

## ÍNDICE DE TEXTO

---

### 1. INTRODUÇÃO

1.1 GERAL.....	1.3
1.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS.....	1.4
1.3 ORGANIZAÇÃO E OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	1.5

### 2. A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS

2.1 INTRODUÇÃO.....	2.3
2.2 ALTERAÇÃO DAS PROPRIEDADES DOS SOLOS ATRAVÉS DA ESTABILIZAÇÃO.....	2.4
2.2.1 CONTROLE DA EXPANSIBILIDADE.....	2.4
2.2.2 AUMENTO DA RESISTÊNCIA.....	2.7
2.2.3 PERMEABILIDADE.....	2.8
2.2.4 DURABILIDADE.....	2.10
2.3 APLICAÇÕES DA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS.....	2.11
2.4 MÉTODOS CONVENCIONAIS DE ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS.....	2.12
2.4.1 ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA.....	2.12
2.4.1.1 COMPACTAÇÃO.....	2.13
2.4.1.1.1 COMPACTAÇÃO DE SOLOS COESIVOS.....	2.15
2.4.1.1.2 COMPACTAÇÃO DE SOLOS INCOERENTES.....	2.18
2.4.1.2 CORRECÇÃO GRANULOMÉTRICA.....	2.21
2.4.2 ESTABILIZAÇÃO FÍSICA.....	2.23
2.4.2.1 ELECTROOSMOSE.....	2.23
2.4.2.2 TRATAMENTO POR AQUECIMENTO.....	2.27
2.4.2.3 TRATAMENTO POR CONGELAÇÃO.....	2.29
2.4.3 ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA.....	2.31
2.4.3.1 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM CIMENTO.....	2.32
2.4.3.1.1 INTRODUÇÃO.....	2.32
2.4.3.1.2 MECANISMOS DE ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM CIMENTO.....	2.33
2.4.3.1.3 CARACTERÍSTICAS DAS MISTURAS SOLO/CIMENTO.....	2.35
2.4.3.1.4 PROPORÇÃO DOS CONSTITUINTES DA MISTURA, PREPARAÇÃO, COMPACTAÇÃO E CURA.....	2.37
2.4.3.2 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM BETUME.....	2.40
2.4.3.2.1 INTRODUÇÃO.....	2.40
2.4.3.2.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO COM BETUME.....	2.41
2.4.3.2.3 MECANISMO DA ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO COM BETUME.....	2.42
2.4.3.2.4 PROPRIEDADES DAS MISTURAS SOLO/BETUME.....	2.43
2.4.3.3 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM OUTROS ADITIVOS.....	2.45
2.4.3.3.1 INTRODUÇÃO.....	2.45
2.4.3.3.2 ESTABILIZAÇÃO COM CLORETOS.....	2.46
2.4.3.3.3 ESTABILIZAÇÃO COM IMPERMEABILIZANTES.....	2.48
2.4.3.3.4 ESTABILIZAÇÃO COM RESINAS.....	2.48

