

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA,
ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CADASTRO GEOTÉCNICO DOS SOLOS FINOS
LATERÍTICOS PARA FINS DE
PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
GOIÂNIA-GO**

RICARDO ALVES CARDOSO

D0022G10

GOIÂNIA

2010

RICARDO ALVES CARDOSO

**CADASTRO GEOTÉCNICO DOS SOLOS FINOS
LATERÍTICOS PARA FINS DE
PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
GOIÂNIA-GO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Geotecnia

Orientador(a): Prof^a DSc. Lilian Ribeiro Rezende

Co-orientador(a): Prof^a DSc. Patrícia de Araújo Romão

**Goiânia
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

Cardoso, Ricardo Alves.

Cadastro Geotécnico dos Solos Finos Lateríticos para Fins de Pavimentação no Município de Goiânia-GO [manuscrito] / Ricardo Alves Cardoso. - 2010.

185 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lilian Ribeiro Rezende; Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia de Araújo Romão

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2010.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

Apêndices.

1. Cadastro geotécnico. 2. Solos finos lateríticos. 3. Metodologia MCT. 4. Pavimentação. I. Título.



Universidade Federal de Goiás
Escola de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

FOLHA DE APROVAÇÃO

"CADASTRO GEOTÉCNICO DOS SOLOS FINOS LATERÍTICOS PARA FINS DE PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA-GO"

Ricardo Alves Cardoso

Descrição defendida e aprovada pela banca constituída pelos membros:


Prof. Dr. Lúcio Roberto de Rezende (LFR)


Prof. Dr. Carlos Alberto Lima Vargas (CALV)


Prof. Dr. José Carlos de Carvalho (JC)

Goiânia, 24 de agosto de 2010

AGRADECIMENTOS

À meus pais Benedito e Geny, pela vida e criação responsável que me propiciaram.

Aos meus sogros Gil e Olegária, que sempre colaboraram de forma fraterna no dia-a-dia.

À minha querida esposa Gerley, que em todos os momentos de minha vida tem sido uma companheira insubstituível. Pela compreensão, paciência, incentivo, carinho e tolerância durante os dias e noites que foram dedicados a este trabalho.

Aos meus queridos filhos Jean, Thales e Jóice, que são o meu maior patrimônio. Agradeço-lhes pela amizade e confiança. Peço-lhes desculpas pelas minhas ausências ao priorizar este trabalho em relação ao convívio familiar.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) pelo apoio, disponibilizando o Laboratório de Solos para a execução da maioria dos ensaios realizados.

Ao Laboratório de Tecnologia de Furnas em Goiânia pela execução dos ensaios de mineralogia.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Construção Civil e Mecânica das Estruturas da Escola de Engenharia da UFG, pelo conhecimento transmitido e o convívio acadêmico.

À Professora Dra. Lilian Ribeiro de Rezende, de forma especial, pela paciência, ajuda e compreensão durante a orientação desta pesquisa.

À Professora Dra. Patrícia de Araújo Romão, pela colaboração em relação à Cartografia Geotécnica.

Aos colegas que convivemos durante este curso, em especial, aos amigos Victor Emmanuel, Nelson Cunha e Leonardo Sebastião que sempre estiveram lado a lado comigo.

Ao aluno Santiago, do Curso de Tecnologia em Construção de Vias Terrestres do IFG, pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente me acompanharam durante o período desta Pós-Graduação.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo o cadastro geotécnico de áreas no Município de Goiânia-GO, que apresentem a ocorrência de solos finos lateríticos com potencialidade para serem utilizados em pavimentação. A metodologia utilizada se baseia no trabalho concebido por Nogami e Villibor (1995). A partir de sondagens e coletas de 17 amostras no campo foram realizados ensaios da Metodologia MCT (Mini-MCV, Perda de Massa por Imersão, Compactação e Mini-CBR) e verificadas as propriedades mecânicas e hidráulicas desses solos. As amostras foram coletadas em locais previamente escolhidos utilizando-se como referência o mapa pedológico de Goiânia, procurando distribuí-las em todas unidades de solos deste mapa. As sondagens foram executadas até a profundidade de 2 m e em cada furo os solos foram misturados, representando o que ocorre na prática durante a exploração de uma área de empréstimo. As amostras coletadas para o estudo foram somente aquelas constituídas por solos finos com diâmetros dos grãos inferiores a 2 mm (peneira nº 10). Também foram realizados ensaios convencionais de caracterização (granulometria, limites de consistência e peso específico) das amostras coletadas para melhor identificação desses solos. Os resultados obtidos de todas as amostras objetivaram formar um banco de dados para pesquisas futuras na área de pavimentação. Verificou-se que em Goiânia a maioria dos solos estudados são lateríticos argilosos e podem ser aplicados na construção de pavimentos com baixo volume de tráfego.

