



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA DOS SOLOS DA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL ATRAVÉS DE ENSAIOS DE PLACA

Alexia C. Wagner

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI
alexia-wagner@hotmail.com

Larissa F. Sasso

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI
larisasso08@hotmail.com

Felipe F. Kirschner

Egresso do curso de Engenharia Civil da UNIJUI
kirschnerfelipe@hotmail.com

Gabriel Verdi Leal

Egresso do curso de Engenharia Civil da UNIJUI
gabrielverdileal@gmail.com

Carlos A. S. P. Wayhs

Professor Mestre do curso de Engenharia Civil da UNIJUI
carlos.wayhs@unijui.edu.br

Resumo. *Buscando proporcionar segurança às obras com dados que representem a realidade, o projeto de fundações torna imprescindível a estimativa da capacidade de carga do solo, determinando-se a tensão máxima que pode ser aplicada pela estrutura sobre o mesmo. Em vista disso, se faz necessário compreender os métodos teóricos e semi-empíricos de obtenção de tais valores, comparando-os com os resultados obtidos pela prova de carga direta sobre o terreno. Assim, foram realizados os ensaios de placas, caracterização do solo e SPT nas cidades de Ijuí, Santa Rosa, Coronel Barros, Palmeira das Missões e Cruz Alta. Foram então aplicados dez métodos de obtenção da tensão admissível em relação aos resultados obtidos nos ensaios, onde quatro deles apresentaram valores próximos aos reais: Ruver (2005) pelo limite superior, Teng (1962), Teixeira e Godoy (1998) e Meyerhof (1965).*

Palavras-chave: *Fundações. Tensão Admissível. Prova de carga em placa.*

1. INTRODUÇÃO

Conforme Azeredo [7], pode-se definir fundação como o elemento estrutural responsável por transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia. A fundação deve transmitir de maneira segura as ações da superestrutura ao solo, evitando que recalques diferenciais provoquem a sua ruptura ou prejudiquem o sistema estrutural (ALVA [6]).

Portanto, deve-se conhecer o solo em que a edificação será executada. De acordo com Ruver [1], uma das formas de identificação geotécnica muito utilizada é a sondagem SPT, por ser um ensaio simples, prático e econômico. Esse resultado é usado em métodos semi-empíricos que permitem a obtenção da tensão admissível do solo de maneira indireta, a qual também pode ser obtida por métodos teóricos ou através do ensaio de placas, que é uma prova de carga direta sobre o solo.

Devido à praticidade, a Ref. [1] assera que os métodos semi-empíricos e teóricos são mais utilizados na estimativa da tensão



admissível do solo, porém, a maioria deles foi desenvolvida em países com solos sedimentares e características geológicas distintas das encontradas no Brasil. Portanto, torna-se necessário analisar o comportamento dos solos residuais da região através de provas de carga direta e comparar os resultados com os valores obtidos de maneira indireta, selecionando aqueles que se mostrarem mais fiéis à realidade.

Dessa maneira, já foram executados ensaios de placa e sondagens SPT em seis cidades do noroeste gaúcho, respectivamente Ijuí, Santa Rosa, Coronel Barros, Palmeira das Missões e Cruz Alta, a fim de verificar e comprovar a repetição dos resultados em solos com características semelhantes.

2. TENSÃO ADMISSÍVEL

Segundo a NBR 6122/2010, que especifica os projetos e execuções de fundações, a tensão admissível do solo representa a carga máxima que pode ser aplicada ao terreno para que atenda o limite de deformação da estrutura e os recalques admitidos. Tal carga representa a força aplicada sobre o elemento estrutural dividida pela área da base que faz a transmissão da carga para o solo. A mesma norma admite que seu valor seja estimado por métodos teóricos, semi-empíricos ou a partir de resultados de prova de carga direta sobre o solo. O valor da tensão admissível é imprescindível em qualquer dimensionamento, visto que influencia diretamente nas dimensões dos elementos estruturais. Consequentemente, a utilização de um valor adequado proporciona economia e segurança ao projeto.

3. ENSAIO DE PLACA

Conforme Menegotto [8], a prova de carga em placa se resume em um ensaio de compressão executado sobre a superfície do

terreno, através de uma placa metálica rígida. Tal ensaio deve reproduzir as condições previstas para o comportamento da estrutura.

