

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

ESTUDO DA CAPACIDADE DE CARGA DE SOLOS RESIDUAIS DO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL¹

Bruna Vogt Bär², Hugo Steinner³, Lucas Diego Riske⁴, Tiago José Fisher⁵, Renan Moreira⁶, Carlos Alberto Simões Pires Wayhs⁷.

¹ Pesquisa integrante do projeto de pesquisa institucional da UNIJUI: Estudo da Capacidade de Carga e Recalque de Solos Residuais do Noroeste do RGS, pertencente ao Grupo de Pesquisa em: Novos Materiais e Tecnologias para a Construção.

² Acadêmica do Curso de Engenharia Civil – UNIJUI, Bolsista PIBIC/UNIJUI, bruna.vogt@hotmail.com

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – UNIJUI, hugo_steinner@hotmail.com

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – UNIJUI, lucasdiegoriske@yahoo.com.br

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – UNIJUI, tj.fischer@hotmail.com

⁶ Egresso do Curso de Engenharia Civil – UNIJUI, renan.moreira@unijui.edu.br

⁷ Professor Mestre em Engenharia Civil pela UFRGS na UNIJUI, Orientador, carlos.wayhs@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Segundo Terzaghi e Peck (1962), o passo mais importante no projeto de fundações é a determinação da tensão máxima que pode ser aplicada no solo, sem causar a ocorrência de ruptura do mesmo nem apresentar recalques excessivos.

Já Ruver (2005) argumentou que os conceitos clássicos da mecânica dos solos foram desenvolvidos a partir do estudo de areias e argilas, sendo estes conceitos utilizados para qualquer tipo de solo, independentemente do estado em que se encontra e composição granulométrica. Neste sentido vêm ocorrendo muitas preocupações e dúvidas sobre a real validade dos parâmetros obtidos por estas metodologias quando aplicadas a outros tipos de solos, já que os solos residuais apresentam uma configuração geológica e histórica de formação bastante distinta dos solos sedimentares, formada de uma composição bastante variada ao invés de geralmente apresentar-se em camadas de areia ou argila.

Destas inquietações surgiu o interesse no tema. Da parceria de outro projeto do orientador com o Doutor Cesar Alberto Ruver, ex-professor da FURG e atualmente na UFRGS, decidiu-se criar em final de maio de 2014 projeto de pesquisa institucional denominado de “Estudo da Capacidade de Carga e Recalque de Solos Residuais do Noroeste do Rio Grande de Sul”, vinculado ao Grupo de Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para a Construção, grupo este certificado no DGP (Diretório dos Grupos de Pesquisas no Brasil) do CNPQ. Passo seguinte para consolidação da empreitada, foram adquiridos no segundo semestre do ano passado pela Universidade os equipamentos necessários para a execução de ensaios de placa.

Sendo parte integrante deste projeto, esta pesquisa visa estudar o comportamento carga-recalque de fundações superficiais assentes em alguns solos residuais do noroeste gaúcho utilizando ensaios de carregamento sobre placas. A partir dos resultados pretende-se comparar os valores de campo das tensões admissível e de ruptura bem como os de recalque com os obtidos através de métodos de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

cálculo. Desta forma, espera-se proporcionar aos engenheiros de fundações maior conhecimento e consequentemente segurança para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura para solos semelhantes aos estudados.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia desta pesquisa contempla a execução de ensaios de placa, ensaios de caracterização geotécnica e de comportamento quanto a compactação e suporte dos solos, ensaio de sondagem SPT (Teste de Penetração Padrão) no mesmo local do ensaio de placa, análise dos resultados, estimativas tanto das tensões admissível e de ruptura como dos recalques dos solos por métodos analíticos, empíricos e semiempíricos e por último comparar estes valores com os obtidos dos ensaios de placa.

