Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Bianca da Silva Baldez

Avaliação dos parâmetros de compressibilidade da camada de argila mole da Baixada de Jacarepaguá, após longo período de sobrecarga de aterro

Rio de Janeiro

2013

Bianca da Silva Baldez

Avaliação dos parâmetros de compressibilidade da camada de argila mole da Baixada de Jacarepaguá, após longo período de sobrecarga de aterro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geotecnia.

Orientadora: Profª. Drª. Denise Maria Soares Gerscovich

Coorientadores: Profª. Drª. Bernadete Ragoni Danziger

Rio de Janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

B172 Baldez, Bianca da Silva.
Avaliação dos parâmetros de compressibilidade da camada de argila mole da Baixada de Jacarepaguá, após longo período de sobrecarga de aterro / Bianca da Silva Baldez. – 2013.
143f.

Orientadora: Denise Maria Soares Gerscovich.
Coorientadora: Bernadete Ragoni Danziger.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Civil. 2. Argila - Dissertações. 3. Jacarepaguá (RJ). I. Gerscovich, Denise Maria Soares. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 624.131.22

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Bianca da Silva Baldez

Avaliação dos parâmetros de compressibilidade da camada de argila mole da Baixada de Jacarepaguá, após longo período de sobrecarga de aterro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geotecnia.

Aprovado em: 30 de agosto de 2013.

Banca Examinadora:

_____
Profª. Drª. Denise Maria Gerscovich (Orientadora)
Faculdade de Engenharia – UERJ

_____
Profª. Drª. Bernadete Ragoni Danziger (Coorientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

_____
Prof. Dr. Sandro Salvador Sandroni
Pontifícia Universidade Católica – PUC-Rio

_____
Prof. Dr. Ian Schumann Marques Martins
Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ

_____
Prof. Dr. Rogério Luiz Feijó
Faculdade de Engenharia – UERJ

Rio de Janeiro

2013

DEDICATÓRIA

À minha filha Vitória e minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Pai Todo Poderoso, porque Dele é o Reino, o poder e a glória para todo sempre.

Aos meus pais, José Carlos e Regina, companheiros que me ajudaram a perseverar.

À minha filha Vitória, por sua paciência em dividir grande parte do tempo exclusivo a ela, com a dedicação necessária à realização deste projeto.

Às minhas irmãs Beatriz e Vanessa: amigas, sempre presentes e incentivadoras.

Ao meu chefe Cláudio Dutra por sua paciência, incentivo e colaboração. Sem sua compreensão e amizade não seria possível esta realização.

À minha orientadora Profª Denise por sua paciência e dedicação. Por quem tenho grande admiração.

À minha co-orientadora Profª Bernadete por sua atenção, dedicação e amizade.

Ao Profº Rogério Feijó e toda a equipe de laboratório, especialmente Raphael, Stephani, Raí e Rachel, por toda colaboração e amizade.

À Profª Ana Cristina e ao Profº Marcus Pacheco, por todo incentivo.

À amiga Karina Vitor, companheira presente nos momentos mais difíceis dessa jornada árdua.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento. Porque é melhor a sua mercadoria do que artigos de prata, e maior o seu lucro que o ouro mais fino. Mais preciosa é do que os rubis, e tudo o que mais possas desejar não se pode comparar a ela.