A pesquisa apresenta análises de provas de carga sobre placa executadas com uma placa de 48 cm de diâmetro, seguindo os preceitos da NBR 6489/1984. Pode-se observar na Fig. 1, a execução do ensaio na cidade de Ijuí.



Figura 1. Ensaio de placa

Para determinar a tensão admissível real do solo a partir dos ensaios de placa efetuados, considerou-se a média entre os critérios de Alonso (2012) e de Cudmani (1994). Sendo que o método de Alonso considera a menor tensão entre os três seguintes resultados: valor da tensão de ruptura dividida pelo fator de segurança; tensão correspondente ao recalque de 25 mm dividido pelo fator de segurança; e a tensão correspondente ao recalque de 10mm. Já Cudmani determina a tensão admissível como a tensão correspondente ao recalque equivalente ao diâmetro da placa (em mm) dividido por 30. Este valor divide-se pelo fator de segurança. Para ambos os métodos, considera-se o valor do fator de segurança igual a dois de acordo com a NBR-6122/2010. Na Fig. 2 apresenta-se as curvas tensão versus recalque dos ensaios realizados, com a tensão em kPa e recalque em mm.

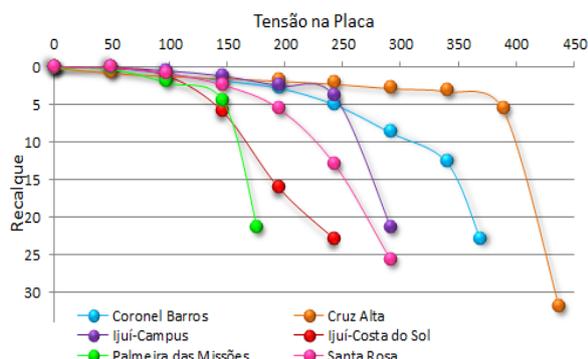


Figura 2. Curvas Tensão x Recalque

4. SPT

Segundo Schnaid e Odebrecht [4], uma das ferramentas mais econômicas e rotineiras de investigação geotécnica adotada em praticamente todo o mundo é a sondagem SPT (*Standard Penetration Test*). Este ensaio permite obtenção de propriedades físicas e mecânicas do solo e segue os preceitos da NBR 6484 /2001.

De acordo com Ruver e Consoli [2], considera-se a média aritmética dos valores N_{SPT} na profundidade de duas vezes a menor dimensão da base da fundação (96cm para a placa de 48cm), corrigindo-se a diferença de energia pela multiplicação do fator de 1,2 do número de golpes.

Os valores de N_{SPT} utilizados na seguinte pesquisa foram cedidos pelas empresas de sondagem. Para a obtenção das estimativas de tensão admissível, foram adotadas as metodologias de cálculo teóricos e semi-empíricos de Terzaghi, Ruver, Teixeira e Godoy, Mello, Bowles, Meyerhof, Teng, Parry, Peck, Burland e Burbidge, cujas formulações podem ser consultadas em Immich [5] e Kirschner [3].

5. RESULTADOS

Após execução de cálculos respectivos às metodologias selecionadas para o presente estudo é possível realizar algumas considerações.

Para o método teórico de Terzaghi, a partir dos coeficientes adotados, o solo que teve a tensão admissível mais próxima do valor real foi o solo de Ijuí na região do Campus, sendo este superestimado em 32,60%. Já o solo de Ijuí na região Costa do Sol, obteve a maior variação chegando a dobrar o valor, superestimando em 104,16% a capacidade de carga do solo.

Quanto aos métodos semi-empíricos, os que mais se aproximaram dos valores reais obtidos por meio dos ensaios de placa, foram: Ruver (2005) pelo limite superior, Teng (1962), Teixeira e Godoy (1998) e Meyerhof (1965). Entretanto, alguns ficaram muito distantes, não representando de maneira eficaz os solos da região analisada: Burland e Burbidge, Ruver (2005) pelo limite inferior, Meyerhof (1956) e Bowles. Essas análises podem ser visualizadas na Fig. 3.

