

Introdução:

Em obras de engenharia, as fundações são freqüentemente submetidas aos esforços externos verticais, horizontais e momentos fletores. Neste trabalho, estudou-se o comportamento do sistema solo-estaca sob carregamento horizontal, devido à sua ocorrência em projetos e sua ação condicionante no dimensionamento das fundações. Na ação de esforços horizontais em estacas, a camada de solo superficial é a que mais influencia o seu comportamento. Portanto, são críticas as situações em que as camadas de solo superficiais apresentam-se com baixa resistência e colapsíveis, como o solo estudado pela nessa pesquisa.

Materiais e Métodos:

Estacas metálicas tipo trilho, de seções transversais composta e simples, foram cravadas à percussão no Campo Experimental de Mecânica dos Solos e Fundações da Unicamp, localizado na Feagri, cujo subsolo apresenta uma camada superficial de solo argilo-siltoso, coluvionar, laterítico e colapsível, e submetidas a provas de carga horizontal estática, segundo as recomendações da NBR 12131/1991. A Tabela 1 apresenta as características dessas estacas metálicas e da estaca escavada que serviu de reação, pois as provas utilizaram o sistema de aplicação de carga no qual duas estacas são ensaiadas, sendo uma delas utilizada como reação. As provas de carga foram executadas com carregamento do tipo rápido e com o solo nas condições sem e com pré-inundação por 48 horas, simulando situações mais críticas. Na primeira condição, as estacas foram ensaiadas, monitoramento o valor da sucção matricial durante a execução das provas de carga, pois ela influencia no comportamento das fundações. Na segunda condição, as estacas foram reensaiadas com o solo pré-inundado, no qual o valor da sucção matricial é praticamente nulo, predominando uma situação mais crítica para a ocorrência do colapso. Os valores de sucção matricial foram obtidos por meio de tensiômetros convencionais devidamente calibrados e instalados próximos ao fuste das estacas.

Resultado e Discussão:

As Figuras 1 e 2 apresentam as curvas carga *versus* deslocamento horizontais e as curvas coeficiente de reação horizontal do solo (n_h) *versus* deslocamento horizontal na superfície do terreno (y_0), respectivamente, nas situações sem e com pré-inundação do solo ao redor do fuste das estacas. Observe-se que o efeito da pré-inundação em solos colapsíveis, independente da sessão transversal das estacas, causa expressivas reduções no coeficiente de reação horizontal do solo e, conseqüentemente, aumentos nos deslocamentos. A Tabela 2 mostra os valores de carga de ruptura, carga de colapso e valores médios de sucção matricial. A Tabela 3 indica os valores de reduções da capacidade de carga e de sucção matricial. Os valores de coeficiente de reação horizontal do solo e suas reduções estão nas Tabelas 4 e 5, respectivamente,

