



## Influencia da sucção em curvas tensão-recalque estimadas pelo DMT em solo arenoso colapsível

Alfredo Lopes Saab

Doutor, Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, SP, Brasil, [alfredo.saab@unesp.br](mailto:alfredo.saab@unesp.br)

Henrique Svizzero Boni

Doutorando, Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, SP, Brasil, [henrique.boni@unesp.br](mailto:henrique.boni@unesp.br)

Breno Padovezi Rocha

Professor, Instituto Federal de São Paulo, Ilha Solteira, SP, Brasil, [breno.rocha@ifsp.edu.br](mailto:breno.rocha@ifsp.edu.br)

Roger Augusto Rodrigues

Professor, Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, SP, Brasil, [roger.rodrigues@unesp.br](mailto:roger.rodrigues@unesp.br)

Heraldo Luiz Giacheti

Professor, Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, SP, Brasil, [h.giacheti@unesp.br](mailto:h.giacheti@unesp.br)

**RESUMO:** O ensaio de prova de carga em placa (PLT) é empregado para o estudo da relação tensão-recalque de fundações superficiais em solos colapsíveis. Nestes solos, os projetos de fundações devem considerar a influência da sucção e de sua variação ao longo do tempo. Um procedimento para eliminar o efeito da sucção consiste em inundar o solo previamente ao ensaio. Entretanto, o processo de inundação em PLTs é dispendioso, o que torna este procedimento difícil de ser utilizado rotineiramente na prática. Este artigo apresenta o uso de um dispositivo que acoplado ao ensaio de Dilatômetro Plano (DMT) permite a inundação local do solo. O módulo confinado ( $M_{DMT}$ ) foi empregado em um modelo que possibilita a previsão de curvas tensão-recalque de fundações superficiais por meio do DMT. As curvas obtidas com o modelo apresentaram boa concordância com curvas determinadas por PLTs realizadas em placa de 300 mm de diâmetro a 1 e 2 m de profundidade para a condição natural e inundada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curva tensão-recalque, Prova de carga em placa (PLT), DMT, Solos não saturados, Inundação.

**ABSTRACT:** The plate load test (PLT) is used to study the stress-settlement relationship of shallow foundations in collapsible soils. In these soils, foundation designs must consider the influence of suction and its variation over time. One procedure to eliminate the effect of suction is to flood the soil prior to testing. However, the flooding process in PLTs is expensive, which makes this procedure difficult to be used routinely in practice. This paper presents the use of a device that coupled with the Dilatometer Plane Test (DMT) allows local flooding of the soil. The confined modulus ( $M_{DMT}$ ) was employed in a model that enables the prediction of stress-settlement curves of shallow foundations by DMT. The curves obtained with the model showed good agreement with curves determined by PLTs performed on a 300 mm diameter plate at 1 and 2 m depth for the natural and flooded condition.

**KEYWORDS:** Stress-settlements curve, Plate load tests, DMT, Unsaturated soils, Inundation

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





## 1 Introdução

Solos colapsíveis, ao serem inundados, apresentam colapso da sua estrutura, caracterizado por um recalque suplementar, repentino e de grandes proporções (LI; VANAPALLI; LI; 2016, RODRIGUES; PRADO SOARES; SANCHEZ; 2021). A inundação provoca a dissipacão da sucção do solo, anulando a parcela de coesão “aparente” e, portanto, reduzindo significativamente a resistência ao cisalhamento, o que provoca o colapso da sua estrutura. Entretanto, para que ocorra o colapso, há necessidade da atuação de uma carga, denominada por CINTRA e AOKI (2009) como carga de colapso. A colapsibilidade do solo pode ser investigada em laboratório por meio de ensaios edométricos simples ou duplos (JENNINGS e KNIGHT, 1975) ou em campo, por meio de provas de carga em sapatas ou em placa (COSTA *et al.*, 2003) em condição natural e inundada.

