,5 <sup>(2)</sup>	2 - 50 <sup>(2)</sup>
Ahmed et al. (2014)	S, SG e SM	-	-
Shahri et al. (2014)	S e SG	< 22	2 - 36
Jarushi et al. (2015)	S, SM e SC	0,2 - 53	0 - 85
Santos (2017) <sup>(4)</sup>	S	< 28	< 35 <sup>(1)</sup>
Alam et al. (2018)	SM	2,258 - 20	4 - 50 <sup>(1)</sup>
Tamsir et al. (2020)	S	0 - 20 <sup>(5)</sup>	3-60 <sup>(1)(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Sem correção da energia de ensaio para 60%.

<sup>(2)</sup> Considerando todos os ensaios, sem subdivisão do tipo de solo.

<sup>(3)</sup> Considerada a energia do ensaio SPT como 55%.

<sup>(4)</sup> O Agrupamento de dados de pesquisas anteriores foi desconsiderado nos intervalos de dados utilizados na pesquisa.

<sup>(5)</sup> Foi apresentado apenas um resultado típico de CPTu e SPT. Os intervalos indicados podem não ser representativos.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



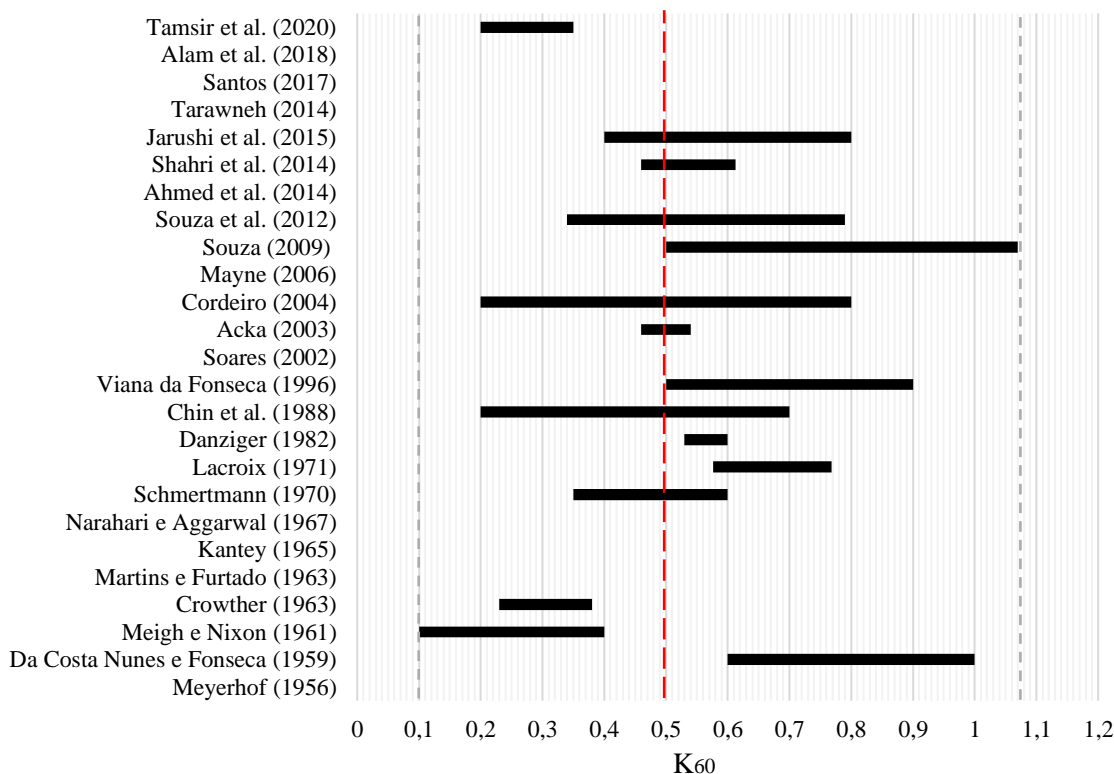


Figura 2. Valores de  $K_{60}$  previamente publicados para solos grossos.

