



Ana Carolina Souza Lima de Campos

**Características de compressibilidade de uma argila mole
da Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio.

Orientadores: Tácio Mauro Pereira de Campos
Franklin dos Santos Antunes

Rio de Janeiro
Novembro de 2006



Ana Carolina Souza Lima de Campos

Características de compressibilidade de uma argila mole da Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Tácio Mauro Pereira de Campos

Orientador
DEC/PUC-Rio

Franklin dos Santos Antunes

Orientador
DEC/PUC-Rio

José Tavares Araruna Júnior

DEC/PUC-Rio

Armando José da Silva Neto

Light Serviços de Eletricidade S.A

Ian Schumann Marques Martins

COPPE/UFRJ

José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 10 de Novembro de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Ana Carolina Souza Lima de Campos

Graduou-se em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, em 2002. Foi bolsista da ANP de 2000 a 2002, realizando pesquisas no Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC-Rio. Ingressou no curso de mestrado em Engenharia Civil - Geotecnia no início de 2004. Principais áreas de interesse e linhas de pesquisas: Geotecnia Ambiental, Geotecnia Experimental e Mecânica dos Solos.

Ficha Catalográfica

Campos, Ana Carolina Souza Lima de

Características de compressibilidade de uma argila mole da Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro/Ana Carolina Souza Lima de Campos; orientador: Tácio Mauro Pereira de Campos; co-orientador: Franklin dos Santos Antunes, - Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Civil, 2006.

175 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2006

Inclui bibliografia.

Engenharia Civil - Teses. 2. Argila Mole. 3. Compressibilidade 4. Adensamento I. de Campos, Tácio Mauro Pereira. II. Antunes, Franklin dos Santos. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. IV. Título

CDD: 624

Dedico esta dissertação:
A meus pais, Tácio e Elza, pelo amor verdadeiro e incondicional.
Aos meus irmãos, Rodrigo, Ana Paula, Ana Luiza e Samuka, pelo eterno
companheirismo.
E à Julia, por iluminar a minha vida todos os dias.

Tudo o que sou devo a vocês!!

Agradecimentos

Ao meu pai e orientador, que me iniciou na geotecnia e a quem devo muito do que sei, do que aprendi e do que sou hoje em dia, como profissional e ser humano. Pai, obrigada por aceitar a árdua missão de me orientar nessa jornada.

Ao professor Franklin Antunes, por quem tenho profundo carinho e admiração. Obrigada pela orientação e por todos ensinamentos. Cada conversa é um novo aprendizado.

Agradeço ao Leonardo Bello por realizar as amostragens do solo estudado, por todo apoio e carinho durante o meu trabalho.

À Mônica, por praticamente me co-orientar junto ao prof. Franklin. Mais uma vez, obrigada por toda a ajuda e por estar sempre disponível a me ajudar, principalmente na reta final.

Aos profissionais do LGMA da PUC-Rio. Agradeço ao William pela paciência e por toda ajuda e orientações nos ensaios de laboratório. Ao laboratorista Josué pelo apoio e execução dos ensaios de caracterização. Ao laboratorista Amauri por estar sempre disponível a ajudar e esclarecer dúvidas. E ao seu José, cujo trabalho é essencial para o bom funcionamento do laboratório.

Ao Ronaldo do DCMM da PUC-Rio pela eficiência e disponibilidade na realização dos ensaios de difração de Raio X.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil, Ana Roxo, Rita, Lenilson, Cristiano e Fátima por me ajudarem sempre que foi necessário.

Agradeço ao colega Pedro Tha pelos inúmeros esclarecimentos sobre o funcionamento do equipamento triaxial.

À prof. Denise, que considero como uma irmã. Muito obrigada pelo interesse e por todo o incentivo.

Às grandes amigas que fiz para toda a vida durante o mestrado, Mônica, Lica,

Táise e Bernadete. Meninas, muito obrigado por todo o apoio, companheirismo e pelos inúmeros momentos de descontração. Eles foram fundamentais para que eu conseguisse chegar até aqui.

Agradeço também a outros colegas que tive o prazer de conviver durante o mestrado e por quem tenho muito carinho: Vivi, Tânia, Luciana, Vinicius e Ygor.