Para o projeto de fundac es superficiais em solos colapsíveis, há necessidade de se determinar a tensão de colapso ( $\sigma_c$ ), a qual representa a tensão mínima que provoca o colapso num solo colapsível, bem como o recalque admissível para a condição de solo inundado, a mais crítica (CINTRA e AOKI, 2009). Para esta determinação realiza-se provas de carga em placa em condição pré-inundada, sendo que a pr -inundação é realizada em uma cava, preparada ao redor da placa, ou sapata, e a introdução de água com vazão suficiente para se manter uma lâmina, por um período de 48 h que antecede ao ensaio, bem como durante a sua realização (CINTRA e AOKI, 2009). Entretanto, o processo de inundação é de difícil realização, demanda tempo, acarreta custos elevados, consumo elevado de água, impossibilitando seu uso em situações de rotina, além do fato de não contemplar horizontes mais profundos do perfil de solo investigado. O uso de ilhas de investigação onde são realizados, dentre outros ensaios, as provas de carga em placa em conjunto com ensaios DMT é uma abordagem recomendada para a qualidade do projeto e o desempenho da obra.

DOS SANTOS; ROCHA; GIACHETI (2019) e SILVA; ROCHA; GIACHETI (2019) empregaram a proposta de DÉCOURT (1999) utilizando o Dilatômetro Plano (DMT) para a previsão da curva tensão-recalque para as condições natural e inundada, permitindo assim avaliar o efeito da inundação na capacidade de carga, bem como nos recalques de um elemento de fundac o superficial em solo colapsível. Esta proposta se baseia no módulo confinado ( $M_{DMT}$ ) determinado pelo DMT.

Neste artigo utiliza-se um sistema de inundação local do solo, acoplado ao DMT, o qual permite a estimativa de parâmetros mecânicos do solo em condição natural e inundada ao longo da profundidade. Além disso, apresenta a comparação entre as curvas tensão-recalque obtidas em ensaios de prova de carga realizadas em placa de 300 mm de diâmetro a 1 e 2 m de profundidade em condição natural e inundada e estimadas a partir do DMT nas mesmas condições para um solo arenoso tropical colapsível.

## 2 Ensaio de Dilatômetro Plano de Marchetti

A interpretação do DMT inicia-se pela determinação dos parâmetros intermediários, o  ndice de material ( $I_D$ ),  ndice de tensão horizontal ( $K_D$ ) e o módulo dilatométrico ( $E_D$ ), por meio das Equac es 1, 2 e 3, respectivamente. O  $I_D$  é predominantemente empregado para indicar o tipo de comportamento de solo, e   uma referência para a aplicabilidade de correlac es empíricas. O  $K_D$  é um parâmetro fundamental do ensaio dilatométrico e   a base para as correlac es com outros parâmetros do solo. O perfil de  $K_D$  tem forma similar ao perfil de OCR. O  $E_D$    o módulo dilatométrico do solo, e deve ser empregado em conjunto com  $K_D$  e  $I_D$ . Ele é drenado nas areias, não drenado nas argilas e parcialmente drenado nos solos argilo-arenosos.  $M_{DMT}$  é o módulo

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



confinado drenado, semelhante ao obtido nos ensaios edométricos ( $E_{oed}$ ).  $M_{DMT}$  é determinado pela Equação 4. Este módulo depende do fator de correção  $R_M$  (Tabela 1), o qual é função de  $I_D$  e  $K_D$ .

$$I_D = \frac{p_1 - p_0}{p_0 - u_0} \quad (1)$$

$$K_D = \frac{p_0 - u_0}{\sigma'_v} \quad (2)$$

$$E_D = 34.7 \times (p_1 - p_0) \quad (3)$$

$$M_{DMT} = R_M \cdot E_D \quad (4)$$

onde  $p_0$  é a correção da primeira leitura,  $p_1$  é a correção da segunda leitura,  $u_0$  é a pressão hidrostática e  $\sigma'_v$  é a tensão vertical efetiva.

Mais detalhes sobre a execução e interpretação do DMT encontram-se em SCHNAID e ODEBRECHT (2012) e MARCHETTI *et al.* (2001).

Tabela 1. Fatores de correção (MARCHETTI *et al.*, 2001).

$I_D \leq 0,6$	$R_M = 0,14 + 2,36 \log K_D$
$I_D \geq 3,0$	$R_M = 0,50 + 2,0 \log K_D$
$0,6 < I_D < 3,0$	$R_M = R_{M,0} + (2,5 - R_{M,0}) \log K_D$ , com $R_{M,0} = 0,14 + 0,15 (I_D - 0,6)$
$K_D > 10$	$R_M = 0,32 + 2,18 \log K_D$
$R_M < 0,85$	adotar $R_M = 0,85$

## 2.1 Previsão da curva tensão-recalque pelo DMT

DÉCOURT (1999) propôs um método de previsão da curva tensão-recalque com base na normalização das tensões pela capacidade de carga convencional ( $q_{uc}$ ) e os recalques pela largura de base equivalente da fundação ( $B_{eq}$ ). Dessa forma, o autor afirma que não há influência do efeito escala para qualquer tipo de solo, profundidade e geometria da placa. Para aplicação desta proposta, o autor considera o parâmetro de capacidade de carga de TERZAGHI (1943), com a tensão de ruptura convencional ( $q_{uc}$ ) corresponde a um recalque de 10% do diâmetro da placa.