Os ensaios de placa são realizados de acordo com o recomendado pela NBR 6489/1984 intitulada “Prova de carga direta sobre terreno de fundação”. (ABNT, 1984). Utiliza-se um conjunto de placas circulares de aço maciço, uma de 48 cm e outra de 80 cm de diâmetro. A aplicação de carga é realizada por um macaco hidráulico, cujo acionamento é feito por uma bomba hidráulica acoplada ao macaco com capacidade máxima de 700 bar. Também são utilizados três relógios deflectômetros, que medem as deformações ocorridas nas placas com a aplicação de carga, com leituras de 0,01 mm e cursor máximo de 30 mm, apoiados entre si nas placas a 120° e fixados em uma régua retangular de referência.

Segundo a NBR 6489/84, após cada aumento de carga aplicada, os recalques são lidos imediatamente em intervalos sucessivos e dobrados (1, 2, 4, 8, 15, minutos, e etc.) até que as leituras estejam estabilizadas (com uma tolerância máxima de 5% de diferença do recalque total entre leituras). O ensaio deverá ser executado até, pelo menos, observar-se um recalque de 25 mm ou até atingir-se o dobro da taxa admitida pelo solo. Para a descarga serão utilizados os mesmos critérios de leitura e de estabilização considerados para o carregamento. (ABNT, 1984)

A partir de ensaios de laboratório de caracterização classificar-se-ão os solos pelo sistema unificado de classificação de solos, método rodoviário e MCT, além da obtenção de características de compactação e suporte do solo. Complementarmente efetuar-se-á sondagem SPT para conhecer o perfil geotécnico de cada local ensaiado. A partir dos resultados realizar-se-ão para cada solo diversas análises para comparar os valores tanto de tensões admissível e de ruptura como de recalque estimados por diversos métodos, teóricos, empíricos e semiempíricos.

Já foram realizados nas cidades de Pinhal e Santa Rosa dois ensaios de placa nos diâmetros de 48 e 80 cm. Também foi realizado um ensaio com a placa de 48 cm em Coronel Barros. Pretende-se pelo menos para esta pesquisa ainda este ano realizar mais um ensaio com a placa de 80 cm em Coronel Barros e outros dois com as duas placas em Ijuí.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados obtidos do ensaio no campo é possível traçar-se o gráfico de Tensão-Recalque para cada placa. Também se obtém uma curva normalizada pela divisão do recalque medido pelo diâmetro da placa, obtendo-se assim, um valor adimensional do recalque ocorrido no solo de estudo. A partir dos gráficos gerados, obtém-se os valores de tensões admissível e ruptura e de recalque baseados em critérios recomendados pela literatura como por exemplo o critério da Prefeitura de Boston que permitem o dimensionamento de fundações superficiais.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Na Figura 1 apresenta-se gráfico do comportamento carga-recalque dos dois primeiros ensaios de placa realizados, no dia 11 de novembro de 2014 na cidade de Pinhal – RS. Para estes ensaios, o sistema de reação adotado foi um caminhão caçamba carregado, disponibilizados pela prefeitura de Pinhal. Infelizmente ambos os ensaios tiveram que ser encerrados numa fase de recalque que não se configuraria ruptura ou recalque excessivo, devido a limitação do cursor do macaco hidráulico e o pouco peso do sistema de reação. Mesmo assim é possível tecer algumas considerações. Acredita-se que o comportamento não usual apresentado nesta curva se deve pela presença de rocha no perímetro alcançado pelo bulbo de tensões das placas. De acordo com o critério proposto por Cintra (2003), inferiu-se, para a placa de 48 cm, uma tensão admissível de 900 KPa, e 1392 KPa para a placa de 80 cm. A Figura 1 mostra o local do ensaio de placa em solo natural, após o descarregamento da placa, verifica-se um afundamento no local em que a placa 48 cm estava. Para a placa de 80 cm não foi perceptível esse afundamento devido ao baixo recalque obtido.