<b>3. MATERIAIS ENVOLVIDOS NA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM CAL</b>	
3.1 INTRODUÇÃO.....	3.3
3.2 CLASSIFICAÇÃO, FORMAÇÃO E PROPRIEDADES DOS SOLOS RESIDUAIS.....	3.3
3.2.1 INTRODUÇÃO.....	3.3
3.2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS RESIDUAIS.....	3.4
3.2.3 FORMAÇÃO DE UM SOLO RESIDUAL.....	3.5
3.2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SOLOS RESIDUAIS.....	3.7
3.3 PROPRIEDADES DOS SOLOS ARGILOSOS.....	3.9
3.3.1 INTRODUÇÃO.....	3.9
3.3.2 OS MINERAIS ARGILOSOS.....	3.10
3.3.2.1 UNIDADES CRISTALINAS BÁSICAS.....	3.10
3.3.2.2 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS MINERAIS ARGILOSOS.....	3.12
3.3.2.2.1 GRUPO DA CAULINITE.....	3.14
3.3.2.2.2 GRUPO DA ILITE.....	3.15
3.3.2.2.3 GRUPO DA MONTMORILONITE.....	3.15
3.3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE MINERAIS ARGILOSOS POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X.....	3.15
3.3.2.4 SUPERFÍCIE ESPECÍFICA DOS MINERAIS DE ARGILA.....	3.17
3.3.2.5 SOLUÇÕES COLOIDAIS E SUSPENSÕES DE ARGILA.....	3.18
3.3.2.6 NATUREZA ELÉCTRICA DAS PARTÍCULAS DE ARGILA.....	3.19
3.3.2.7 PERMUTA IÓNICA.....	3.20
3.3.2.8 ACTIVIDADE DAS ARGILAS.....	3.22
3.3.2.9 NATUREZA DA ÁGUA PRESENTE NAS ARGILAS.....	3.22
3.3.2.10 EXPANSIBILIDADE.....	3.24
3.3.2.11 FORÇAS ENTRE PARTÍCULAS ARGILOSAS.....	3.26
3.3.2.12 FLOCULAÇÃO E DISPERSÃO DAS PARTÍCULAS DE ARGILA.....	3.27
3.3.2.13 POTENCIAL DE SUCÇÃO.....	3.30
3.3.2.14 INFLUÊNCIA DOS MINERAIS ARGILOSOS NAS PROPRIEDADES DOS SOLOS.....	3.32
3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS VÁRIOS TIPOS DE CAL UTILIZADOS NA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS.....	3.33
3.4.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA.....	3.33
3.4.2 FORMAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA CAL.....	3.34
3.4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA CAL MAIS IMPORTANTES NA ESTABILIZAÇÃO.....	3.40
<b>4. MECANISMOS DESENVOLVIDOS NA ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO COM CAL</b>	
4.1 INTRODUÇÃO.....	4.1
4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS REACÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS ENTRE OS SOLOS E A CAL.....	4.5
4.2.1 INTRODUÇÃO.....	4.5
4.2.2 PERMUTA IÓNICA E FLOCULAÇÃO.....	4.6
4.2.3 ACÇÃO DE CIMENTAÇÃO.....	4.9
4.2.4 ACÇÃO DE CARBONATAÇÃO.....	4.12
4.3 PRINCIPAIS FACTORES DE INFLUÊNCIA NA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM CAL.....	4.13
4.3.1 INTRODUÇÃO.....	4.13

4.3.2 TIPO DE SOLO.....	4.14
4.3.3 TIPO E QUANTIDADE DE CAL.....	4.15
4.3.4 TEOR EM ÁGUA E BARIDADE.....	4.18
4.3.5 CONDIÇÕES DE CURA.....	4.18
4.3.6 UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE CAL E OUTROS ADITIVOS.....	4.19
4.3.6.1 CLORETO DE SÓDIO.....	4.20
4.3.6.2 HIDRÓXIDO DE SÓDIO.....	4.21
4.3.6.3 CARBONATO DE SÓDIO.....	4.21
4.3.6.4 CINZAS VOLANTES.....	4.21
4.3.7 EFEITO DOS SULFATOS E DA MATÉRIA ORGÂNICA.....	4.22
4.4 MELHORAMENTO DOS SOLOS COM A ADIÇÃO DE CAL.....	4.23
4.4.1 INTRODUÇÃO.....	4.23
4.4.2 PLASTICIDADE E EXPANSIBILIDADE.....	4.24
4.4.3 GRANULOMETRIA.....	4.29
4.4.4 COMPACTAÇÃO.....	4.30
4.4.5 TEOR EM ÁGUA.....	4.30
4.4.6 RESISTÊNCIA MECÂNICA E DEFORMAÇÃO.....	4.31
4.5 ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM A ADIÇÃO DE CAL.....	4.32
4.5.1 INTRODUÇÃO.....	4.32
4.5.2 RESISTÊNCIA MECÂNICA.....	4.33
4.5.2.1 RESISTÊNCIA CBR.....	4.34
4.5.2.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES.....	4.35
4.5.2.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO TRIAXIAL.....	4.37
4.5.2.4 RESISTÊNCIA À TRACÇÃO.....	4.39
4.5.3 RESISTÊNCIA À FADIGA.....	4.39
4.5.4 DEFORMABILIDADE.....	4.40
4.5.5 PERMEABILIDADE.....	4.41
4.5.6 DURABILIDADE.....	4.43
4.6 APLICAÇÃO DE MISTURAS SOLO-CAL.....	4.45
4.6.1 INTRODUÇÃO.....	4.45
4.6.2 CRITÉRIOS.....	4.46
4.6.3 FORMULAÇÃO DE MISTURAS SOLO-CAL.....	4.48
4.6.4 PREVISÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA MÁXIMA A PARTIR DE ENSAIOS LABORATORIAIS.....	4.50