Agradeço aos meus pais por todo o amor, carinho e dedicação. Obrigada por estarem sempre ao meu lado me incentivando e me guiando. Com vocês a vida fica bem mais fácil.

Aos meus irmãos e à Júlia, obrigada por todo o apoio incondicional e por acreditarem em mim.

À minha avó Elza, que com certeza, aonde quer que esteja, sei que está muito orgulhosa por mais essa etapa vencida na vida.

Agradeço ao Álvaro pelo amor e companheirismo. Obrigada pelo eterno apoio e por sempre acreditar em mim e me incentivar.

Ao Sr. Milton e à D. Grace por todas as palavras de apoio e incentivo ao longo deste trabalho.

Ao meu chefe, Marcelo, por compreender a dificuldade de estudar e trabalhar ao mesmo tempo, me liberando uma vez por semana, desde Maio/06, quando comecei a trabalhar.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, principalmente a Luciana, Aloésio, Juliane, Georgina, Flavinha, Ana Paula, Ana Cristina e Mansur pelo interesse, incentivo e apoio nesses últimos meses de mestrado.

Ao CNPq pelo apoio financeiro

Ao projeto P&D Light/ANEEL que possibilitou a realização desse trabalho.

E finalmente a Deus, por me dar a força e a energia necessárias para cumprir mais uma etapa na minha vida.

Resumo

Campos, Ana Carolina Souza Lima de; de Campos, Tácio Mauro Pereira; Antunes, Franklin dos Santos. **Características de compressibilidade de uma argila mole da Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2006. 175p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Um amplo trabalho de pesquisa, envolvendo extensivas investigações de campo e laboratório de um depósito de argila mole localizado na Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro, RJ, vem sendo desenvolvido pela PUC-Rio desde meados de 2005. Evidências de recalques em estruturas construídas nessa região têm sido reportadas desde o final da década de 70. O presente trabalho apresenta resultados de estudos de laboratório realizados visando à caracterização do depósito argiloso e a determinação de seus parâmetros de compressibilidade e adensamento. Para tanto, desenvolveu-se um programa experimental compreendendo a caracterização físico-químico-mineralógica de amostras do perfil e a execução de ensaios de adensamento edométrico e triaxial hidrostático e anisotrópico. Os experimentos em células edométricas envolveram ensaios convencionais, com medida de permeabilidade e com determinação de compressão secundária. Aspectos de qualidade das amostras ensaiadas são discutidos. Os resultados obtidos propiciaram uma estimativa do K_0 do material normalmente adensado, um entendimento do estágio de adensamento hoje existente e uma estimativa preliminar de recalques que podem ainda vir a ocorrer sob as presentes condições de carregamento.

Palavras-chave

Argila mole, compressibilidade, adensamento

Abstract

Campos, Ana Carolina Souza Lima de; de Campos; Tácio Mauro Pereira (Advisor); Antunes, Franklin dos Santos (Advisor). **Compressibility characteristics of a soft clay from the Santa Cruz Industrial Zone, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2006. 175p. MSc. Dissertation – Department of Civil Engineering, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A large research work comprising extensive field and laboratory investigations on a soft clay deposit located in the Industrial Zone of Santa Cruz, Rio de Janeiro, RJ, is being developed at PUC-Rio since 2005. Occurrences of settlement of structures built in this region have been reported since the end of the decade of 1970. This work presents results of laboratory studies aiming at the characterization of the soft clay deposit and the determination of compressibility and consolidation parameters of the clay. The experimental program developed comprised physical-chemical-mineralogical characterization of samples from the soil profile and the execution of oedometric consolidation tests and hydrostatic and anisotropic triaxial tests. The experiments in oedometric cells comprised conventional tests and tests with measurement of permeability and determination of secondary compression. Aspects of quality of the samples are highlighted. The obtained results propitiated an estimation of the K_0 of the normally consolidated material, an understanding of the present stage of consolidation of the deposit and a preliminary assessment of settlements that may still occur in the site under the present loading conditions.

