

1.

Introdução

1.1

Motivação e objetivo do trabalho

Depósitos de solos moles são bastante comuns nas regiões costeiras brasileiras, sendo duas as principais preocupações quando são executados carregamentos sobre esse tipo de solo: recalques excessivos e ruptura do solo de fundação. Na cidade do Rio de Janeiro, em particular, são conhecidos diversos casos de obras que sofreram recalques pós-construtivos de grande magnitude, além dos previstos.

Situações como essa não são incomuns pois, apesar de as bases da Mecânica dos Solos terem sido lançadas há cerca de 90 anos, quando se trata de aterros convencionais sobre solos moles ainda não é possível obter uma resposta definitiva a dois questionamentos, por mais abrangente que tenha sido a campanha de investigações geotécnicas em campo e em laboratório:

- (i) Qual será o recalque após longo período (décadas) ?
- (ii) Quando os recalques cessam ?

Responder taxativamente a questões tão simples de serem formuladas é impossível nos dias de hoje principalmente devido ao desconhecimento sobre o mecanismo da compressão secundária, que ainda não foi plenamente compreendido. Essa assertiva pode ser amparada pela citação de Leroueil, Kabbaj, Tavenas e Bouchard (1985), que permanece atual mesmo passados 30 anos:

Cerca de meio século após o trabalho de Terzaghi (1923) e Buisman (1936) os engenheiros ainda não estão decididos sobre se há uma combinação de compressões primária e secundária durante o adensamento primário de camadas espessas de argila. (LEROUEIL ET AL, 1985, p. 160, tradução nossa).

Ademais, ainda que alguém se aventure a prover respostas àquelas questões, são raríssimos os casos documentados na literatura mundial sobre os quais se conhecem, com razoável grau de certeza, o perfil geotécnico, a história de carregamento e a evolução de recalques por longo prazo. E sem essas informações a resposta não pode ser validada na prática.

Sobre as teorias existentes para responder a questionamentos como os apresentados anteriormente, cabe uma observação feita por Peck (1942), em um artigo sobre cargas admissíveis em solos argilosos, e aqui transcrita no idioma original, *in extenso*:

It does not appear that new theories are needed for a study of the problem of foundation design in Chicago. The present need is for the conscientious collection of settlement data as previously outlined, together with a record of the physical properties of the underlying soils. (PECK, 1942, p. 78).

Ralph Peck parecia estar querendo dizer, 72 anos atrás, que a chave para a compreensão do fenômeno que regia os recalques eram as observações de campo.

De 1942 até os dias atuais, diversas teorias surgiram tentando elucidar os recalques primário e secundário, porém muito pouco se avançou no sentido de formar um banco de dados em nível mundial com esse tipo de informação. Talvez o porquê desse fato possa ser explicado no próximo parágrafo.

Roy Olson, na conclusão de sua Terzaghi Lecture (Olson, 1998) levantou alguns problemas que, em sua visão, claramente influenciavam na exatidão das previsões de recalque. Um dos tópicos diz respeito aos efeitos do adensamento secundário, que merece aqui ser transcrito, também no idioma original, *in extenso*:

[...] Field data documenting long-term behavior are required. Many field observations terminate when a structure (pavement, bridge, tank etc.) is constructed, because the instrumentation is destroyed, the client is not interested in paying for continued readings, and the engineer does not wish to risk being sued based on the documented movements. (OLSON, 1998, p. 668)

Levando em conta todos esses aspectos, o autor acredita ser capaz de contribuir para preencher uma modesta parte da enorme lacuna existente no que tange à escassez de casos de campo com acompanhamento de recalques por longo período, no qual sejam conhecidos o perfil geotécnico e a história de carregamento.

Para isso, a presente pesquisa se desenvolveu em um local onde essas condições foram razoavelmente bem atendidas, tanto pelo acesso que se teve à documentação da obra quanto pelos trabalhos de Sandroni (2001, 2006 e 2012), desenvolvidos no mesmo terreno ora em estudo.

O principal objetivo do trabalho é analisar os recalques ocorridos no aterro desde seu lançamento, 18 anos atrás, à luz de ensaios de campo e laboratório executados especificamente para esta pesquisa. Para isso, no início da pesquisa foram instalados pinos de recalque para verificar se o terreno ainda se encontrava em compressão, situação que exigiu o desenvolvimento de um procedimento específico que permitisse captar as baixíssimas velocidades de deformação em andamento.

Para a pesquisa, também foram executados em laboratório, além dos ensaios de caracterização, ensaios oedométricos de longa duração, visando obter informações para a compreensão do comportamento de longo prazo dos solos existentes no terreno.

Ao final, reunindo todos os resultados disponíveis, especula-se sobre o tempo necessário para que os recalques no terreno estabilizem.

O autor tem a ambição (e a esperança) de que os resultados aqui gerados possam servir para a verificação e/ou o refinamento de teorias que se proponham a trazer luz ao fenômeno do adensamento secundário, já que qualquer modelo de comportamento, por mais sofisticado que seja, só poderá ser validado se suas previsões concordarem com as observações de campo.

1.2

Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em oito capítulos, incluindo o atual.

No segundo capítulo é apresentada uma breve revisão da literatura, principalmente com vistas a embasar teoricamente as análises procedidas no capítulo sete.

No terceiro capítulo está descrito o local escolhido para o presente estudo, apresentando as informações disponíveis previamente ao início deste trabalho, como ensaios de campo e laboratório e outras informações colhidas de artigos científicos sobre a obra. São apresentadas, também, fotos atuais e um levantamento planialtimétrico comparando a situação atual do terreno com a que

existia logo após sua pavimentação. Ao final são apresentadas informações obtidas em outras pesquisas desenvolvidas em terrenos vizinhos, com o objetivo de comparar os resultados de ensaios disponíveis com os oriundos de campanhas próximas.

No quarto capítulo são descritas as atividades desenvolvidas em campo, como os ensaios de piezocone e palheta, a coleta de amostras indeformadas e a instalação do poço de monitoramento de nível d'água. São também apresentados os resultados dos ensaios de campo.

O quinto capítulo discorre sobre os ensaios de laboratório e sobre as peculiaridades dos solos em estudo, observadas durante o manuseio do material. São apresentados e descritos os procedimentos dos ensaios de adensamento oedométrico convencionais e de longa duração, bem como aspectos particulares sobre o comportamento dos solos em questão.

O sexto capítulo foi inteiramente reservado para explorar o procedimento para medição precisa de recalques desenvolvido ao longo do presente trabalho, onde a técnica é abordada em detalhes. Os erros envolvidos no processo como um todo são descritos e, ao final, faz-se uma análise de como a incerteza associada ao método transmite-se aos resultados obtidos.

No sétimo capítulo todas as informações apresentadas do terceiro ao sexto capítulos são analisadas e comparadas com o objetivo de se obter faixas de valores para os recalques já ocorridos e ainda por ocorrer. Encerra-se o capítulo com uma especulação sobre o tempo necessário para que os recalques cheguem a termo.

Por fim, o oitavo capítulo apresenta as conclusões da presente dissertação e sugestões para pesquisas futuras.

As referências bibliográficas citadas ao longo da dissertação são apresentadas após o último capítulo.