

8.

Conclusões e sugestões para pesquisas futuras

8.1

Conclusões

A presente dissertação procurou apresentar uma contribuição ao estudo de recalques em terrenos altamente compressíveis, enfocando as medições após longo período desde o carregamento. O caso em tela é bastante peculiar pois trata-se de um aterro sobre o qual há informações razoavelmente boas sobre o perfil geotécnico, a história de carregamento e a evolução dos recalques. Mas o principal diferencial deste caso frente aos demais é que se trata de um aterro de grandes dimensões construído sobre uma camada de solo mole de espessura pequena e praticamente constante no entorno do local em estudo. Esses aspectos tornam bastante plausível assumir condições de adensamento próximas às unidimensionais. Conta-se, ainda, com a ventura de existirem caixas estaqueadas distribuídas pelo aterro que servem como benchmarks e registram, de maneira indelével, a magnitude dos recalques ocorridos.

As principais conclusões do trabalho são as seguintes:

- (i) O objetivo inicial da pesquisa era medir recalques após 18 anos desde o lançamento do aterro. De início, não se sabia se isso seria possível tendo em vista o desconhecimento sobre se os recalques ainda estariam ocorrendo e se a precisão dos equipamentos disponíveis seria suficiente para captar velocidades tão baixas em espaço de tempo relativamente curto (meses). O procedimento desenvolvido pelo autor para aumentar a precisão das medições mostrou-se exitoso, pois além de comprovar que os recalques estão, sim, em andamento, a precisão permitiu bons ajustes logarítmicos, o que não seria possível caso as leituras experimentassem oscilação demasiada;
- (ii) A campanha de ensaios de laboratório, sobretudo na parte relativa aos ensaios de longa duração, foi muito bem sucedida, pois conseguiu reproduzir os resultados obtidos por Feijó & Martins (1993), Remy et al. (2011) e Andrade (2009) na obtenção de OCR_{sf} a partir de ensaios de

descarregamento. Entretanto, cumpre observar que os valores obtidos foram superiores aos sugeridos por aqueles pesquisadores, que chegaram a valores no máximo iguais a 2,1, sendo que no presente trabalho este valor ficou comprovado que seria superior a 2,4 para as duas camadas de solo ensaiadas (tanto em relação à linha EOP quanto em relação à linha $d\varepsilon/dt = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$). Tais valores não se coadunam com as observações da prática da engenharia, segundo Sandroni (2014), pois valores de OCR_{sf} tão altos conduziriam a recalques em longo prazo exagerados, situação sobre a qual não se tem registro na cidade do Rio de Janeiro;

- (iii) Os valores da relação C_α/C_c , obtidos no capítulo 7 são bastante superiores ao valor limite proposto por Mesri e seus colaboradores, que é de 0,07 para solos turfosos. Os parâmetros obtidos ao longo da pesquisa apontam que o valor dessa relação chega a ser seis vezes maior no caso extremo. Ainda que o procedimento usado para se chegar a essa conclusão não seja rigoroso, pois admite valores médios para parâmetros de solos com propriedades bastante diferentes (e_0 e C_α), é razoável admitir que se o valor médio para os dois solos é alto, na realidade um deles deve ser ainda mais alto ou, no mínimo, os dois possuem o mesmo valor para o parâmetro. De todo modo, confirma-se aqui a brecha no suposto postulado, identificada anteriormente por Sandroni (2012);
- (iv) Os coeficientes de adensamento obtidos nos ensaios de adensamento oedométrico para a camada turfosa são da ordem de 100 vezes menores do que os comumente encontrados nas argilas do Rio de Janeiro. Esses valores foram confirmados por ensaios de laboratório realizados em terrenos próximos. O único ensaio de dissipação de piezocone feito nessa camada apresentou comportamento bastante anômalo, indicando que, de fato, o coeficiente de adensamento seria bem mais baixo do que usual. Some-se a isso, o fato de o valor de OCR obtido em ensaio de adensamento para as amostras indeformadas extraídas dessa camada terem apresentado valor inferior a 1,0, o que é não é possível. Todos

esses aspectos sugerem que a camada turfosa ainda teria excessos de poropressão remanescentes do carregamento lançado 18 anos atrás;

- (v) Os ensaios químicos realizados indicam que o solo apresenta grau de salinidade dentro da mesma faixa de valores encontrada em outras regiões do Rio de Janeiro e os ensaios mineralógicos não identificaram presença de argilominerais do grupo da esmectitas, o que poderia explicar recalques pronunciados, especialmente na fase secundária;
- (vi) O procedimento de estimar a ordem de grandeza dos recalques fazendo uso somente da variação de índice de vazios antes e após o carregamento, embora seja óbvio pela teoria, mostrou-se bastante válido, sobretudo por sua simplicidade. Se as estimativas aqui feitas se valendo desse expediente não estiveram em uma faixa estreita de valores, isso se deveu, principalmente, à incerteza relacionada aos parâmetros da fase inicial da obra, que possuíam grande dispersão nos seus valores;
- (vii) Essa incerteza também se fez presente em outros parâmetros importantes para a estimativa de recalques, motivo pelo qual a faixa de valores obtida foi tão ampla, dificultando a acurácia das previsões. Identificou-se que algumas das informações contidas em Sandroni (2001) não se confirmaram por ocasião da presente campanha, sobretudo no que tange à altura de aterro lançada, que naquele artigo constava como sendo 2,3 m e as prospecções recentes mostraram que a altura de aterro existente é próxima a 3,0 m.

8.2

Sugestão para pesquisas futuras

Pelo nível de aprofundamento que o autor considera bastante para uma dissertação de mestrado, algumas questões não puderam ser abordadas com a profundidade desejada no presente trabalho. Por esse motivo, seguem abaixo os tópicos julgados mais interessantes para pesquisas futuras:

- (i) Instalar piezômetros (elétricos ou tipo Casagrande) em diferentes profundidades da camada de solo mole ou fazer ensaio de dissipação

(com sonda piezométrica ou piezocone) até a estabilização dos excessos de poropressão gerados, para averiguar se ainda existem excessos significativos na camada superior;

- (ii) Instalar extensômetros verticais (aranhas magnéticas) ou medidores de recalque profundos na interface entre as camadas para medir separadamente o recalque em andamento em cada camada;
- (iii) Fazer mais ensaios de adensamento oedométrico de longa duração com descarregamento gerando OCR entre 2 e 3, para obter a linha de fim de secundário com maior acurácia;
- (iv) Fazer ensaio de adensamento oedométrico no solo turfoso em equipamento que permita o monitoramento do excesso de poropressão (equipamento de CRS), para verificar se a previsão de fim de primário obtida pelo método de Taylor é confirmada pela medição de poropressão;
- (v) Análise numérica do adensamento em dupla camada;
- (vi) Realizar ensaios na camada de argila inferior, situada entre 13 e 16 metros de profundidade para verificar sua compressibilidade;
- (vii) Ensaios de determinação da massa específica dos grãos através de diferentes técnicas (via úmida ou via seca e remoção de ar por vácuo ou por aquecimento) para verificar como a presença de matéria orgânica afeta os resultados.