Keywords

Soft clay, compressibility, consolidation

Sumário

1 INTRODUÇÃO	20
2 CARACTERÍSTICAS DE DEPÓSITOS MOLES	23
2.1. Origem e Formação dos Depósitos Moles	23
2.2. Constituição Mineralógica	24
2.3. Efeitos do Amolgamento da Amostra	26
2.4. Argila Mole da Baixada Fluminense	30
3 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DO PROBLEMA	38
3.1. Área de Estudo	38
3.2. Apresentação do Problema	44
4 AMOSTRAGEM DO SOLO E EXTRUSÃO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO	52
4.1. Amostragem do solo	52
4.1.1. Amostragem na Camada de Aterro Compactado	53
4.1.2. Amostragem na Camada de Argila Mole	54
4.1.2.1. Equipamentos Utilizados	54
4.1.2.2. Procedimento de Amostragem	56
4.2. Extrusão de Amostras	58
5 ENSAIOS REALIZADOS E METODOLOGIAS EMPREGADAS	63
5.1. Ensaios de Caracterização	66
5.1.1. Caracterização Física	66
5.1.2. Caracterização Mineralógica	68
5.1.3. Caracterização Físico-Química	69
5.1.4. Determinação de Matéria Orgânica	69
5.2. Ensaios de Adensamento Edométrico	70
5.2.1. Ensaio de Adensamento Edométrico Convencional	73
5.2.2. Ensaio de Adensamento Edométrico com Medida de Creep	73
5.2.3. Ensaio de Adensamento Edométrico com Medida de Permeabilidade	73
5.3. Ensaios de Adensamento Hidrostático	76
5.3.1. Equipamento Utilizado	76

5.3.2. Metodologia dos Ensaios	77
5.4. Ensaios de Adensamento Anisotrópico	79
5.4.1. Equipamento Utilizado	80
5.4.2. Metodologia dos Ensaios	83
6 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	86
6.1. Caracterização Geotécnica	87
6.1.1. Índices Físicos	87
6.1.2. Análise Granulométrica	87
6.1.3. Limites de Atterberg	89
6.1.4. Classificação do Solo	90
6.2. Caracterização Mineralógica	92
6.3. Caracterização Química	95
6.3.1. pH em Água e em KCl	95
6.3.2. Análise Química Parcial	96
6.3.3. Condutividade Elétrica e Teor de Sais Solúveis	98
6.4. Determinação de Matéria Orgânica	99
7 COMPRESSIBILIDADE DO SOLO	102
7.1. Ensaios de Adensamento Edométrico	102
7.2. Ensaios de Adensamento Hidrostático	111
7.3. Ensaios de Adensamento Anisotrópico	115
7.4. Discussão e Comparação de Resultados	121
7.4.1. Efeitos de Amostragem	121
7.4.2. Características de Adensamento e Permeabilidade	124
7.4.3. Características de Compressibilidade	125
7.4.4. Estimativas de Recalque	126
8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	129
8.1. Conclusões	129
8.2. Sugestões Para Trabalhos Futuros	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
APÊNDICE I DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DOS ENSAIOS DE ADENSAMENTO ANISOTRÓPICO	137

ANEXO I RESULTADOS INDIVIDUAIS DA CARACTERIZAÇÃO	139
ANEXO II DIFRATOGRAMAS DE RAIO X	150
ANEXO III RESULTADOS INDIVIDUAIS DOS ENSAIOS DE ADENSAMENTO EDOMÉTRICOS	155
ANEXO IV RESULTADOS INDIVIDUAIS DOS ENSAIOS DE ADENSAMENTO HIDROSTÁTICO	169
ANEXO V RESULTADOS INDIVIDUAIS DOS ENSAIOS DE ADENSAMENTO ANISOTRÓPICO	172