Seguindo a proposta de DÉCOURT (1999), DOS SANTOS; ROCHA; GIACHETI (2019) e SILVA; ROCHA; GIACHETI (2019) apresentaram uma abordagem para previsão de curva tensão-recalque por meio de dados obtidos no DMT, apresentada a seguir:

- 1) Usar os dados do DMT e as equações para determinar os parâmetros ao longo do perfil do subsolo;
- 2) Calcular o valor médio do módulo confinado ( $M$ ) ao longo da região de influência da placa, normalmente considerado igual a  $2B$  (onde  $B$  é a dimensão da base);
- 3) Considerar que  $M_{DMT} = M$ ;
- 4) Calcular a tensão aplicada na fundação ( $q_{app}$ ) por meio da Equação 5, onde  $s$  é o recalque:
 
$$q_{app} = 4 \cdot (s/B) \cdot (M_{DMT}/\pi); \quad (5)$$
- 5) Assumir o valor do coeficiente  $C$  igual a 0,42 (DÉCOURT, 2008);
- 6) Assumir então a relação  $q_{app}/q_{uc}$  igual a 0,486 para a condição de trabalho do DMT ( $s/B = 1,8\%$ );
- 7) Calcular  $q_{uc}$  a partir dos resultados dos passos 4 e 6;

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





- 8) Assumir que a dimensão equivalente da base ( $B_{eq}$ ), caso for um elemento circular, deverá ser igual a raiz quadrada da área do elemento (DÉCOURT, 1999);
- 9) Construir a curva tensão-recalque por meio da Equação:  $\log^q/q_{uc} = C + C \cdot \log^s/B_{eq}$ .

DOS SANTOS; ROCHA; GIACHETI (2019) e SILVA; ROCHA; GIACHETI (2019) apresentam uma descrição detalhada do procedimento para se obter a curva tensão-recalque a partir do DMT.

### 2.3 Inundação do solo com o DMT

Para realizar a inundação do solo, procurou-se uma forma eficiente, econômica, rápida e sustentável do que aquelas encontradas na literatura. Assim, utilizou-se um dispositivo que acoplado ao DMT permite realizar a inundação local do solo. Esse dispositivo e o procedimento de ensaio é apresentado em detalhes em RODRIGUES (2020).

O procedimento empregado durante o DMT com o dispositivo acoplado consiste em realizar o ensaio na condição natural a intervalos de 0,20 m, até que se atinja a profundidade de interesse, e a partir daí inicia-se a inundação do solo. Após a inundação, dá-se sequência a cravação da lâmina e execução do ensaio, em intervalos de 0,20 m, até atingir a outra profundidade em que se repetirá o processo de inundação. Considerando que a zona de influência de fundações superficiais seja igual a  $2B$  (CINTRA; AOKI; ALBIEIRO; 2009), os parâmetros intermediários médios calculados a partir destas leituras podem ser assumidos representativos de curvas tensão-recalque para placas de 300 mm de diâmetro (zona de influência igual a 0,60 m) para condições de solo inundado. Detalhes referentes ao procedimento de inundação bem como o dispositivo de inundação podem ser encontrados em RODRIGUES (2020) e SAAB *et al.*, (2023).

## 3 Ensaio de prova de carga em placa (PLT)

OH e VANAPALLI (2013) discutem o efeito da sucção matricial e o efeito escala na interpretação da curva tensão-recalque obtidas em solos não saturados a partir de ensaios de prova de carga em placa. Os autores observam que no caso de solos não saturados, deve-se levar em consideração a zona de influência da placa e o perfil de distribuição de sucção com a profundidade, pois placas diferentes levam a valores médios de sucção diferentes e, conseqüentemente, resultados diferentes. Logo, para interpretar e comparar previsões da curva tensão-recalque usando um sistema de inundação acoplado ao DMT desenvolvido, é necessário ter como referência resultados de ensaios em placas com zonas de influência compatíveis.