### 3 Fatores que influenciam SPT - CPT correlações

As pesquisas mencionadas atribuem aos resultados de suas correlações interferências devido à profundidade, nível d'água, compactidade relativa, tamanho efetivo dos grãos ( $D_{50}$ ), percentual de finos, tipo de solo, entre outros. Essas influências são descritas a seguir.

- Profundidade: Sanglerat (1972) e Schmertmann (1970) defenderam que a profundidade não necessariamente apresenta influência nos valores de  $K_{60}$ , enquanto Albiero (1990), Naime e Fiori (2002), Asci (2014) e Zhou et al. (2021) afirmam haver relação entre a profundidade e os valores de  $K_{60}$  obtidos. É importante ressaltar que as dispersões encontradas na pesquisa de Zhou et al. (2021) são ligeiramente maiores em profundidade, porém, isso se deve ao fato de que o número de pontos de dados é mais escasso em profundidade.
- Nível d'água: Campanella et al. (1982) observa que dada a geometria do cone do ensaio CPT, a pressão de água em camadas submersas atua no encaixe da luva de atrito e no contato do cone, provocando efeitos sobre os valores de resistência de ponta,  $q_c$ , medidos, gerando a necessidade de correção para a resistência  $q_t$ . Para solos granulares, Robertson (2012) defende que a correção da resistência de ponta não é tão necessária, visto que o processo de penetração do CPT acontece de maneira drenada, majoritariamente, entretanto, para solos finos onde a resistência de ponta é baixa em relação ao excesso de poropressão ao redor do cone, dada as condições não drenadas de cravação, torna-se importante o ajuste dos valores medidos, respondendo por cerca de 10% a 30% de correção.

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.



- c) Variação sazonal do nível d'água: A sucção exerce influência nos valores de  $q_c$  medidos em areias, assim, a variação de umidade do solo implica diretamente em variação na sucção que implica em variação das medidas de  $q_c$ . Viana da Fonseca (2008) apresenta uma perspectiva geral sobre os fatores que condicionam a caracterização mecânica dos solos residuais quando utilizadas técnicas de ensaios *in situ*, descrevendo que o comportamento mecânico dos solos não saturados está relacionado a tensão efetiva média, tensão desviadora, sucção e umidade. A consideração desses fatores na interpretação dos ensaios é indispensável, tendo direta relação com a resistência e rigidez dos solos. Segundo Viana da Fonseca (2008) a principal diferença entre os solos saturados e os parcialmente saturados reside na sucção, que cresce com a resistência e rigidez dos solos. Nenhuma das pesquisas estudadas nesta revisão de literatura avaliam a influência da variação sazonal do nível d'água e conseqüentemente da sucção.
- d) Tipo de solo: Asci (2014) e Santos (2017) defendem que os valores de  $K_{60}$  variam para diferentes solos, portanto, devem ser tratados de maneira particular.
- e) Diâmetro mediano de partícula (D50): Schmertmann (1970), Danziger (1982), Robertson e Campanella (1983) e Danziger e Velloso (1995) defendem que conforme o D50 diminui, os valores de  $K_{60}$  também diminuem, assim, afirmando que argilas possuem  $K_{60}$  menores do que areias, e que conforme D50 aumenta,  $K_{60}$  também aumenta. Embora fundamentada e difundida na literatura, essa influência foi estudada por Viana da Fonseca (2008) para solos residuais, que concluiu que o comportamento não é condicionado pela granulometria, mas por fatores como os índices de alteração químicos ou mineralógicos.
- f) Compacidade relativa: Robertson e Campanella (1983) apresentam uma comparação entre Schmertmann (1976), Villet e Mitchell (1981) e Baldi et al. (1982) para dois níveis de densidade relativa demonstrando clara relação entre a compacidade relativa das areias e a resistência de ponta do cone. Essa relação não necessariamente ocorre apenas entre a resistência de ponta do cone e a compacidade relativa, sendo importante analisar se a variação causada nos valores de  $q_c$  é proporcional a variação causada no  $N_{60}$  dada a compacidade relativa do solo, verificando a influência da densidade relativa no  $K_{60}$ .
- g) Teor de finos: Chin et al. (1988) e Kulhawy e Mayne (1990) defendem que o percentual de finos nos solos granulares é relevante, uma vez que  $K_{60}$  aumenta quando este percentual diminui. Na pesquisa de Santos (2017), todavia, este coeficiente diminui para argilas e siltes, mas não para areias grossas e finas a médias, assim como as propostas de Viana da Fonseca (1996) e Ahmed et al. (2014), que apresentam teor de finos alto, divergem acentuadamente das de Chin et al. (1988) ou de Kulhawy e Mayne (1990). Assim, Santos (2017) sugere que os limites de consistência podem ser capazes de interferir no  $K_{60}$ , e esses têm estreita relação com o teor de finos.