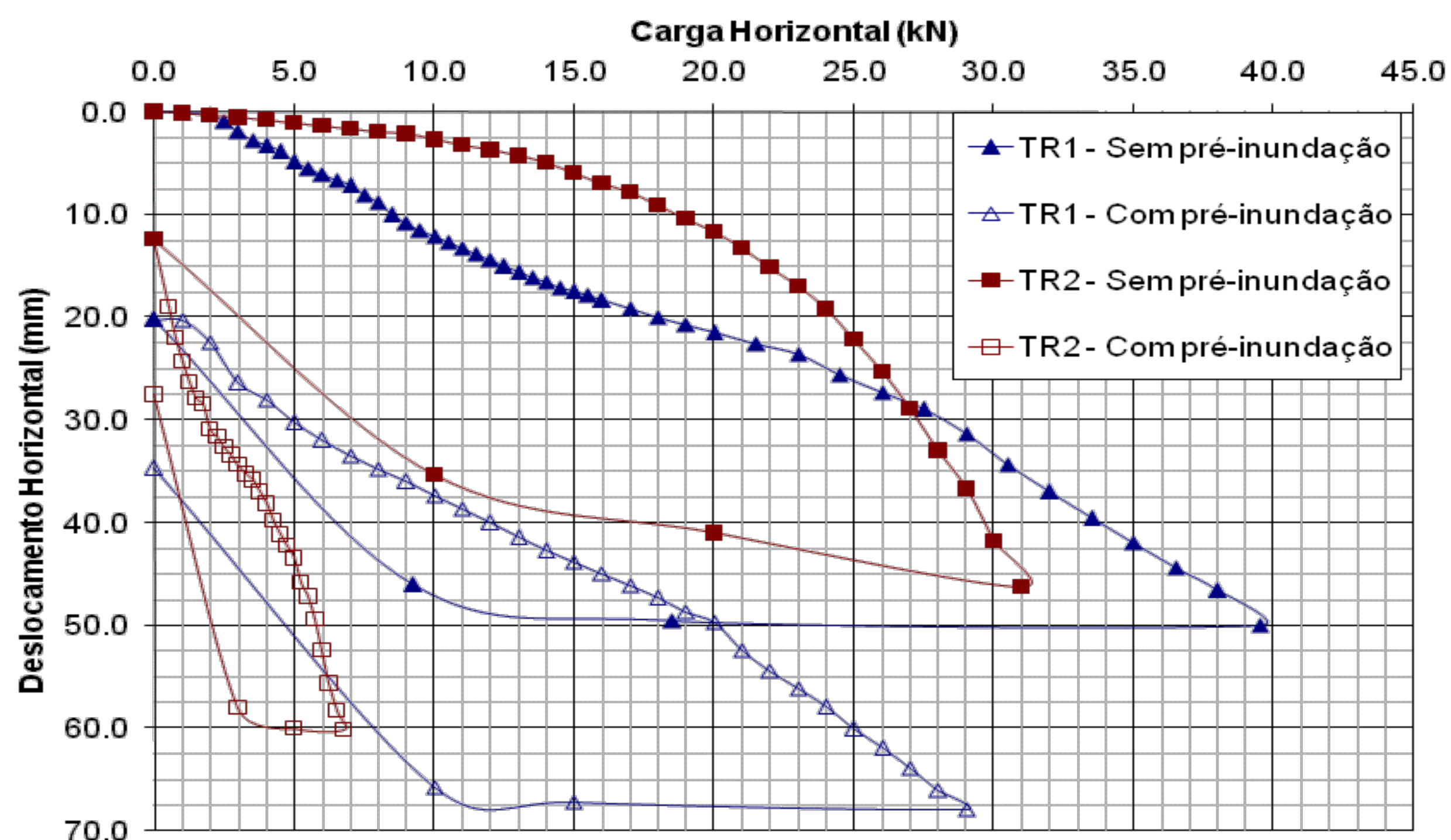


Figura 1. Curvas carga horizontal *versus* deslocamento horizontal

Tabela 1. Características das estacas metálicas tipo trilho e de reação.

Estaca	Profundidade	Seção	EI (kN.m ²)
TR1	18m	Trilho duplo (TR37)	1.997,10
TR2	12m	Trilho simples (TR37)	5.457,90
Reação	20m	D = 40cm	53.333,33

Tabela 2. Valores de carga de ruptura, carga de colapso e valores médios de sucção matricial.

Prova de carga	Estaca	Carga de ruptura convencional (kN)*	Deslocamento horizontal na ruptura (mm)	Sucção matricial (kPa)
Ensaio 1	TR1	$P_u = 27,5$	28,96	84,0
Ensaio 2	TR2	$P_u = 27,0$	28,89	88,0
Reensaio 1	TR1	$P_c = 25,0$	60,09	16,7
Reensaio 2	TR2	$P_c = 5,0$	43,44	17,3

Tabela 3. Valores de reduções da capacidade de carga e de sucção matricial.

Prova de carga	Estaca	Redução na capacidade de carga	Aumento no deslocamento horizontal	Redução da sucção matricial
Ensaio 1 e reensaio 1	TR1	9,0 %	107%	80,0%
Ensaio 2 e reensaio 2	TR2	18,5 %	50%	80,0%