Nesse sentido, com a intenção de se ter referências com dimensões adequadas com a área de influência inundada pelo dispositivo de inundação do DMT (de aproximadamente 0,60 m), foram realizadas provas de carga em placas com diâmetro de 0,30 m, com zona de influência de  $2B = 0,60$  m, ao longo da zona ativa do perfil do solo do Campo Experimental da Unesp de Bauru-SP. Foram realizados ensaios do tipo lento (ABNT NBR 6489, 2019) nas profundidades de 1 e 2 m, tanto para o solo em condição natural, quanto para a condição inundada.

As hastes de ancoragem do sistema de reação foram cravadas com auxílio do penetrômetro multifunção modelo TG 63-150 (*Pagani Geotechnical Equipment*). A Figura 2 apresentada os equipamentos e configuração geral dos ensaios em placa realizados.

Os ensaios inundados foram realizados a partir de uma rotina pré-estabelecida criada para garantir a inundação do solo ao longo da zona de influência do ensaio. O processo de pré-inundação foi executado com a imposição de uma lâmina d'água de aproximadamente 50 mm por

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



24 horas. Detalhes sobre as provas de carga em placa podem ser encontrados em SAAB *et al.*, (2023).

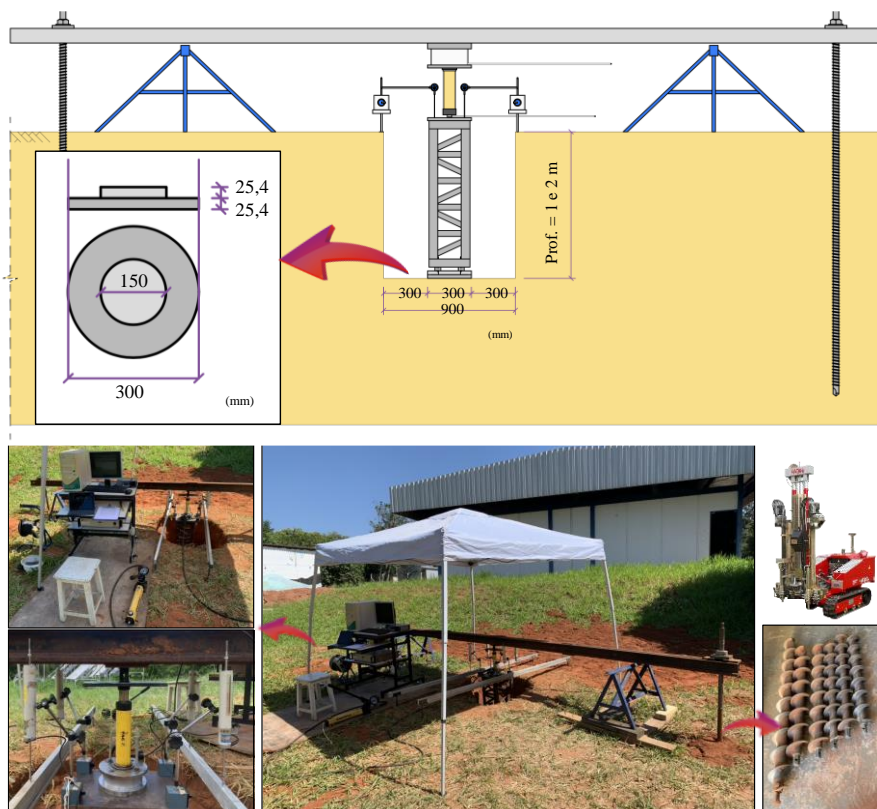


Figura 2. Ensaios de prova de carga em placa (adaptado de SAAB *et al.*, 2023).

#### 4 Local estudado

Provas de carga em placa (PLT) e ensaios DMT foram realizados no Campo Experimental da Unesp de Bauru. O solo que ocorre neste local é constituído por uma areia fina a média pouco argilosa, porosa, colapsível, cuja compactidade aumenta com a profundidade, e é classificado pela SUCS como SM-SC. Este solo apresenta comportamento laterítico até cerca de 13 m de profundidade e não laterítico a partir daí (GIACHETI *et al.*, 2019) e encontra-se num local com ocorrência do Arenito Bauru. O nível d'água não foi encontrado até a profundidade de 30 m.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da cidade de Bauru é classificado como tropical de altitude. Estas condições proporcionam invernos secos (maio a setembro) e verões chuvosos (dezembro a março). Este tipo de clima leva a mudanças nos teores de umidade, e conseqüentemente na sucção do solo. Essas variações de sucção influenciam o comportamento mecânico do solo, conforme pode ser verificado por meio dos ensaios de laboratório (FERNANDES *et al.*, 2022) e de campo (GIACHETI *et al.*, 2019; ROCHA; RODRIGUES; GIACHETI; 2021).