Lista de figuras

Figura 2.1 – a) Unidade e folha tetraédrica. b) Visão espacial da lâmina tetraédrica. c) Representação da unidade tetraédrica (Mitchell, 1976).	25
Figura 2.2 – a) Unidade e folha octaédrica. b) Visão espacial da lâmina octaédrica. c) Representação da unidade octaédrica (Alshawabkeh, 2001)	25
Figura 2.3 – Efeito do amolgamento durante a amostragem na compressão unidimensional da argila de Sarapuí (Coutinho, 1976)	28
Figura 2.4 – Efeito do amolgamento na curva m_v vs σ'_v (Correia & Lacerda, 1982)	29
Figura 2.5 - Perfis Geotécnicos das Argilas do Rio de Janeiro (Futai <i>et al.</i> , 2001)	32
Figura 3.1 – Localização da área de estudo (fonte: Google Earth)	38
Figura 3.2 – Planta de locação dos pontos de sondagem realizada na década de 70.	39
Figura 3.3 – Representação gráfica dos laudos de sondagem tipo SPT	40
Figura 3.4 – Representação espacial do perfil local (De Campos <i>et al.</i> , 2004).	41
Figura 3.5 – Localização das áreas experimentais.	42
Figura 3.6 – Resultados do ensaio CPTU-1 na área AE-1	43
Figura 3.7 - Geradores mostrando tendências a tombamento, com trincas horizontais na base dos coroamentos das fundações	44
Figura 3.8 - Trinca vertical na base dos geradores	45
Figura 3.9 - Trinca horizontal na base de edifícios	45
Figura 3.10 - Trincas na laje do calçamento	46
Figura 3.11 - Poste desalinhado e fundações com trincamento.	46
Figura 3.12 - Postes mostrando distorção.	47
Figura 3.13 - Poste com distorção para o lado menos pesado.	47
Figura 3.14 - Distorções de pórticos.	48
Figura 3.15 - Canaleta de drenagem superficial deformada tanto vertical quanto horizontalmente.	48
Figura 3.16 - Placas de concreto com fissuras e deslocamentos diferenciais.	49
Figura 3.17 - Recalques diferenciais do aterro.	49
Figura 3.18 - Aparente perda de material junto à base de um conjunto de pórticos.	50
Figura 3.19 - Aterro com recalques diferenciais.	50
Figura 3.20 - Passarela com distorções.	51

Figura 4.1 – Locação dos pontos de amostragem na área AE-1.	52
Figura 4.2 – Fotos ilustrativas da retirada do bloco BL-1	53
Figura 4.3 - Fotos da máquina perfuratriz de trado oco	54
Figura 4.4 – Segmentos de trados ocos da perfuratriz e ponteira com abertura.	55
Figura 4.5 – Amostradores tipo Shelby	55
Figura 4.6 - Detalhes da perfuração e da inserção do amostrador para a retirada de amostras indeformadas.	57
Figura 4.7 – Metodologia empregada na amostragem com tubos shebies.	57
Figura 4.8 – Procedimentos seguidos após a retirada da amostra com tubo shelby	58
Figura 4.9 – Procedimento para extração do solo do tubo de amostragem (modificado de Ladd & DeGroot, 2004)	59
Figura 4.10 – Shelby marcado indicando o local do corte	60
Figura 4.11 – Shelby apoiado no torno mecânico	60
Figura 4.12 – Shelby sendo serrado	60
Figura 4.13 – Indicação da parte do shelby, onde a parede não foi serrada	61
Figura 4.14 – Separação da sub-amostra do shelby	61
Figura 4.15 – Corda de violão sendo inserida no shelby	62
Figura 4.16 – Molde que ajuda a empurrar a amostra para fora do shelby	62
Figura 4.17 – Amostra de solo extrudida do shelby	62
Figura 5.1 - Prensa de adensamento tipo Bishop do LGMA da PUC-Rio.	71
Figura 5.2 – Prensa de adensamento tipo Bishop do LGMA da PUC-Rio.	71
Figura 5.3 – Adaptação realizada na prensa de adensamento para a realização dos ensaios de permeabilidade.	74
Figura 5.4 – Detalhe da vedação utilizada para impedir a evaporação da água durante os ensaios de permeabilidade.	75
Figura 5.5 – Equipamento triaxial utilizado nos ensaios de adensamento hidrostático	77
Figura 5.6 – Molde para cortar o dreno lateral (Bishop & Henkel, 1962)	78
Figura 5.7 - Montagem do corpo de prova na prensa triaxial	79
Figura 5.8 – Equipamento triaxial utilizado nos ensaios de adensamento anisotrópico	81
Figura 5.9 – Monitoramento dos ensaios por meio de gráficos	81
Figura 5.10 – Motores de passo do equipamento triaxial	82