Provérbios 3:13-15

RESUMO

BALDEZ, Bianca S. Avaliação dos parâmetros de compressibilidade da camada de argila mole da Baixada de Jacarepaguá, após longo período de sobrecarga de aterro. Rio de Janeiro, 2013 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Foram realizados ensaios de adensamento, SIC e CRS, em amostras retiradas de um depósito argiloso muito mole, na Baixada de Jacarepaguá, 15 anos após a execução de um aterro. As amostras foram retiradas do mesmo local onde foram obtidas as amostras da primeira campanha, por ocasião do projeto. Os ensaios CRS, realizados com diferentes velocidades de deformação, são comparados aos resultados dos ensaios SIC da campanha atual de investigação. Os parâmetros geotécnicos da camada de argila muito mole, 15 anos após a construção do aterro, são comparados aos parâmetros da camada original. O aumento das tensões de sobreadensamento e redução do OCR são obtidos da interpretação dos ensaios atuais. A grandeza do recalque foi inferida a partir da nova estratigrafia, através da espessura atual da camada na região investigada, pela variação do índice de vazios e pela variação do teor médio de umidade. Os recalques previstos originalmente, incluindo a parcela de compressão secundária, são comparados aos recalques inferidos e medidos através de placa de recalque. As principais conclusões da pesquisa sugerem que a qualidade dos corpos de prova da primeira campanha foram superiores aos atuais, apesar dos cuidados com a amostragem, transporte das amostras e preparação dos corpos de prova no laboratório na segunda campanha de ensaios. Atribuiu-se esta ocorrência ao processo construtivo, que impôs movimentação excessiva ao maciço argiloso, interferindo com suas características de maior uniformidade em seu processo de deposição natural. Os ensaios de adensamento com diferentes velocidades de carregamento apresentaram comportamento similar, com variação da posição relativa das curvas e x σ'_v, com ensaios mais rápidos exibindo maiores índices de vazios. As curvas do índice de vazios versus tensão efetiva ilustram, de forma acentuada, a redução significativa do índice de vazios da segunda campanha em relação ao solo natural, antes do lançamento do aterro. Os recalques previstos e os obtidos, seja pela instrumentação, seja pelos demais registros, indicam valores bastante próximos, em face da variabilidade da estratigrafia e dos parâmetros geotécnicos inerentes à natureza dos depósitos sedimentares.

Palavras-chave: Adensamento; Argila; Ensaios de Laboratório; Recalque.

ABSTRACT

BALDEZ, Bianca S. *Evaluation of Compressibility Parameters of a soft Clay layer at Baixada de Jacarepaguá after a long period of an embankment surcharge.* Rio de Janeiro, 2013. 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SIC and CRS consolidation tests have been performed on samples obtained from a very soft clay deposit from Jacarepaguá lowland, 15 years after the execution of a fill. The samples have been extracted from the same site where preliminary samples had been obtained at designing phase. The CRS tests have been performed at different strain velocities and compared to the SIC tests results carried out for the second investigation campaign. The geotechnical parameters of the very soft clay 15 years after fill construction are compared to the parameters of the natural shallow clay. The increase in pre-consolidation pressure and OCR reduction has been obtained after interpretation of the actual tests results. The settlement extent has been inferred from the new stratigraphy, due to the actual thickness of the layer in the investigated region, by the variation in void ratio and by the reduction in soil water content. The settlements originally predicted, including the secondary compression, are compared to the settlement obtained from different estimations and to those obtained from instrumentation. The main conclusions suggest that the sample quality from the first investigation were superior than from the actual one, in spite of the careful sampling, transportation and preparation in the laboratory for the second investigation campaign. This occurrence has been attributed to the construction process, imposing excessive movement of the clayey mass, with great interference on the uniformity of its characteristics when compared to its natural deposition. The consolidation tests with different strain velocity presented similar results, with variation in the relative position of the e x σ'_v curve, with the tests with higher strain velocity showing higher void indices. The e x σ'_v curves illustrate in an accentuated means the significant reduction in void ratio from the first to the second laboratory test campaign, due to the fill construction. The predicted settlements and that actually obtained by the instrumentation or by other sources indicate similar values compared to the stratification variability of the geotechnical parameters inherent to the natural origin of the sedimentary deposits.

Key-words: Consolidation; Clay; Laboratory test; Settlement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos recalques com tempo. 31

Figura 2 - Analogia hidromecânica para condição de deformação lateral (a) Recalque Imediato ou não drenado; (b) Inicio do Recalque de Adensamento; (c) Após Dissipação dos Excessos de Poro pressão. 32

Figura 3 - Gráfico e x log σ'_v de um solo normalmente adensado.....34

Figura 4 - Evolução dos recalques com o tempo com consideração de submersão e grandes deformações, Martins e Abreu (2002).....36

Figura 5 - Adensamento unidimensional de uma camada de solo mole sob o incremento de tensão vertical total $\Delta\sigma$. 37

Figura 6 - Relações e x σ'_v considerando compressão e expansão secundárias.....41