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



## 5 Resultados e discussão

### 5.1 DMT

Foram analisados quinze DMTs: doze em condição de umidade natural (Figura 3) e três em condição inundada (Figura 4). A Figura 3 apresenta os perfis de parâmetros intermediários ( $I_D$ ,  $K_D$  e  $E_D$ ) médios, mais ou menos um desvio-padrão (DP), bem como o perfil de módulo confinado ( $M_{DMT}$ ) obtidos em condição natural. Como previamente discutido, solos não saturados formados em regiões de clima tropical sofrem mudanças sazonais no teor de umidade, e consequentemente na sucção, devido a ciclos de umedecimento e secagem, como observado na Figura 3. A sazonalidade pode afetar o comportamento mecânico do solo e consequentemente os parâmetros intermediários do DMT.

A Figura 4 apresenta os parâmetros intermediários  $I_D$ ,  $K_D$  e  $E_D$  obtidos a partir do DMT com inundação local, bem como a zona de influencia (aproximadamente 0,60 m). O procedimento de inundação local foi efetuado nas profundidades de 1,1 e 2,1 m. Na Figura 4 observa-se que o processo de inundação provocou redução em  $K_D$  e em  $E_D$  e pouca alteração em  $I_D$  longo da zona influenciada pela inundação local. Este comportamento também foi observado e discutido por LUTENEGGER (1988). Modificações nos parâmetros intermediários têm efeito direto na estimativa de parâmetros de deformabilidade do solo, como o módulo confinado ( $M_{DMT}$ ), e consequentemente na previsão da curva tensão-recalque.

### 5.2 Módulo confinado ( $M_{DMT}$ )

Uma das principais aplicações do DMT é a previsão de recalques de fundações superficiais. MONACO *et al.* (2006) analisou resultados de recalques medidos e estimados pelo DMT, e observou que a razão média entre recalques estimados e medidos é de aproximadamente 1,3. Isto se deve a boa concordância entre o módulo confinado obtido pelo DMT ( $M_{DMT}$ ) com outras técnicas, tais como provas de carga em placa e ensaios edométricos (MARCHETTI *et al.*, 2001).

O módulo confinado ( $M$ ) foi obtido pelo DMT com sistema de inundação local, pelo ensaio edométrico ( $M_{eod}$ ) previamente realizado no local e por meio de provas de carga em placa ( $M_{PLT}$ ). O  $M_{PLT}$  foi calculado considerando uma razão de recalque igual a 1,8 %, ou seja,  $s/B_{eq} = 1,1$  mm/60 mm, que é equivalente a empregada no DMT, utilizando a Equação 5 previamente apresentada.

O processo de inundação reduziu o módulo confinado ao longo do perfil estudado. Este comportamento está associado à redução da sucção causada pelo aumento do teor de umidade do solo. No geral, o  $M_{DMT}$  teve uma redução média de 57% devido a inundação do solo.

A previsão das curvas tensão-recalque para as condições natural e inundada foi realizada empregando os valores médios de  $M_{DMT}$  dentro da zona de influência do elemento de fundação, considerado igual a  $2B$  ( $B = 0,30$  m). Os valores de  $M_{DMT}$  determinados pelo DMT apresentam boa concordância com aqueles obtidos pelas outras duas técnicas (PLT e edométrico), como apresentado na Tabela 2. Estes resultados indicam que o DMT é uma ferramenta interessante para estimar a rigidez do solo em condição de trabalho, e consequentemente pode ser utilizado na previsão de curvas tensão-recalque de fundações superficiais.