Figura 5.11 – Tabela controle dos ensaios	84
Figura 6.1 – Curvas Granulométricas	88
Figura 6.2 – Carta de Plasticidade	91
Figura 6.3 – Difratoograma de Raio X da fração fina (passante na #40) do solo na profundidade de 5,25 a 5,75m (Ct-caulinita, I-Ilita, Em-Esmectita, Q-Quartzo).	93
Figura 6.4 - Difratoogramas das lâminas do solo (material passante na #400) na profundidade de 3,50 a 4,00 metros	94
Figura 6.5 – Comparação dos difratogramas das lâminas sem tratamento e glicolada (Ct-caulinita, I-Ilita, Em-Esmectita, Q-Quartzo)	95
Figura 6.6 – Curva <i>Temperatura x Perda de Massa</i>	101
Figura 7.1 – Comparação curvas $\log \sigma' \times e/e_0$ para os ensaio edométricos	103
Figura 7.2 - Curva $\log \sigma' \times e/e_0$ dos ensaios de adensamento AEI-1, AEA-1 e AEA-2	104
Figura 7.3 - Curva $\log \sigma' \times \log (1+e)$ do ensaio de adensamento AEA-1	105
Figura 7.4 - Curvas $\log \sigma' \times m_v$ dos ensaios de adensamento edométrico	107
Figura 7.5 – Curvas $\log \sigma' \times c_v$ dos ensaios de adensamento edométrico.	108
Figura 7.6 – Curva $\log \sigma' \times c_\alpha$ do ensaio de adensamento AEI-2	109
Figura 7.7 – Gráfico $\sigma' \times k$ dos ensaios de adensamento AEI-3 e AEI-4	110
Figura 7.8 - Gráfico $k \times e$ dos ensaios de adensamento AEI-3 e AEI-4	111
Figura 7.9 – Curvas $\log \sigma' \times e$ dos ensaios de adensamento hidrostático	112
Figura 7.10 - Curvas $\log \sigma' \times m_v$ dos ensaios de adensamento hidrostático	114
Figura 7.11 – Corpo de prova durante o ensaio de adensamento hidrostático	115
Figura 7.12 – Curvas tensão-deformação dos ensaios de adensamento anisotrópicos	117
Figura 7.13 – Caminhos de tensões efetivas dos ensaios anisotrópicos	118
Figura 7.14 – Curva <i>deformação axial x deformação radial</i> dos ensaios anisotrópicos	119
Figura 7.15 – Envoltória de resistência dos ensaios CIU	120
Figura 7.16 – Caminhos de tensão efetiva incluindo as estimativas de K_0	121
Figura 7.17 – Comparação das curvas $\log \sigma' \times e$ e $\log \sigma' \times m_v$	123
Figura 7.18 - Condições do depósito argiloso antes e após a implantação da camada de aterro	126
Figura A.1 – Curvas tensão-deformação	138