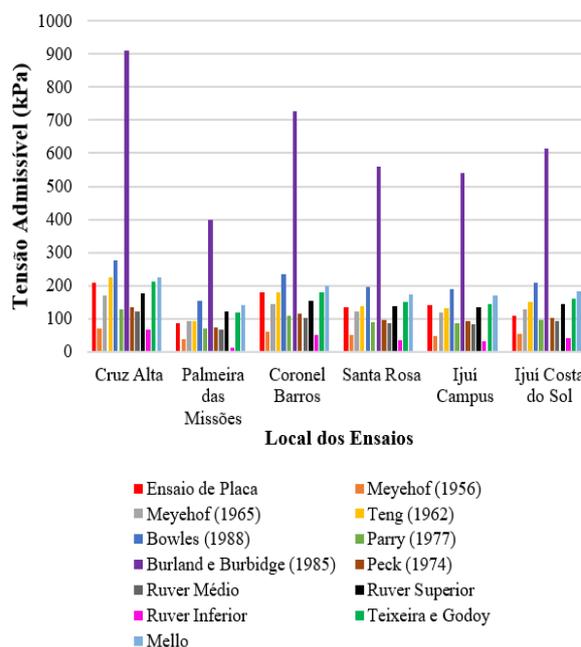


Figura 3. Tensão Admissível pelos métodos

Por fim, admitindo-se uma relação entre tensão admissível do ensaio de placa e o valor N_{SPT} , mostra-se uma relação entre 12 a 17 para a correlação.



Agradecimentos

Agradecemos ao LEC da UNIJUÍ pelo empréstimo de equipamentos para os ensaios, ao MEC/SESu pelas bolsas PET e às empresas colaboradoras.

2. REFERÊNCIAS

- [1] C. A. Ruver. Determinação do comportamento carga-recalque de sapatas em solos residuais a partir de Ensaio SPT. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, 2005, F.179.
- [2] C. A. Ruver; N. C. Consoli. Tensão admissível de fundações superficiais assentes em solos residuais determinada a partir de ensaios SPT. In. GEOSUL. 2006, [S.l]. Anais..., 2006.
- [3] F. F. Kirschner. Estudo do comportamento de carga e recalque de solos residuais lateríticos argilosos, naturais e estabilizados, visando uso em fundações superficiais. 2017. Dissertação de graduação em Engenharia Civil: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí RS, 2017.
- [4] F. Schnaid; E. Odebrecht Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012, 223 p.
- [5] G. Immich. Estudo da capacidade de carga e recalque de solos residuais do noroeste do Rio Grande do Sul. 2016. Dissertação de graduação em Engenharia Civil: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí RS, 2016.
- [6] G. M. S. Alva. Projeto estrutural de sapatas – Notas de aula. UFSM, Centro de Tecnologia, Departamento de Estruturas e Construção Civil, 2007. 39p.
- [7] H. A. Azeredo. O edifício até sua cobertura – Prática da construção civil.

2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 182 p. il. Inclui bibliografias.

- [8] M. L. Menegotto. Previsão da curva tensão-recalque de ensaios de placa em solo não saturado. 2004. Tese para a obtenção do título de Doutor em Geotecnia. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das comparações de diferentes metodologias com os resultados do ensaio de placas, nota-se que muitas delas apresentaram valores de tensão admissível diferentes dos obtidos em campo, comprovando uma diferença entre os solos da região em estudo com os estrangeiros. Assim, em uma maior quantidade de cidades, os métodos que obtiveram melhores resultados quando comparado com a tensão real foram os métodos de Meyerhof, Teixeira e Godoy, Ruver limite superior e Teng. Por outro lado, buscou-se uma correlação realizando a razão da tensão admissível obtida pelo ensaio de placa, e a média do N_{SPT} na área do bulbo de tensões equivalente a $2B$. Observou-se um padrão de estimativa para os solos residuais, onde os solos com tensão admissível maiores demonstraram em média um valor de 16 kPa/golpe, já para os solos de menor tensão admissível, apresentaram em média 12 kPa/golpe. Assim, pode-se perceber que a pesquisa realizada contribui com a formação de uma base confiável de dados para determinação da tensão admissível dos solos do noroeste do Rio Grande do Sul.