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



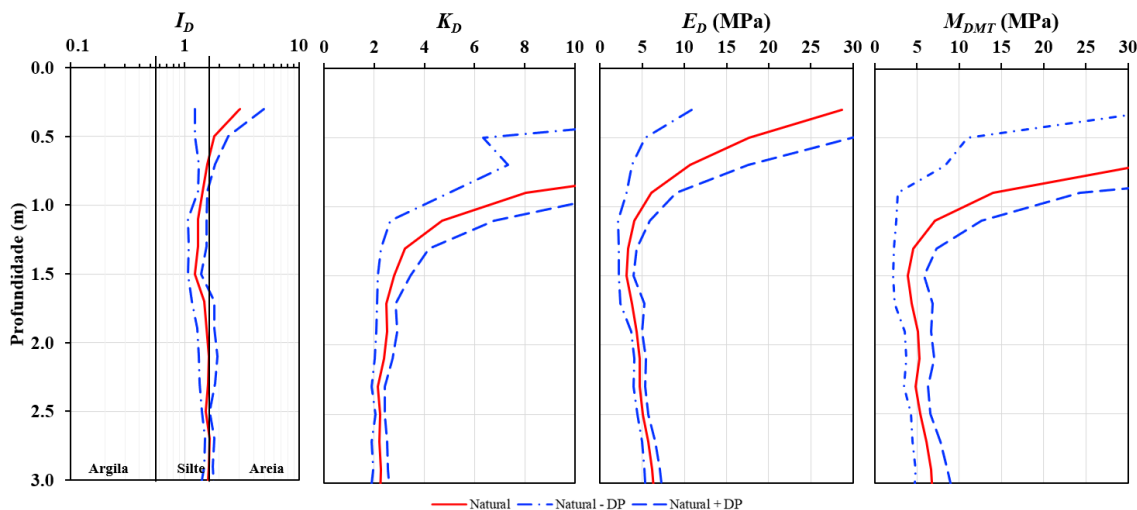


Figura 3. Perfis médios de  $I_D$ ,  $K_D$ ,  $E_D$  e  $M_{DMT}$ , bem como mais ou menos o desvio-padrão (DP) determinados em condições naturais (adaptado de SAAB *et al.*, 2023).

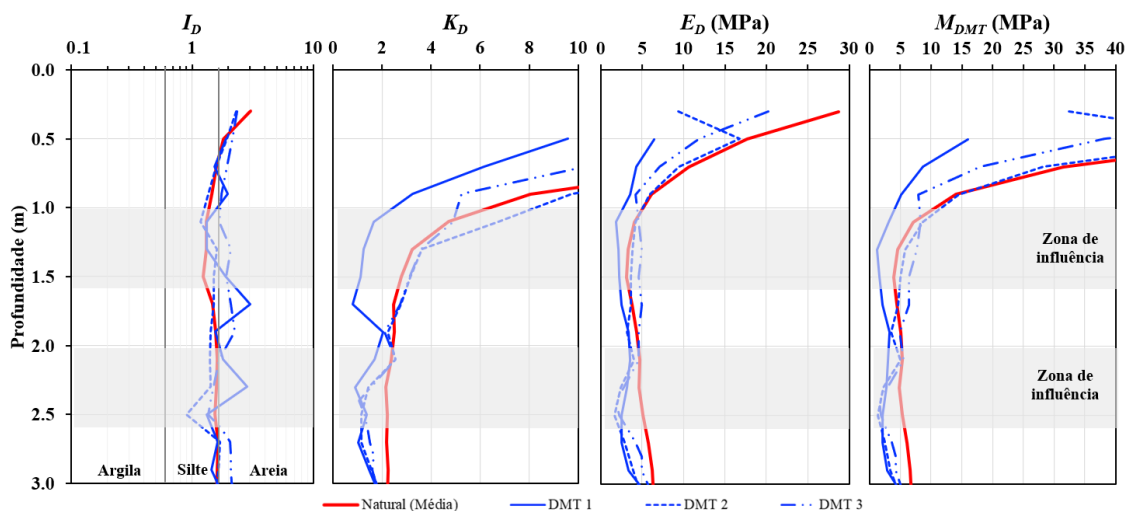


Figura 4. Perfis de  $I_D$ ,  $K_D$ ,  $E_D$  e  $M_{DMT}$  obtidos após inundação local e perfil médio na condição natural (adaptado de SAAB *et al.*, 2023).

Tabela 2. Valores de  $M_{DMT}$  obtidos pelo DMT, PLT e ensaios edométricos para as condições natural e inundada para as profundidades ensaiadas.