Figura 7 -. Modelo para estimativa do recalque total.....42

Figura 8 - Gráfico recalque vs tempo. 43

Figura 9 - Efeito da amostragem adaptado de Ladd e Lambe (1963). 47

Figura 10 - Curvas *e* x log σ' para corpos de prova de Boa e Má Qualidade (Coutinho *et al.*, 1998). 48

Figura 11 - Curvas tensão vertical versus deformação axial, Sandroni (2006a) 49

Figura 12 - Curvas de compressão ε_v x $\sigma`_v$, Andrade (2009).....50

Figura 13 - Curvas c_v x $\sigma`_v$, Andrade (2009). 50

Figura 14 - Esquema de distribuição de poropressão no ensaio CRS. 56

Figura 15 - Determinação de u_0 segundo Carvalho (1989), Carvalho et al. (1993)…60

Figura 16 - Planta de localização do aterro às margens da Lagoa de Jacarepaguá (Lima, 2007).....61

Figura 17 - Localização do aterro estaqueado reforçado do SESC/SENAC (adaptado de Spotti, 2006). 62

Figura 18 - Local do estacionamento da Terra Encantada.....63

Figura 19 - Baixada Fluminense e localização dos aterros (modificada de Spannerberg, 2003).....64

Figura 20 - Valores da razão u_b/σ_v nos ensaios CRS, Spannenberg (2003). 66

Figura 21 - Efeito da variação da velocidade de deformação no ensaio CRS, Spannenberg (2003).....66
Figura 22 - Localização do terreno do empreendimento (2012).....67
Figura 23 - Locação dos furos de sondagem e verticais dos ensaios Vane Test.....69
Figura 24 - Perfil geotécnico - Seção 1. 70
Figura 25 - Curvas de iso-profundidades da camada de argila mole no terreno.....71
Figura 26 - Curvas granulométricas verticais V5 e V6. 72
Figura 27 - Resultados dos ensaios de caracterização.....74
Figura 28 - Gráfico e/e_0 x σ'_v obtido na reinterpretação dos ensaios SIC da vertical V5.....75
Figura 29 - Gráfico e/e_0 x σ'_v obtido na reinterpretação dos ensaios SIC da vertical V6.....76
Figura 30 - Variação do coeficiente de adensamento em função da tensão efetiva vertical.....77
Figura 31 - Valores do coeficiente de variação volumétrica m_v dos ensaios SIC da vertical V5 e V6. 78
Figura 32 - Parâmetros obtidos nos ensaios de adensamento 80
Figura 33 - Resistência não drenada obtidos nos ensaios de palheta. 81
Figura 34 - Resistência não drenada obtidos nos ensaios de palheta. 82
Figura 35 - Esquema da previsão da construção do aterro junto ao terreno vizinho. 84
Figura 36 - Locação das verticais V5A, V5B e V6A de amostragem indeformada para a campanha de ensaios após a manutenção do aterro por 15 anos.....86
Figura 37 - Amostrador Osterberg e tubo Shelby utilizado na retirada das amostras.....87
Figura 38 - Etapas da extração das amostras.....88
Figura 39 - Lacre, identificação e acondicionamento das amostras.....89
Figura 40 - Localização dos furos. 90
Figura 41 -Sondagem V5B.....92
Figura 42 - Perfil de solo identificado nas amostras.....94
Figura 43 - Preparação das amostras. 95
Figura 44 - Presença de mariscos.....96
Figura 45 - Cuidados na saturação. 96