## 5. METODOLOGIA SEGUIDA, MATERIAIS E EQUIPAMENTO UTILIZADOS

5.1 INTRODUÇÃO.....	5.3
5.2 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS EFECTUADOS.....	5.4
5.2.1 ENSAIOS DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO.....	5.5
5.2.1.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	5.6
5.2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MINERAIS ARGILOSOS POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X.....	5.6
5.2.1.3 LIMITES DE CONSISTÊNCIA.....	5.7

5.2.1.4 ANÁLISE QUÍMICA.....	5.7
5.2.2 ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO.....	5.8
5.2.3 ENSAIOS DE RESISTÊNCIA.....	5.9
5.2.3.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES.....	5.10
5.2.3.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO TRIAXIAL.....	5.13
5.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS.....	5.15
5.3.1 ANÁLISE DOS SOLOS NATURAIS S1 E S2.....	5.15
5.3.1.1 ENSAIOS DE IDENTIFICAÇÃO.....	5.15
5.3.1.2 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS.....	5.17
5.3.1.3 ANÁLISE QUÍMICA.....	5.19
5.3.1.4 ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO.....	5.20
5.3.2 A CAL E O CLORETO DE SÓDIO.....	5.21
<b>6. MELHORAMENTO DOS SOLOS COM A ADIÇÃO DE CAL – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS</b>	
6.1 INTRODUÇÃO.....	6.3
6.2 MELHORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE GRANULOMETRIA E PLASTICIDADE.....	6.3
6.3 MODIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA.....	6.5
6.4 MODIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTAÇÃO.....	6.5
6.5 AUMENTO DA RESISTÊNCIA.....	6.6
<b>7. ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM A ADIÇÃO DE CAL – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS</b>	
7.1 INTRODUÇÃO.....	7.3
7.2 MODELO TEÓRICO DE EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES.....	7.3
7.3 ESTUDO DA DEFORMAÇÃO.....	7.5
7.4 EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES.....	7.7
7.4.1 ANÁLISE DAS MISTURAS S1C6 E S1C10.....	7.7
7.4.2 ANÁLISE DAS MISTURAS S2C6 E S2C10.....	7.10
7.4.3 COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO DA RESISTÊNCIA DAS MISTURAS S1 E S2.....	7.13
7.4.4 EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS MISTURAS C6 E C10 SATURADAS.....	7.15
7.5 INFLUÊNCIA DO CLORETO DE SÓDIO.....	7.17
7.5.1 EFEITO DO CLORETO DE SÓDIO NA RESISTÊNCIA DAS MISTURAS S1.....	7.18
7.5.2 EFEITO DO CLORETO DE SÓDIO NA RESISTÊNCIA DAS MISTURAS S2.....	7.20
7.5.3 EFEITO DA SATURAÇÃO NA RESISTÊNCIA DAS MISTURAS COM CLORETO DE SÓDIO.....	7.23
7.6 ANÁLISE DAS PERDAS DE RESISTÊNCIA DEVIDO À SATURAÇÃO DAS MISTURAS.....	7.25
<b>8. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	
8.1 CONCLUSÕES.....	8.3
8.2 TRABALHOS FUTUROS.....	8.5
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b>	