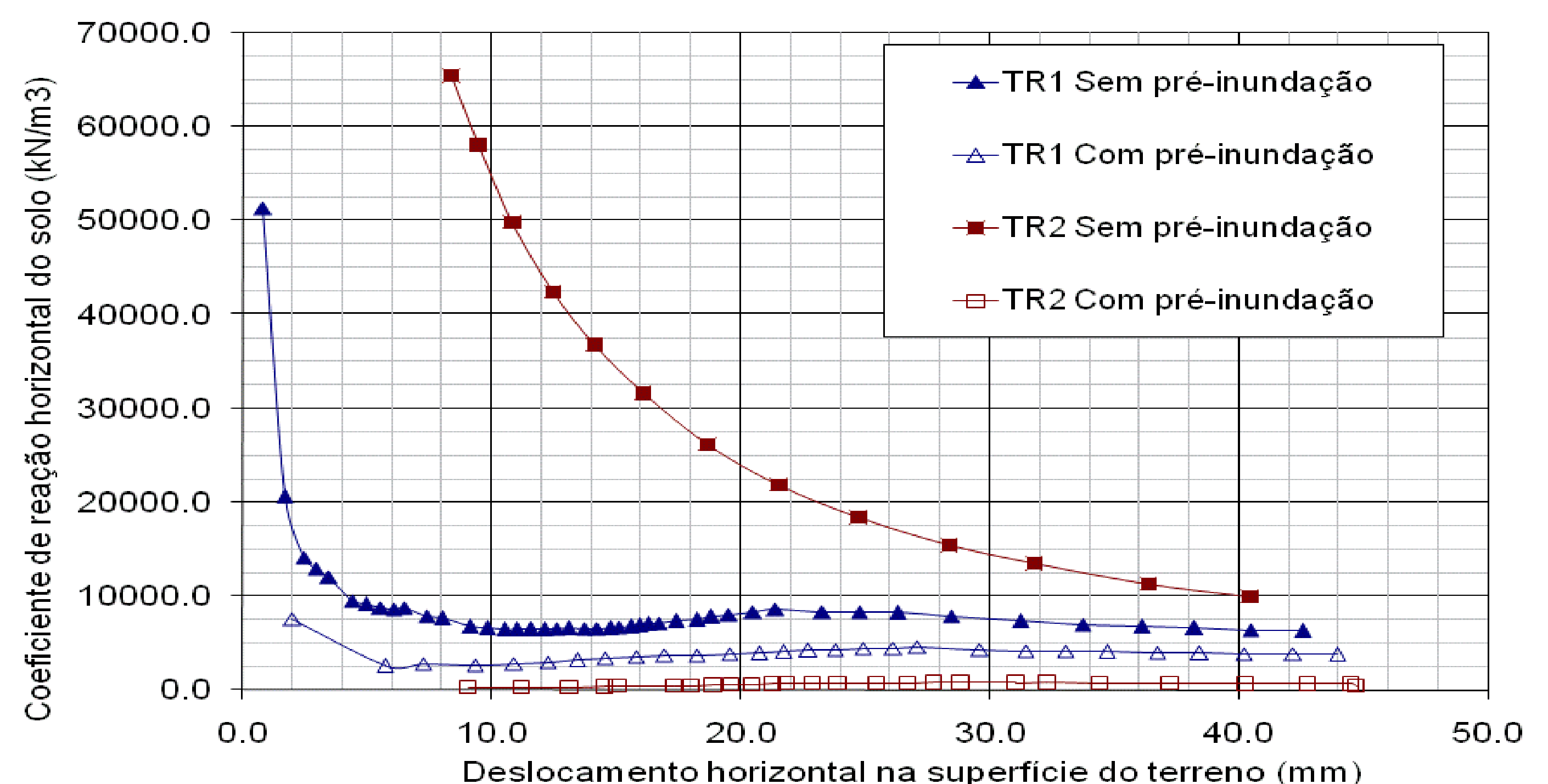


Figura 2. Curvas coeficiente de reação horizontal do solo *versus* deslocamento horizontal na superfície do terreno

Tabela 4. Valores de coeficiente de reação horizontal do solo

Prova de carga	Estaca	Coeficiente de reação horizontal do solo (kN/m ³)
Ensaio 1	TR1	6.810,5
Ensaio 2	TR2	64.177,9
Reensaio 1	TR1	3.376,5
Reensaio 2	TR2	386,9

Tabela 5. Valores de redução do coeficiente de reação horizontal do solo.

Prova de carga	Estaca	Redução do n_h	Redução da sucção matricial
Ensaio 1 e reensaio 1	TR1	49,6 %	80,0%
Ensaio 2 e reensaio 2	TR2	99,4 %	80,0%

Conclusão:

Os valores de carga de ruptura e do respectivo deslocamento horizontal das estacas foram bastante próximos na condição sem inundação do solo. Porém, com a pré-inundação, os valores de carga de colapso foram cinco vezes maiores para a estaca de seção composta, com respectivos deslocamentos horizontais com cerca de 40% maiores. A queda da sucção matricial do solo superficial ao redor dos fustes das estacas de 80% provocou uma no valor de n_h de 99,6% nas provas de carga da estaca seção simples e 49,6% nas provas de carga da estaca de seção composta.