Figura 46 - Elementos no Shelby V6A 1e V5B 1. 97
Figura 47 - Excesso de água. 98
Figura 48 - Trinca e pedaço de bidim encontrados na amostra durante a moldagem do CRS13-V5B 1. 98
Figura 49 - Curvas granulométricas das amostras da vertical V5B. 100
Figura 50 - Curvas granulométricas das amostras da vertical V6A. 100
Figura 51 - Areia e mariscos encontrados no shelby V5B 3. 101
Figura 52 - Ensaios de caracterização dos shelbies V6A 1 e V5B 2. 102
Figura 53 - Mariscos encontrados nos shelbies V5B 3 e V6A 2. 103
Figura 54 - Curvas de compressibilidade obtidas nos ensaios convencionais. 105
Figura 55 - Curvas de coeficiente de variação volumétrica em função da tensão efetiva. 106
Figura 56 - Valores do coeficiente de adensamento c_v obtidos nos ensaios SIC. 107
Figura 57 - Equipamento para ensaio CRS, Laboratório de Mecânica dos Solos da UERJ. 108
Figura 58 - Célula triaxial acoplada ao equipamento CRS. 109
Figura 59 - Saturação do transdutor de poropressão e vedação das roscas do equipamento. 110
Figura 60 - Gráfico de u_b/σ_v variando com a tensão efetiva dos ensaios realizados com solo indeformado. 112
Figura 61 - Gráfico u_b versus tensão vertical total das amostras indeformadas. 113
Figura 62 - Variação do índice de vazios com a tensão vertical efetiva em amostras indeformadas. 114
Figura 63 - Coeficiente de variação volumétrica em função da tensão efetiva - CRS. 116
Figura 64 - Coeficiente de adensamento variando com a tensão efetiva - CRS. 117
Figura 65 - Gráfico de u_b/σ_v variando com a tensão efetiva dos ensaios realizados com solo amolgado. 118
Figura 66 - Variação do índice de vazios com a tensão vertical efetiva em amostras amolgadas 119
Figura 67 - Peso específico, índice de vazios, umidade e coeficiente de adensamento versus profundidade, obtidos nos ensaios da vertical V5B. 120

Figura 68 - Valores de tensão de pré-adensamento, OCR e índices de compressibilidade C_r, C_s e C_c obtidos nos ensaios da vertical V5B. 121
Figura 69 - Perfil geotécnico esquematizado a partir da abertura dos Shelbies no laboratório.....123
Figura 70 - Caracterização da camada argilosa antes e após aterro. 126
Figura 71 - Gráfico comparativo do índice de vazios variando com a tensão efetiva para ensaios realizados na profundidade de 2,45 m à 2,80 m.....127
Figura 72 - Gráfico comparativo do índice de vazios variando com a tensão efetiva para ensaios realizados na profundidade de 2,92 m à 3,27 m.....129
Figura 73 - Parâmetros de compressibilidade e de adensamento variando com a profundidade.....130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das argilas quanto à sensitividade, apud Skempton e Northey (1952).....29
Tabela 2 - Sensitividade de alguns depósitos de argila mole do litoral brasileiro (Ortigão, 1993). 30
Tabela 3 - Valores de T* 39
Tabela 4 - Influência da qualidade do corpo de prova na previsão de recalques (Sandroni (2006)). 49
Tabela 5 - Critérios de qualidade para avaliação dos corpos de prova.....52
Tabela 6 - Velocidade para CRS em função do limite de liquidez (ASTM, 1982).....59
Tabela 7 - Resultados dos ensaios de caracterização percentual retido na peneira #200.....73
Tabela 8 - Ensaios de caracterização – Fase de projeto. 73
Tabela 9 - Qualidade dos corpos de prova das verticais V5 e V6 antes da construção do aterro, considerando os critérios propostos na Tabela 5. 76
Tabela 10 - Parâmetros obtidos nos ensaios antes do aterro. 79
Tabela 11 - Sensitividade das argilas das amostras das verticais V5 e V6 antes da construção do aterro.....82
Tabela 12 - Ensaios de adensamento SIC e CRS. 93
Tabela 13 - Ensaios de caracterização das amostras das verticais V5B e V6A, e valores médios na fase de projeto.....104
Tabela 14 - Qualidade dos corpos de prova dos ensaios SIC.....105
Tabela 15 - Parâmetros obtidos dos ensaios SIC 106
Tabela 16 - Velocidades de deformação utilizadas nos ensaios CRS 111
Tabela 17 - Velocidades de deformação – amostras indeformadas.....111
Tabela 18 - Qualidade dos corpos de prova dos ensaios CRS. 115
Tabela 19 - Parâmetros obtidos dos ensaios CRS de amostras indeformadas. 116
Tabela 20 - Velocidades de deformação - amostras amolgadas.....117
Tabela 21 - Profundidades dos ensaios antes e após a construção do aterro nas verticais V5 e V5B. 124

