

1

Introdução

1.1

Contexto

O setor da construção civil brasileiro recebeu grande incentivo ao crescimento nos últimos anos, motivo pelo qual surgiram diversos empreendimentos imobiliários e industriais pelo país.

O crescimento das cidades e, portanto, a escassez de áreas cujas condições são mais favoráveis à implantação destes empreendimentos, fez com que houvesse uma evolução das técnicas construtivas para a ocupação de regiões mais “desafiadoras”, em termos geotécnicos. Áreas que apresentam condições desfavoráveis, como, por exemplo, declividade acentuada, presença de solos moles e variações significativas do nível d’água, geram desafios aos engenheiros projetistas e podem acarretar custos e prazos extras aos projetos, caso não sejam bem avaliados.

Engenheiros geotécnicos podem se deparar com os mais diversos tipos de solos, que necessitarão de estudos para o adequado dimensionamento das estruturas a serem implantadas, como aterros, contenções em escavações e fundações de edifícios, entre outras. Dentre esta diversidade de solos encontrados, estão os solos moles, cujos depósitos apresentam elevadas compressibilidades, resultando, muitas vezes, em recalques de dezenas de centímetros, quando submetidos às cargas previstas no projeto.

Este tipo de solo foi o objeto de estudo principal desta pesquisa. A seguir, faz-se um breve apanhado sobre a história do local cujo perfil geotécnico foi estudado.

Antigo Empreendimento Imobiliário em Camboinhas, Niterói (RJ)

A inauguração da ponte Rio-Niterói, em 1974, possibilitou a expansão da cidade de Niterói no sentido da chamada “região oceânica”, onde atualmente encontram-se os bairros de Piratininga, Camboinhas, Itacoatiara e Itaipuaçu.

Na segunda metade da década de 1970, iniciou-se um empreendimento imobiliário que previa a construção de condomínios para cerca de 70000 pessoas, em uma área de 7.234.100 m², próxima à lagoa Itaipu, localizada no bairro Cambinhas, em Niterói, Rio de Janeiro (Figuras 1.1 e 1.2). O projeto previa a construção de ilhas artificiais (marinas) nas margens da lagoa, nas quais as residências seriam implantadas (Figura 1.3). Entre as marinas existiriam canais para o acesso de embarcações de pequeno a médio porte às residências, e também ao mar, uma vez que seria executada uma ligação entre este e a lagoa. A construção das marinas seria feita em duas etapas: na primeira, toda a área seria aterrada e, na segunda, os canais seriam escavados no aterro construído (Russo Neto, 1980).