#### 4 Considerações finais

As correlações abordadas neste artigo demonstram que o índice  $K_{60}$  é afetado por diversos fatores, que interagem entre si. A profundidade é um fator ambíguo, que em algumas pesquisas como Sanglerat (1972) e Schmertmann (1970) indica-se uma relação não tão direta com os valores de  $K_{60}$ , enquanto Albiero (1990), Naime e Fiori (2002), Asci (2014) e Zhou et al. (2021) sustentam influências claras entre a profundidade e o  $K_{60}$ . A variação do nível d'água também é um fator relevante, apontado por Campanella et al. (1982) a possibilidade de ocorrência de efeitos da pressão da água nas medições de resistência do CPT. Além disso, a variação sazonal da umidade do solo é identificada por Viana da Fonseca (2008) como um aspecto negligenciado que influencia

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.







a sucção e, conseqüentemente, os resultados dos ensaios correlacionados. A natureza do solo, em termos de tipo e compacidade, também pode ser considerado determinante nos valores de  $K_{60}$ . Asci (2014) e Santos (2017) evidenciam que diferentes solos requerem abordagens específicas de interpretação. Tal fator se relaciona com o diâmetro mediano de partícula ( $D_{50}$ ), enfatizado por Schmertmann (1970) e outros como influente nos valores de  $K_{60}$ , e criticado por Viana da Fonseca (2008), que sugere influências complexas de fatores químicos e mineralógicos. O teor de finos é comprovadamente relevante para solos granulares, conforme indicado por Chin et al. (1988) e Kulhawy e Mayne (1990). No entanto, a divergência nas conclusões, como observado por Santos (2017), aponta para uma relação complexa entre o teor de finos e  $K_{60}$ , possivelmente relacionada a propriedades de limites de consistência.

De maneira geral, para uma compreensão mais precisa e abrangente das correlações que envolvem o índice  $K_{60}$ , é necessário considerar cuidadosamente a influência de variáveis como profundidade, nível d'água, tipo de solo,  $D_{50}$ , compacidade relativa e teor de finos. Além disso, a exploração da variação sazonal do nível d'água e seus efeitos na sucção é uma área promissora para pesquisas futuras, visando uma interpretação completa e contextualizada das SPT-CPT correlações em diferentes subsolos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFES e a CAPES pelo apoio. A primeira autora agradece a Vale pela disponibilização de horas para a pesquisa e a segunda autora agradece a bolsa de produtividade de pesquisa do CNPq.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKA, N. *Correlation of SPT–CPT data from the United Arab Emirates. Engineering Geology*, p. 219-231, 2002.
- AHMED, S. M.; AGAIBY, S. W.; ABDEL-RAHMAN, A. H. *A unified CPT–SPT correlation for non-crushable and crushable cohesionless soils. Ain Shams Engineering Journal*, 2014.
- ALAM, M. et al. *Empirical SPT-CPT correlation for soils from Lahore, Pakistan. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Quetta: IOP Science. 2018.*
- ALBIERO, J. H. *Correlação entre Resistência de cone ( $Q_c$ ) e Resistência a Penetração (SPT), para solos lateríticos. IX COBRAMSEF, 1990.*
- ASCI, M. et al. *Correlation of SPT-CPT data from the subsidence area in Gölcük, Turkey. Soil Mechanics and Foundation Engineering*, p. 268-272, 2014.
- BICALHO, K. V. et al. *Correlações entre resultados de ensaios geotécnicos de penetração de campo do tipo SPT, CPT e DP para diversos solos. XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Campinas: COBRAMSEG. 2022.*
- CAVALCANTE, E. H. *Investigação teórico-experimental sobre o SPT. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002.*
- CHIN, C. T.; DUANN, S. W.; KAO, T. C. *CPT-SPT Correlations for Granular Soils. Reprinted from Proceedings, 1st Int'l Symposium on Penetration Testing, v.1, 1988. 335-339.*