Figura A.I.1 – Curva granulométrica do aterro	141
Figura A.I.2 – Curva granulométrica da amostra AM-01 (prof. 2,50 a 3,00 metros)	141
Figura A.I.3 - Curva granulométrica da amostra AM-01 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	142
Figura A.I.4 - Curva granulométrica da amostra AM-01 (prof. 5,25 a 5,75 metros)	142
Figura A.I.5 - Curva granulométrica da amostra AM-01 (prof. 6,00 a 6,50 metros)	143
Figura A.I.6 - Curva granulométrica da amostra AM-02 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	143
Figura A.I.7 - Curva granulométrica da amostra AM-03 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	144
Figura A.I.8 - Curva granulométrica da amostra AM-04 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	144
Figura A.I.9 - Curva granulométrica da amostra AM-05 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	145
Figura A.I.10 - Curva granulométrica da amostra AM-06 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	145
Figura A.I.11 - Curva granulométrica da amostra AM-07 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	146
Figura A.I.12 - Curva granulométrica da amostra AM-08 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	146
Figura A.I.13 - Curva granulométrica da amostra AM-09 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	147
Figura A.I.14 - Curva granulométrica da amostra AM-11 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	147
Figura A.I.15 - Curva granulométrica da amostra AM-12 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	148
Figura A.I.16 - Curva granulométrica da amostra AM-13 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	148
Figura A.I.17 - Curva granulométrica da amostra AM-14 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	149
Figura A.I.18 - Curva granulométrica da amostra AM-15 (prof. 3,50 a 4,00 metros)	149
Figura A.II.1 – Difratoograma de Raio X da profundidade de 2,50 a 3,00 metros Método do pó no material passante na #40).	150
Figura A.II.2 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros Método do pó no material passante na #40).	151
Figura A.II.3 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 5,25 a 5,65 metros (Método do pó no material passante na #40).	151
Figura A.II.4 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros (Método do pó no material passante na #200)	152
Figura A.II.5 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros (Método do pó no material passante na #400)	152
Figura A.II.6 – Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros (Lâmina sem tratamento do material passante na #400)	153
Figura A.II.7 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros (Lâmina aquecida do material passante na #400)	153
Figura A.II.8 - Difratoograma de Raio X da profundidade de 3,50 a 4,00 metros (Lâmina glicolada do material passante na #400)	154

Figura A.III.1 – Curva σ' x e do ensaio AEI-1	155
Figura A.III.2 – Curva σ' x c_v do ensaio AEI-1	156
Figura A.III.3 – Curva σ' x m_v do ensaio AEI-1	156
Figura A.III.4 - Curva σ' x k do ensaio AEI-1	157
Figura A.III.5 – Curvas raiz tempo x altura do c.p. do ensaio AEI-1	158
Figura A.III.6 - Curva σ' x e do ensaio AEA-1	159
Figura A.III.7 – Curva σ' x e do ensaio AEI-2	159
Figura A.III.9 - Curva σ' x e do ensaio AEI-2	160
Figura A.III.10 – Curva σ' x c_v do ensaio AEI-2	160
Figura A.III.11 – Curva σ' x m_v do ensaio AEI-2	161
Figura A.III.12 – Curva σ' x k do ensaio AEI-2	161
Figura A.III.13 – Curvas raiz tempo x altura do c.p. do ensaio AEI-2	162
Figura A.III.14 - Curva σ' x e do ensaio AEI-3	163
Figura A.III.15 – Curva σ' x c_v do ensaio AEI-3	163
Figura A.III.165 – Curva σ' x m_v do ensaio AEI-3	164
Figura A.III.17 – Curva σ' x k do ensaio AEI-3	164
Figura A.III.18 – Curvas raiz tempo x altura do c.p. do ensaio AEI-3	165
Figura A.III.19 – Curva σ' x e do ensaio AEI-4	166
Figura A.III.20 – Curva σ' x c_v do ensaio AEI-4	166
Figura A.III.21 – Curva σ' x m_v do ensaio AEI-4	167
Figura A.III.22 – Curva σ' x k do ensaio AEI-4	167
Figura A.III.23 - Curvas raiz tempo x altura do c.p. do ensaio AEI-4	168
Figura A.IV.1 - Curva σ' x e do ensaio AI-1	169
Figura A.IV.2 - Curva σ' x m_v do ensaio AI-1	170
Figura A.IV.3 - Curva σ' x e do ensaio AI-2	170
Figura A.IV.4 - Curva σ' x m_v do ensaio AI-2	171
Figura A.V.1 – Curva $s' x v$ para o ensaio K=1,0 sem dreno lateral	172
Figura A.V.2 - Curva $s' x v$ para o ensaio K=1,0 com dreno lateral	172
Figura A.V.3 - Curva $s' x v$ para o ensaio K=0,9	173
Figura A.V.4 – Curva $s' x v$ para o ensaio K=0,8	173
Figura A.V.5 – Curva $s' x v$ para o ensaio K=0,8 repetido	173
Figura A.V.6 - Curva $s' x v$ para o ensaio K=0,7	174
Figura A.V.7 - Curva $s' x v$ para o ensaio K=0,6	174