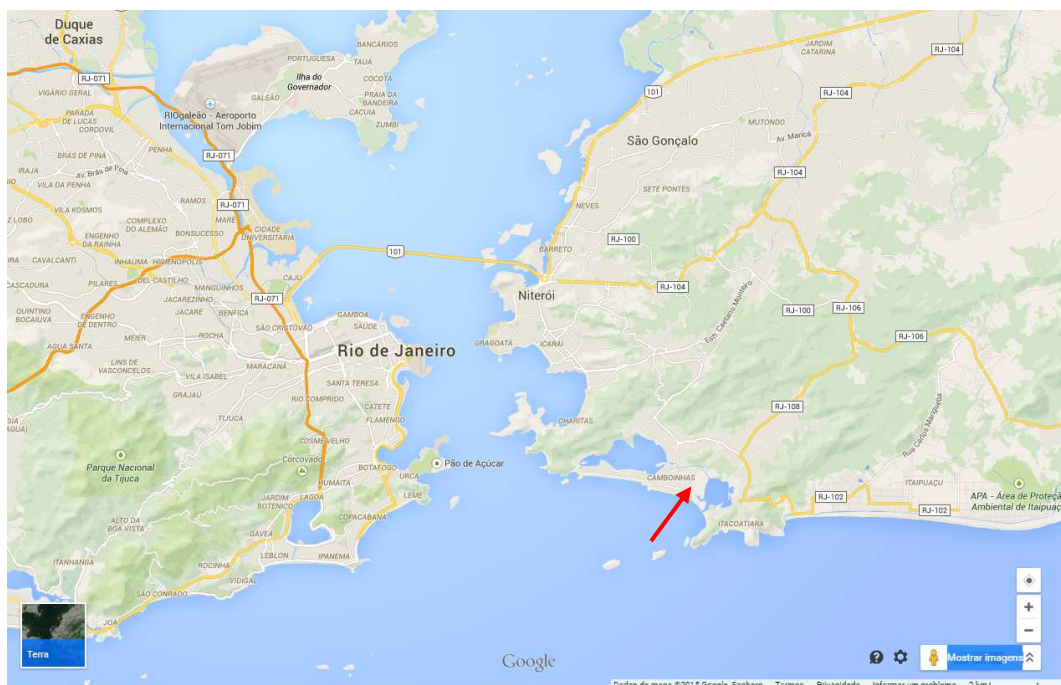


Figura 1.1 – Local estudado – Cambinhas, Niterói (imagem do Google Maps)

A então proprietária do terreno e executora do projeto, Veplan-Residência, após a análise de resultados de sondagens e alguns imprevistos na obra, solicitou ao Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio que acompanhasse os trabalhos. Constatadas as características de heterogeneidade e de compressibilidade do subsolo, decidiu-se por executar um aterro experimental, com dimensões aproximadas de 50 m de largura, 150 m de comprimento e 1,70 m de altura (Russo Neto, 1980). A construção do aterro teve início em dezembro de 1977, servindo como base para diversos estudos geotécnicos (Silva, 1979; Russo Neto, 1980; Pinheiro,

1980; Carvalho, 1980), com o objetivo de se avaliar, em detalhes, o comportamento do material, por meio de medições de recalque e ensaios de campo e laboratório.



Figura 1.2 – Depósito mole estudado em Cambinhas, destacado em vermelho - a oeste da Lagoa de Itaipu (imagem do Google Maps)

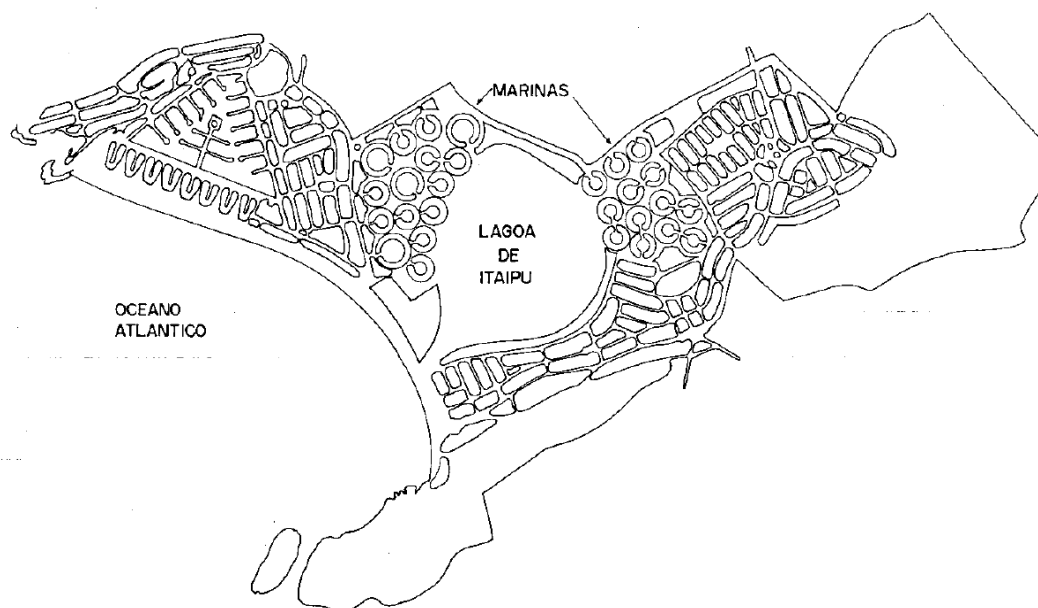


Figura 1.3 - Plano urbanístico previsto para a região (Russo Neto, 1980)