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.



- CORDEIRO, D. D. *Obtenção de parâmetros geotécnicos de areias por meio de ensaios de campo e de laboratório*. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2004.
- CROWTHER, C. L. *The design, construction, and use of a static penetrometer in micaceous silts of the southern Piedmont region*. Georgia Institute of Technology. Georgia. 1963.
- DANZIGER, B. R. *Estudo de correlações entre os ensaios de penetração estática e dinâmica e suas aplicações ao projeto de fundações profundas*. UFRJ. Rio de Janeiro. 1982.
- DANZIGER, B. R.; VELLOSO, D. D. A. *Correlations between the CPT and the SPT for some Brazilian soils*. International Symposium on Cone Penetration Testing, Linkoping, 1995.
- DOS SANTOS, M. D.; BICALHO, K. V. *SPT-CPT and DPL-CPT correlations proposals for sandy soils in Brazil*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2017.
- JARUSHI, F.; ALKAABIM, S.; COSENTINO, P. *A New Correlation between SPT and CPT for Various Soils*. International Journal of Earth, Energy and Environmental Sciences, 2015.
- MAYNE, P. W. et al. *State-of-the-art paper (SOA-1): geomaterial behavior and testing*. 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2009.
- MEYERHOF, G. G. *Penetration tests and the bearing capacity of cohesive soils*. Proc., ASCE, Journal Soil Mechanics and Foundations Division, 1956. 1 - 19.
- NAIME, R.; FIORI, A. P. *Variações nas razões  $qc/N$  na região de Passo Fundo, devido a fatores geológico-ambientais*. Acta Scientiarum, p. 1819-1824, 2002.
- ROBERTSON, P. K.; CAMPANELLA, R. G. *Interpretation of cone penetration tests*. Part I: Sand. Canadian Geotechnical Journal, 1983. 718-733.
- ROCHA, B. P, et al. *Considerações sobre a execução e a interpretação de ensaios SPT*. SEFE 8 - Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia. 2015.
- SANGLERAT, G. *The penetrometer and soil exploration*. Amsterdam, London, New York: Elsevier Publishing Company, 1972.
- SANTOS, M. D. *Correlações entre sondagem de simples reconhecimento e resultados de ensaios de campo (SPT, CPT, DP) para diferentes subsolos arenosos*. UFES. Vitória. 2017.
- SCHMERTMANN, J. H. *Static cone to compute static settlement over sand*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, v. 96, n. 3, p. 1011-1135, Maio 1970.
- SHAHGHOLIAN, R.; FERREIRA, C.; VIANA DA FONSECA, A. *Correlation between SPT and CPT tests in liquefiable deposits*. Cone Penetration Testing, Bologna, 2022. 683 - 689.
- TARAWNEH, B. *Predicting standard penetration test N-value from cone penetration test data using artificial neural networks*. Geoscience Frontiers, 2016.
- VIANA DA FONSECA, A. J. P. *Geomecânica dos solos residuais do granito do Porto*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Porto. 1996.
- YIN, J. et al. *An improved site characterization method based on interval type-2 fuzzy C-means clustering of CPTu data*. Arabian Journal of Geosciences, p. 1315-1329, 2021.
- ZHOU, H. et al. *Assessment of Existing SPT-CPT Correlations Using a New Zealand Database*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, p. 147-158, 2021.

Aponte a câmera do seu  
smartphone para o  
QR Code ao lado e salve o  
evento na sua agenda.