Prof. (m)	DMT		PLT		Oedométrico	
	Natural	Inundada	Natural	Inundada	Natural	Inundada
1,0	5,20	2,07	6,01	2,62	4,50	2,50
2,0	5,10	2,41	5,54	2,90	4,30	3,00

### 5.3 Curvas tensão-recalque

Figura 5 apresenta as curvas tensão-recalque medidas por meio das provas de carga em placa e estimadas pelo DMT para ambas as condições, natural e inundada. Os resultados indicam

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



que as curvas previstas pelo DMT empregando o módulo confinado ( $M_{DMT}$ ) apresentam boa concordância com aquelas determinadas a partir das PLTs.

A condição inundada elimina o efeito da variabilidade sazonal da sucção e, por esta razão, as curvas dos ensaios inundados tendem a ter uma melhor concordância. Para a condição natural, as comparações entre curvas previstas (DMT) e medidas (PLT) devem ser realizadas com maior cautela, uma vez que estas estão suscetíveis ao efeito da sucção e podem apresentar variabilidade sazonal de comportamento ao longo da zona ativa do perfil de solo não saturado.

Mais detalhes sobre as previsões das curvas tensão-recalque por meio do DMT podem ser encontrados em SAAB *et al.*, (2023).

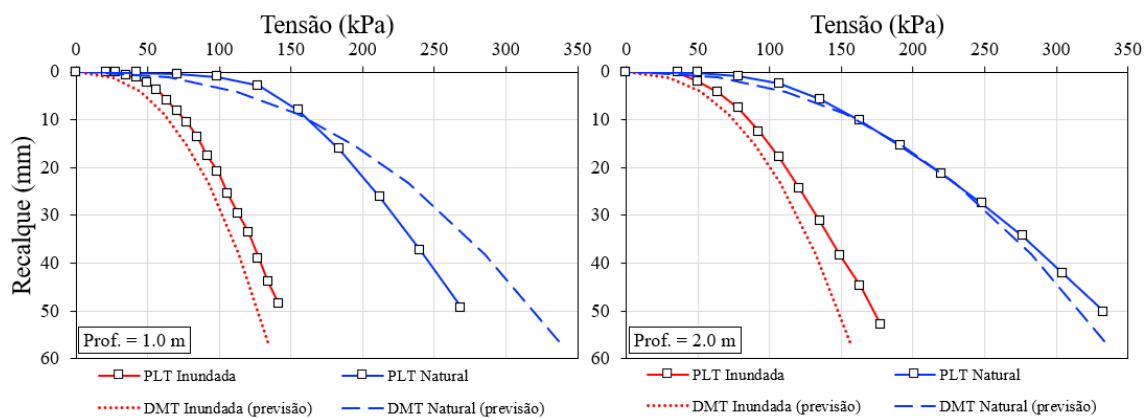


Figura 5. Resultados de ensaios de prova de carga em placa e previsão feita a partir do DMT (adaptado de SAAB *et al.*, 2023).

## 6 Conclusões

A partir de uma abordagem simples para a inundação local do solo no DMT, determinou-se o módulo confinado *in situ* ( $M_{DMT}$ ) para as condi es natural e inundada, e fez-se a previsão das curvas tensão-recalque para essas duas condi es. As curvas previstas pelo DMT e medidas pelas PLTs foram influenciadas pela inunda o do solo nas duas profundidades ensaiadas. Os resultados mostraram uma boa concordância entre as curvas previstas (DMT) e as medidas (PLT) para ambas as condi es: natural e inundada. Observou-se que o  $M_{DMT}$  apresentou uma redu o média de 57% pela inunda o do solo para as profundidades ensaiadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (Procs. n  2015/16270-0 e 2017/23174-5) e ao CNPq (Proc. 436478/2018-8) pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associa o Brasileira de Normas Técnicas (2019) NBR 6489. *Solo-Prova de carga esttica em Funda o Direta*. Rio de Janeiro.