O aterro foi instrumentado com placas de recalque superficiais, medidores magnéticos de recalques profundos, piezômetros de Casagrande e inclinômetros. Executou-se, também, uma escavação experimental, que foi levada à ruptura pelo rebaixamento rápido do nível d'água, com o objetivo de se determinar parâmetros de resistência *in situ* do solo. Os ensaios de laboratório executados compreenderam a caracterização do material (limites de consistência, densidade dos grãos, teor de matéria orgânica e análises granulométrica e mineralógica), além de ensaios de adensamento e ensaios triaxiais.

Havia a preocupação com o grande potencial de ocorrência de recalques diferenciais excessivos causados pelo aterro da obra, devido às diferentes espessuras de solo mole encontradas, e, também, com a estabilidade das escavações, de cerca de 3 m de profundidade, devido à possibilidade de ruptura do solo mole por cisalhamento (Silva, 1979).

Entretanto, após decisão judicial, a obra foi interrompida e, até hoje, nenhum empreendimento foi realizado. O aterro experimental permanece no local até os dias atuais, 37 anos após sua execução (Figura 1.4).

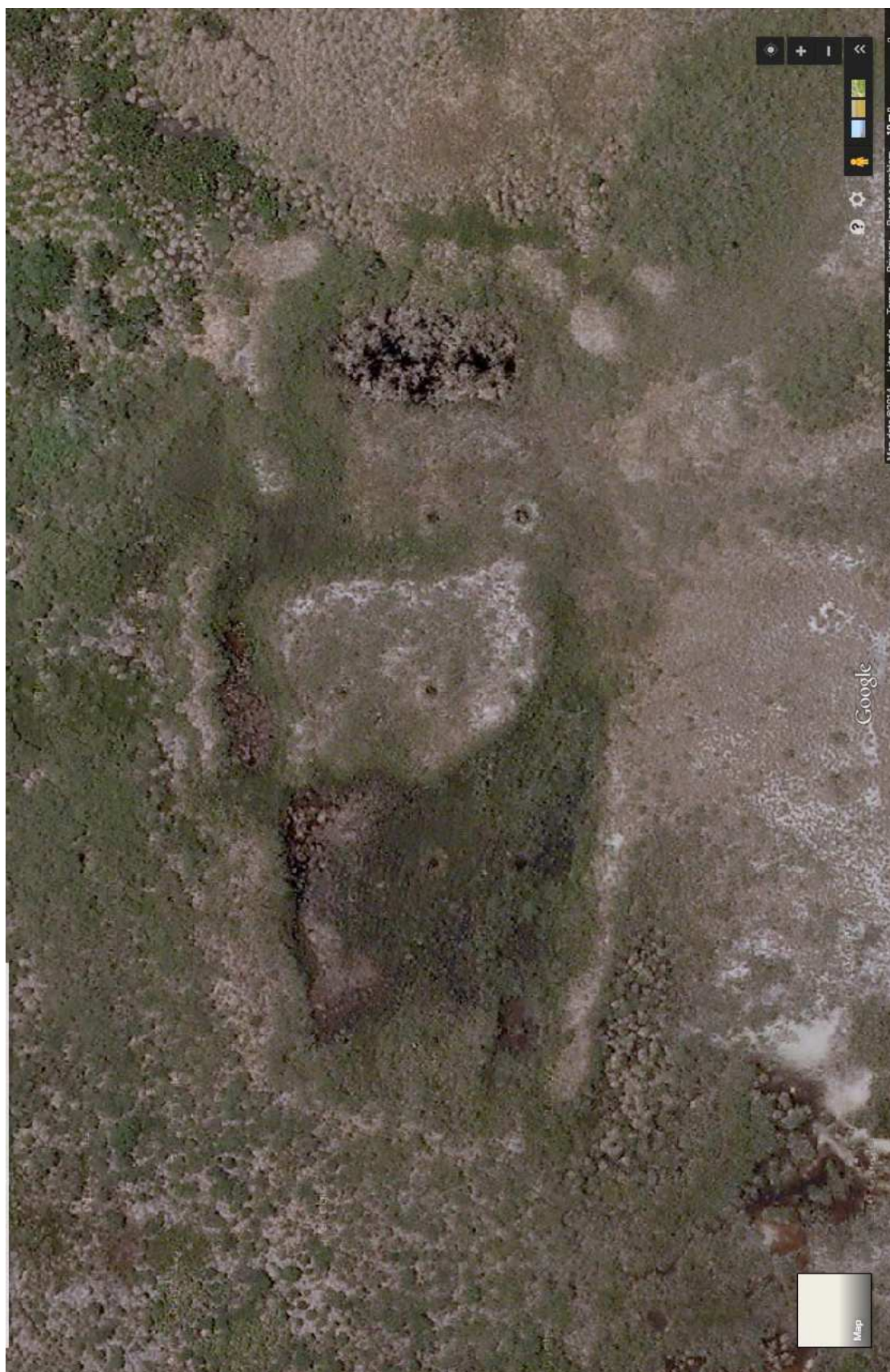


Figura 1.4 – Imagem ampliada do local onde foi executado o aterro experimental – planta (imagem do Google Maps)

1.2

Objetivos e Motivação

O objetivo principal deste trabalho foi verificar, por meio de nivelamento topográfico de alta acurácia, se ainda ocorriam recalques no aterro experimental de Cambonhas, executado em dezembro de 1977.

Outros objetivos incluíram:

- a) A realização de ensaios convencionais de adensamento em laboratório, em amostras extraídas em 2013, para a determinação de parâmetros de compressibilidade (C_c e C_r), tensão de sobreadensamento (σ'_p) e coeficiente de adensamento vertical (c_v);
- b) A realização de ensaios especiais de adensamento em laboratório, para a estimativa do coeficiente de adensamento secundário (C_{α});
- c) A realização de ensaios de campo (palheta e piezocone), para a determinação da razão de sobreadensamento (OCR) de campo, e comparação com os resultados de laboratório;