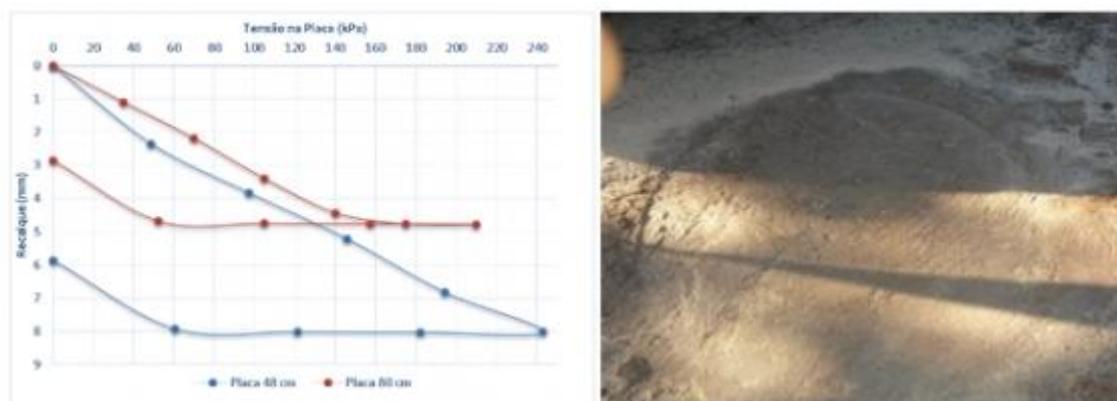


Figura 1 - Curva tensão-recalque e ruptura por punção no ensaio em Pinhal (MOREIRA, 2014)

Para os ensaios de placa realizados em Santa Rosa, o sistema de reação adotado foi uma escavadeira hidráulica de 16,56 t, disponibilizada pela prefeitura de Santa Rosa, que possuía alto peso estacionário e ausência de sistema de amortecimento. Uma vez que na placa de 80 cm a ruptura do solo não foi atingida devido limitações de capacidade do sistema de reação, realizou-se a extrapolação da curva tensão-recalque da placa de 48 cm, com base na semelhança da comparação dos gráficos normalizados até onde foi possível realizar o carregamento das placas, conforme apresentam-se na Figura 2.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

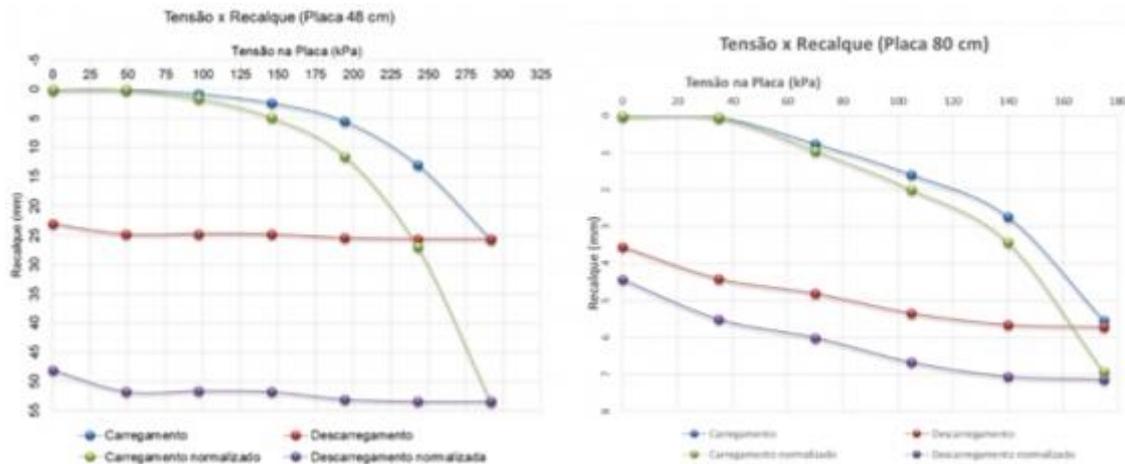


Figura 2 - Curvas tensão-recalque – Santa Rosa – RS (RISKE, 2015)