PALAVRAS-CHAVE: Cadastro geotécnico. Solos finos lateríticos. Metodologia MCT. Pavimentação.

ABSTRACT

This work aims at the register of geotechnical areas in Goiania-GO, showing the occurrence of fine lateritic soils with potential for use in flooring. The methodology is based on work developed by Nogami and Villibor (1995). From surveys and collecting 17 samples in field tests were conducted from MCT (Mini-MCV, Loss of mass by immersion, compression and Mini-CBR) and verified the mechanical and hydraulic properties of these soils. The samples were collected at sites previously chosen using as reference the pedological map of Goiania, trying to distribute them to all soil units of this map. The surveys were performed to a depth of 2 m in each hole the soils were mixed, representing what occurs in practice during the operation of a loan area. The samples collected for the study were those who had only fine soil grains with diameters of less than 2 mm (sieve nº. 10). Tests were also carried out conventional characterization (particle size, Atterberg limits and specific gravity) of the samples collected to better identify these soils. The results obtained with all samples have the intention to form a database for future research in the area of pavement. It was found that in Goiania most soils are lateritic clay and can be applied in the construction of pavements with low traffic volume.

KEYWORDS: Geotechnical register. Fine lateritic soils. MCT methodology, Paving.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Perfil esquemático de ocorrência de solos em ambientes tropicais (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	33
Figura 2.2 – Perfis de intemperismo na região Centro-Sul do Brasil (VARGAS, 1977)....	34
Figura 2.3 – Ocorrências de solos finos arenosos e argilosos de comportamento laterítico no Brasil (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	36
Figura 2.4 – Perfil de um corte rodoviário, parte superior solo laterítico vermelho e inferior solo saprolítico variegado (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	37
Figura 2.5 – Esquema de um perfil típico de solo e seus horizontes: O - orgânico; A - superficial; B - sub-superficial; C - intermediário; Rocha (material de origem) (SANTOS; LEMOS, 1996).....	39
Figura 2.6 – Carta de plasticidade de Casagrande (SOUZA PINTO, 2006).....	50
Figura 2.7 – Carta para a classificação de solos pelo sistema MCT (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	54
Figura 2.8 – Região de classificação da argila laterítica indicada para ser usada em pavimentação (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	62
Figura 2.9 – Mapa geológico do município de Goiânia-GO com todos os furos sondados (modificado de CAMPOS <i>et al.</i> 2003 por ROMÃO, 2006 da escala original de 1:50.000).....	64
Figura 2.10 – Mapa de solos do município de Goiânia-GO com todos os furos sondados (modificado de CAMPOS <i>et al.</i> 2003 por ROMÃO, 2006 da escala original de 1:50.000).....	66
Figura 3.1 – Mapa de solos do município de Goiânia-GO com os 17 pontos de coletas de amostras de solos finos (modificado de CAMPOS <i>et al.</i> 2003 por ROMÃO, 2006 da escala original de 1:50.000).....	76
Figura 3.2 – Sondagem amostra 1 Cambissolo Háplico (AM1C), não coletada.....	77
Figura 3.3 – Sondagem amostra 2 Cambissolo Háplico (AM2C), coletada.....	77
Figura 3.4 – Sondagem amostra 3 Cambissolo Háplico (AM3C), não coletada.....	77
Figura 3.5 – Sondagem amostra 1 Latossolo Vermelho (AM1LV), coletada.....	78
Figura 3.6 – Sondagem amostra 2 Latossolo Vermelho (AM2LV), coletada.....	78
Figura 3.7 – Sondagem amostra 3 Latossolo Vermelho (AM3LV), coletada.....	78