Figura A.V.8 – Curva $s' \times v$ para o ensaio $K=0,6$ repetido	174
Figura A.V.9 - Curva $s' \times v$ para o ensaio $K=0,5$	175
Figura A.V.10 - Curva $s' \times v$ para o ensaio $K=0,5$ repetido	175

Lista de tabelas

Tabela 2.1 - Critério de avaliação de qualidade de amostras (Lunne <i>et al.</i> , 1997)	30
Tabela 2.2 – Critério de avaliação de qualidade de amostras (Oliveira, 2002)	30
Tabela 2.3 - Propriedades Geotécnicas de Alguns Solos Moles do Rio de Janeiro	33
Tabela 2.4 – Correlações estatísticas para o depósito mole de Santa Cruz (Aragão, 1975)	34
Tabela 2.5 – Análises químicas no solo de Santa Cruz (Aragão, 1975)	35
Tabela 2.6 - Análises químicas no solo de Santa Cruz (Aragão, 1975)	35
Tabela 2.7 – Caracterização do solo de Santa Cruz (Santos, 2004)	36
Tabela 2.8 - Análises químicas no solo de Santa Cruz (Santos, 2004)	37
Tabela 2.9 – Resultados dos ensaios de adensamento no solo de Santa Cruz (Santos, 2004)	37
Tabela 5.1 – Programa experimental dos ensaios de caracterização.	64
Tabela 5.2 – Programa experimental dos ensaios de adensamento.	65
Tabela 5.3 – Classificação da atividade de solos segundo Skempton	67
Tabela 5.4 –Análises realizadas para a determinação do teor de matéria orgânica.	70
Tabela 5.5 – Programa Experimental dos ensaios de Adensamento Anisotrópico	80
Tabela 5.6 – Identificação dos motores de passo	83
Tabela 6.1 –Índices físicos da camada de aterro e do depósito mole.	87
Tabela 6.2 – Tabela resumo da análise granulométrica	88
Tabela 6.3 – Tabela resumo dos limites de Atterberg e da atividade do solo	89
Tabela 6.4 –Classificação SUCS do solo	91
Tabela 6.5 – Distâncias interplanares basais típicas para argilominerais (Santos, 1975)	92
Tabela 6.6 –Resultados da análise de pH em água e em KCl	96
Tabela 6.7 – Resultados das análises químicas por complexo sortivo	97
Tabela 6.8 – Resultados das análises químicas por ataque sulfúrico	97
Tabela 6.9 – Faixa de valores de CTC associadas ao argilomineral (Santos, 1975)	98
Tabela 6.10 – Análises de condutividade elétrica e teor de sais no depósito mole.	99
Tabela 6.11 – Determinação do teor de matéria orgânica pelo carbono	

orgânico	99
Tabela 6.12 –Determinação do teor de matéria orgânica pelo método da P.P.A.	100
Tabela 6.13 – Perda de massa do solo para diferentes temperaturas	100
Tabela 7.1 – Identificação dos ensaios de adensamento edométrico	102
Tabela 7.2 – Características dos corpos de prova dos ensaios de adensamento edométricos	102
Tabela 7.3 – Parâmetros de compressibilidade dos ensaios de adensamento edométrico	106
Tabela 7.4 - Características dos corpos de prova dos ensaios de adensamento hidrostático	112
Tabela 7.5 – Parâmetros de compressibilidade dos ensaios de adensamento hidrostático	113
Tabela 7.6 - Características dos corpos de prova dos ensaios de adensamento anisotrópicos	116
Tabela 7.7 – Parâmetros de compressibilidade dos ensaios anisotrópicos	117
Tabela 7.8 - Critério de avaliação de qualidade de amostras (Oliveira, 2002)	122
Tabela 7.9 – Classificação da qualidade das amostras	122
Tabela 7.10 – Comparação dos parâmetros de compressibilidade com dados da literatura	125
Tabela A.1 – Características iniciais dos corpos de prova dos ensaios de adensamento anisotrópico para diferentes velocidades	137
Tabela A.I.1 – Tabela resumo dos ensaios de caracterização	140