Para a obtenção da tensão admissível, adotou-se dois métodos; o critério de Boston, apresentada por Pinto (1998), onde a tensão admissível é a menor tensão entre os valores apresentados em um recalque de 10 mm e 25 mm/2; e o critério d/30 descrito em Russi (2007) e Kublic (2010). Após uma média dos valores encontrados através desses dois métodos, estipulou-se uma tensão admissível de 131,38 KPa para o local de estudo. No término dos ensaios verificou-se o tipo de ruptura que ocorreu durante o ensaio. A placa de 48cm de diâmetro apresentou uma deformação típica de ruptura por puncionamento, conforme mostrado na Figura 3. Novamente não foi possível constatar o tipo de ruptura para a placa de 80 cm, pelo fato do sistema de reação não conseguir aplicar uma carga suficiente para reagir contra a força que o solo exerce durante o ensaio.



Figura 3 - Local de ruptura do solo após ensaio – Santa Rosa - RS (RISKE, 2015)

Para o ensaio de placa realizado na cidade de Coronel Barros – RS, foi utilizado a placa de 48 cm, sendo que, devido problemas logísticos, ainda não foi possível realizar o ensaio com a placa de 80 cm. Adotou-se o uso de uma escavadeira hidráulica para o sistema de reação disponibilizado pela

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

empresa Camillo Construções e Terraplenagem Ltda. Na Figura 4 observa-se a curva para o ensaio realizado e a imagem da ruptura por punção ocorrida.



Figura 4 – Curva tensão-recalque e ruptura por punção no ensaio em Coronel Barros (Autoria Própria, 2015)

CONCLUSÕES

Ainda que o processo de coleta de dados ainda não esteja concluído, uma vez que falta executar o ensaio de placa de 80 cm em Coronel Barros e das duas placas em Ijuí, as análises realizadas até o momento já indicam uma convergência dos principais métodos para a tensão admissível. Observa-se, também, que os solos regionais indicam ruptura por punção. Espera-se com a execução dos outros ensaios programados analisar se há existência de convergência de comportamento dos solos da região. Também pretende-se avaliar o comportamento dos solos quanto aos recalques.

PALAVRAS-CHAVE

Ensaio de placa. Tensão admissível. Fundações superficiais.

AGRADECIMENTOS

À UNIJUI, pela bolsa PIBIC possibilitando a participação nesta pesquisa, às prefeituras de Santa Rosa e Pinhal e à Camillo Construções e Terraplenagem Ltda por disponibilizarem equipamentos como escavadeiras e caminhões para a realização os nossos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6489: Prova de Carga Direta sobre Terreno de Fundação. Rio de Janeiro, 1984. 2 p.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nori; ALBIERO, José Henrique. Tensão admissível em fundações diretas. São Carlos: RiMa, 2003. 135.p.

KUBLICK, Cristiane. Ensaio de placa em solo laterítico na cidade de Santo Ângelo. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010

MOREIRA, Renan. Estudo da capacidade de carga e recalque de solo residual de basalto. 2014. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, Ijuí, 2014.

PINTO, Carlos de Souza. Propriedades dos solos. In: HACHICH, Waldemar (Org). et al. Fundações: teoria e prática. 2. Ed. São Paulo: Pini, 1998. 754 p.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

RISKE, L. D. Análise da capacidade de carga e recalque de solo residual da cidade de Santa Rosa - RS. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, DCEEng, UNIJUI, Santa Rosa, 2015.

RUSSI, Daniel. Estudo do comportamento de solos traves de ensaios de placa de diferentes diâmetros. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RUVER, C. A. Determinação do Comportamento Carga-Recalque de Sapatas em Solos Residuais a partir de Ensaios SPT. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, 2005, 179 f.

TERZAGHI, K.; PECK, R. B. Mecânica dos solos na prática da engenharia. Tradução Antônio José da costa nunes e Maria de Lourdes campos campelo. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1962. p. 566.