Tabela 22 – Relação entre as profundidades e os ensaios de adensamento nas verticais V5 e V5B. 124
Tabela 23 - Parâmetros de compressibilidade – profundidade A. 128
Tabela 24 - Parâmetros de compressibilidade – profundidade B. 129
Tabela 25 - Resumo das estimativas de recalque em duas posições 132
Tabela 26 - Estimativa do recalque total, sem imersão do aterro 142
Tabela 27 - Estimativa do recalque total com imersão do aterro, primeira iteração 142
Tabela 28 - Estimativa do recalque total com imersão do aterro, segunda iteração 143
Tabela 29 - Estimativa do recalque total com imersão do aterro, terceira iteração 143
Tabela 30 - Estimativa do recalque total , sem imersão do aterro 143
Tabela 31 - Estimativa do recalque total com imersão do aterro, primeira iteração 144
Tabela 32 - Estimativa do recalque total com imersão do aterro, segunda iteração 144

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing Materials
CF	Clay Fraction
Comperj	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
CRS	Constant Rate of Strain
CID	Consolidado e drenado
CIU	Consolidado e não drenado
EOP	End Of Primary
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
MIT	Massachusetts Institute of Technology
N.A.	Nível d'água
NBR	Norma Brasileira
NGI	Norwegian Geotechnical Institute
OCR	Razão de pré-adensamento (Over Consolidation Ratio)
OCR_f	Razão de pré-adensamento final
OCR_{sec}	Razão de pré-adensamento para adensamento secundário
PUC Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
PVC	Cloreto de polivinila
P.P.A.	Perda por aquecimento

Reduc	Refinaria Duque de Caxias
SIC	Standart Incremental Consolidation
SICu	Ensaio de adensamento com uma face drenante
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UU	Não adensado e não drenado

LISTA DE SÍMBOLOS

a_v	Coeficiente de compressibilidade
C_c	Índice de compressão virgem
C_r	Índice de recompressão
C_s	Índice de expansão
C_α	Coeficiente de compressão secundária
c_v	Coeficiente de adensamento
CR	Razão de compressão virgem
D	Módulo oedométrico
e	Índice de vazios
e_0	Índice de vazios inicial
e_{100}	Índice de vazios do fim do primário
e_{campo}	Índice de vazios de campo
e_f	Índice de vazios final
e_p	Índice de vazios no adensamento primário
e_s	Índice de vazios no adensamento secundário
E	Módulo de deformabilidade
G	Densidade real dos grãos
H	Altura
h_{at}	Espessura da camada de aterro
H_{co}	Altura do corpo de prova do ensaio SIC

H_{cr}	Altura do corpo de prova do ensaio CRS
H_d	Altura de drenagem
H_{d5}	Altura média de drenagem correspondente a 5% de adensamento
H_0	Altura inicial da camada
H_{0d}	Altura de drenagem inicial
H_s	Altura de sólidos
i	Gradiente hidráulico
IP	Índice de plasticidade
k	Coeficiente de permeabilidade
K_0	Coeficiente de empuxo no repouso
LL	Limite de liquidez
LP	Limite de plasticidade
M	Módulo de deformabilidade unidimensional
m_v	Coeficiente de variação volumétrica
r	Taxa de deformação específica
rH	Velocidade do ensaio de adensamento
S	Grau de Saturação
S_t	Sensitividade
S_u	Resistência ao cisalhamento não drenada no estado indeformado
S_{ur}	Resistência ao.cisalhamento não drenada no estado amolgado
t	Tempo
t_5	Tempo para ocorrência de 5% de adensamento

t_{100}	Tempo referente ao término (100%) do adensamento primário
t_f	Tempo final
t_p	Tempo correspondente ao final do adensamento primário
T_v	Fator tempo
T^*	Fator tempo modificado
T_5^*	Fator tempo modificado para 5% de adensamento
u	Poropressão
u_0	Poropressão inicial
u_{am}	Poropressão na amostra
u_b	Poropressão na base
U	Grau de adensamento
$\bar{U}$	Grau de adensamento médio
v	Velocidade de deformação do corpo de prova
vf	Velocidade de deformação no final do estágio no tempo 24h
v_{100}	Velocidade de deformação no tempo no final do adensamento primário
w	Teor de umidade
w_0	Teor de umidade inicial
w_{nat}	Teor de umidade natural
z	Variável que indica a distância da fronteira drenante
β	Velocidade de deformação normalizada
βd	Velocidade de deformação normalizada na face drenada
βu	Velocidade de deformação normalizada na face não drenada