Briaud, J.L. (2007) Spread Footings in Sand: Load Settlement Curve Approach. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 133 (8), p.905–920. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2007\)133:8\(905\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2007)133:8(905))

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





- Cintra, J.C.A., Aoki, N. (2009) *Projeto de fundações em solos colapsíveis*. São Carlos, SP, Brasil: EESC - USP.
- Costa, Y.D., Cintra, J.C., Zornberg, J.G. (2003) Influence of matric suction on the results of plate load tests performed on a lateritic soil deposit. *Geotechnical Testing Journal*, 26 (2), p.219–227.
- Décourt, L. (2008) Loading Tests: Interpretation and Prediction of Their Results. In: SYMPOSIUM HONORING DR. JOHN H. SCHMERTMANN FOR HIS CONTRIBUTIONS TO CIVIL ENGINEERING AT RESEARCH TO PRACTICE IN GEOTECHNICAL ENGINEERING CONGRESS, New Orleans, USA. *Proceedings...*21 p.
- Décourt, L. (1999) Behavior of Foundations under Working Load Conditions. In: 11<sup>th</sup> PAN-AMERICAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING, 13, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 8–12 August 1999; International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering: London, UK, 1999; pp. 453–488.
- Dos Santos, R.A., Rocha, B.P., Giacheti, H.L. (2019) DMT for Load-Settlement Curve Prediction in a Tropical Sandy Soil Compared to Plate Load Tests. *Geotechnical Testing Journal*, 43(1), p. 20180079. <https://doi.org/10.1520/GTJ20180079>
- Fernandes, J.B., Saab, A.L., Rocha, B.P., 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 (4), p.1-15. <https://doi.org/10.28927/SR.2022.000422>
- Jennings, J.E., Knight, K. (1975) A guide to construction on or with materials exhibiting additional settlement due to “collapse” of grain structure. In: 6<sup>TH</sup> REGIONAL CONFERENCE FOR AFRICA ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 6, *Proceedings...*, v. 1, 6 p.
- Li, P., Vanapalli, S., Li, T. (2016) Review of collapse triggering mechanism of collapsible soils due to wetting. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 8 (2), p.256–274. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2015.12.002>
- Lutenegger, A.J. (1988) Current Status of the Marchetti Dilatometer Test. 1<sup>st</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PENETRATION TESTING - ISOPT-1, 1, Orlando, USA. *Proceedings...*18 p.
- Marchetti, S., Monaco, P.; Totani, G., Calabrese, M. (2001) The Flat Dilatometer Test (DMT) in Soil Investigations - A Report by the ISSMGE Committee TC16. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IN SITU MEASUREMENT OF SOIL PROPERTIES AND CASE HISTORIES, Bali, Indonesia. *Proceedings...*37 p.
- Monaco, P., Totani, G., Calabrese, M. (2006) DMT-predicted vs observed settlements: A review of the available experience. In: 2<sup>nd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE FLAT DILATOMETER, 2, Washington DC, *Proceedings...*9 p.
- Oh, W.T., Vanapalli, S.K. (2013) Scale Effects of Plate Load Tests in Unsaturated Soils. *International Journal of Geomate*, 4 (2), p.585–594.
- Rocha, B.P., Rodrigues, A.L.C., Rodrigues, R.A., Giacheti, H.L. (2021) Using a Seismic Dilatometer to Identify Collapsible Soils. *International Journal of Civil Engineering*, 20 (7), p.857–867. <https://doi.org/10.1007/s40999-021-00687-9>

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



- Rodrigues, A.L.C. (2020) *Estudo da Compressibilidade e da Colapsibilidade de um Perfil do Subsolo por meio do DMT*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia / Unesp, 122 p.
- Rodrigues, R.A., Prado Soares, F.V., Sanchez, M. (2021) Settlement of Footings on Compacted and Natural Collapsible Soils upon Loading and Soaking. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 147 (4), p. 04021010. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0002479](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0002479)
- Saab, A.L., Rodrigues, A.L.C., Rocha, B.P., Rodrigues, R.A., Giacheti, H.L. (2023) Suction Influence on Load-Settlement Curves Predicted by DMT in a Collapsible Sandy Soil. *Sensors*, 23 (1429), p.857-867. <https://doi.org/10.3390/s23031429>
- Schnaid, F., Odebrecht, E. (2012) *Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações - 2ª ed., 2ª Edição*, Editora: Oficina de Textos, 223 p.
- Silva, N.M., Rocha, B.P., Giacheti, H.L. (2019) Prediction of Load-Settlement Curves by the DMT in an Unsaturated Tropical Soil Site. *Soils and Rocks*, 42(3), p.351-361. <https://doi.org/10.28927/SR.423351>
- Terzaghi, K. (1943) *Theoretical Soil Mechanics*, JohnWiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, USA, 510 p.

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