- d) A estimativa do valor de C_{α} de campo, por meio dos gráficos de “recalque x tempo” dos nivelamentos de campo;
- e) A estimativa, com os parâmetros obtidos nos ensaios de campo e laboratório e nas medições de recalque, do valor do recalque total (primário e secundário) esperado para o aterro, e a evolução deste com o tempo.

O acompanhamento da evolução dos recalques ao longo do tempo é importante para se adicionar informações ao estudo da compressão de solos moles. A possibilidade de oferecer uma contribuição a estes estudos, por meio da realização de medições de recalque em um aterro executado há 37 anos, é um fator que motiva qualquer engenheiro geotécnico.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi dividido em seis capítulos.

Neste primeiro capítulo, foi feita uma breve introdução sobre o histórico recente do depósito de solos moles de Camboinhas. Procurou-se estabelecer uma relação entre os trabalhos do passado com os objetivos atuais, dando continuidade ao estudo da compressão do depósito de Camboinhas.

O capítulo seguinte apresenta uma revisão bibliográfica a respeito dos aspectos gerais dos solos moles, bem como dos ensaios de laboratório e campo comumente empregados, dos trabalhos em que foram acompanhados os recalques em campo, de fundamentos da compressão secundária e do método de Asaoka (1978).

O terceiro capítulo descreve os procedimentos adotados para a medição dos recalques e para a amostragem indeformada do depósito de solos moles de Camboinhas, bem como a descrição qualitativa dos materiais nos quais e com os quais foram realizados os ensaios de campo e de laboratório, respectivamente, cujas metodologias são, também, apresentadas.

No quarto capítulo, discutem-se os resultados obtidos nos ensaios de campo e laboratório, fazendo-se correlações entre estes para descrever o depósito. São apresentados, também, os resultados das medições de recalque, realizadas por meio de equipamento óptico de alta precisão.

No capítulo cinco são apresentadas as conclusões deste trabalho e as sugestões para pesquisas futuras.