Δe	Variação do índice de vazios
Δh	Variação da altura
Δu	Variação de poropressão
$\Delta \sigma$	Variação da tensão total
ε_{α}	Deformação axial
$\varepsilon_{\alpha f}$	Deformação axial na ruptura
ε_{v}	Deformação específica vertical
ε_{vo}	Deformação específica inicial
γ	Peso específico
γ_{a}	Peso específico da água
ρ	Recalque
ρ_{s}	Recalque secundário
σ_{h}	Tensão total horizontal
σ_{v}	Tensão total vertical
σ_{v1}	Tensão total vertical no inicio do intervalo
σ_{v2}	Tensão total vertical no final do intervalo
σ'_{h}	Tensão efetiva horizontal
σ'_{h0}	Tensaõ efetiva horizontal inicial
σ'_{hf}	Tensão efetiva horizontal final
σ'_{am}	Tensão efetiva para amostragem
σ'_{m0}	Tensão efetiva média inicial
σ'_{v}	Tensão efetiva vertical

σ'_{v0} Tensão efetiva vertical inicial

σ'_{vf} Tensão efetiva vertical final

σ'_{vm} Tensão de pré-adensamento

σ'_{vs} Tensão efetiva vertical no adensamento secundário

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 23
1 **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** 27
1.1 **Origem e Formação de Solos Moles** 27
1.2 **Histórias de Tensões** 27
1.3 **Sensitividade de depósitos argilosos moles** 29
1.4 **Recalques em solos** 31
1.4.1 Recalque inicial ou imediato 33
1.4.2 Recalque primário 33
1.4.2.1 Efeito da submersão de aterros sobre solos compressíveis 34
1.4.3 Recalque Secundário 39
1.5 **Coleta e qualidade das amostras** 43
1.5.1 Qualidade dos corpos de prova 46
1.6 **Ensaios de adensamento em laboratório** 52
1.6.1 Ensaio de adensamento oedométrico (SIC) 53
1.6.2 Ensaio de adensamento com velocidade de deformação constante (CRS) 54
1.6.2.1 Definição da velocidade de ensaio 58
1.7 **Casos históricos de aterros no Rio de Janeiro** 60
1.7.1 Baixada de Jacarepaguá 60
1.7.2 Baixada Fluminense 63
2 **HISTÓRICO LOCAL** 67
2.1 **Descrição da obra** 67
2.2 **Investigações geotécnicas realizadas na fase de implantação do empreendimento** 68
2.2.1 Caracterização antes do aterro 71
2.2.2 Parâmetros de Compressibilidade 74
2.2.2.1 Resistência não drenada 81
2.3 **Projeto do Aterro** 83
3 **PROGRAMA EXPERIMENTAL** 85
3.1 **Coleta das amostras** 85
3.1.1 Vertical V6 87
3.1.2 Vertical V5 90

3.2 **Preparação dos Corpos de Prova** 92
3.3 **Caracterização** 99
3.4 **Resultados dos Ensaios Convencionais (SIC)** 104
3.5 **Ensaios CRS** 107
3.5.1 Definição da velocidade de deformação 108
3.5.2 Problemas nos ensaios 108
3.5.3 Resultados dos ensaios CRS 110
3.5.3.1 Ensaios em amostras indeformadas 111
3.5.3.2 Amostras Amolgadas 117
3.6 **SIC X CRS – Vertical 05** 119
4 **COMPARAÇÃO ENTRE AS CAMPANHAS DE ENSAIOS** 122
4.1 **Perfil Geotécnico** 122
4.2 **Parâmetros Geotécnicos** 124
4.2.1 Caracterização 125
4.2.2 Parâmetros de Compressibilidade e adensamento 126
4.3 **Previsão de Recalques** 131
5 **CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS** 132
5.1 **Conclusões** 133
5.2 **Sugestões para pesquisas futuras** 134
REFERÊNCIAS 135
APÊNDICE A – CÁLCULO DE RECALQUE 142
A.1-Previsão do recalque primário na Vertical V5: 142
A.2- Previsão do recalque primário junto à Placa PL2': 143