Figura 3.8 – Sondagem amostra 4 Latossolo Vermelho (AM4LV), coletada.....	79
Figura 3.9 – Sondagem amostra 5 Latossolo Vermelho (AM5LV), coletada.....	79
Figura 3.10 – Sondagem amostra 6 Latossolo Vermelho (AM6LV), coletada.....	79
Figura 3.11 – Sondagem amostra 7 Latossolo Vermelho (AM7LV), coletada.....	80
Figura 3.12 – Sondagem amostra 8 Latossolo Vermelho (AM8LV), coletada.....	80
Figura 3.13 – Sondagem amostra 9 Latossolo Vermelho (AM9LV), coletada.....	80
Figura 3.14 – Sondagem amostra 10 Latossolo Vermelho (AM10LV), coletada.....	81
Figura 3.15 – Sondagem amostra 11 Latossolo Vermelho (AM11LV), coletada.....	81
Figura 3.16 – Sondagem amostra 1 Latossolo Vermelho-Amarelo (AM1LVA), não coletada.....	81
Figura 3.17 – Sondagem amostra 2 Latossolo Vermelho-Amarelo (AM2LVA), não coletada, área já explorada.....	82
Figura 3.18 – Sondagem amostra 3 Latossolo Vermelho-Amarelo (AM3LVA), não coletada.....	82
Figura 3.19 – Sondagem amostra 1 Nitossolo Vermelho (AM1NV), coletada.....	82
Figura 3.20 – Sondagem amostra 2 Nitossolo Vermelho (AM2NV), coletada.....	83
Figura 3.21 – Sondagem amostra 3 Nitossolo Vermelho (AM3NV), coletada.....	83
Figura 3.22 – Sondagem amostra 1 Neossolo Flúvico (AM1NF), não coletada.....	83
Figura 3.23 – Sondagem amostra 2 Neossolo Flúvico (AM2NF), coletada.....	84
Figura 3.24 – Sondagem amostra 3 Neossolo Flúvico (AM3NF), coletada.....	84
Figura 3.25 – Sondagem amostra 1 Plintossolo Pétrico (AM1PP), não coletada.....	84
Figura 3.26 – Sondagem amostra 1 Neossolo Litólico (AM1NL), não coletada.....	85
Figura 3.27 – Sondagem amostra 2 Neossolo Litólico (AM2NL), não coletada.....	85
Figura 3.28 – Sondagem amostra 3 Neossolo Litólico (AM3NL), não coletada.....	85
Figura 3.29 – Preparação das amostras para os ensaios de caracterização: (a) Secagem das amostras; (b) amostras preparadas para os ensaios de caracterização.....	87
Figura 3.30 – Granulometria por sedimentação com e sem defloculante.....	88
Figura 3.31 – Dispersores e picnômetros utilizados durante o ensaio de massa específica dos grãos de solos.....	89
Figura 3.32 – Execução dos ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade.....	89
Figura 3.33 – Preparação de amostras para os ensaios da metodologia MCT.....	90
Figura 3.34 – Execução do ensaio Mini-MCV.....	91

Figura 3.35 – Execução do ensaio de perda de massa por imersão em água.....	92
Figura 3.36 – Execução do ensaio Mini-Proctor.....	92
Figura 3.37 – Execução do ensaio Mini-CBR.....	93
Figura 3.38 – Execução do ensaio de expansão.....	94
Figura 3.39 – Difratorômetro de Raios-X (OLIVEIRA, 2008).....	96
Figura 3.40 – Processo de preparação de solos para análise por DRX: (a) separação por sedimentação; (b) lâminas com o material argiloso orientado; (c) lâminas dentro de dissecador com etileno-glicol (OLIVEIRA, 2008).....	97
Figura 3.41 – Mufla para calcinação utilizada na preparação dos solos para análise por DRX (OLIVEIRA, 2008).....	98
Figura 4.1 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM1LV (latossolo vermelho).....	101
Figura 4.2 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM2LV (latossolo vermelho)	101
Figura 4.3 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM3LV (latossolo vermelho)	102
Figura 4.4 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM4LV (latossolo vermelho)	102
Figura 4.5 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM5LV (latossolo vermelho)	103
Figura 4.6 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM6LV (latossolo vermelho)	103
Figura 4.7 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM7LV (latossolo vermelho)	104
Figura 4.8 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM8LV (latossolo vermelho)	104
Figura 4.9 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM9LV (latossolo vermelho)	105
Figura 4.10 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM10LV (latossolo vermelho)	105
Figura 4.11 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM11LV (latossolo vermelho)	106
Figura 4.12 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM1NV (nitossolo	

vermelho)	106
Figura 4.13 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM2NV (nitossolo vermelho)	107
Figura 4.14 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM3NV (nitossolo vermelho)	107
Figura 4.15 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM2C (cambissolo) ..	108
Figura 4.16 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM2NF (neossolo flúvico)	108
Figura 4.17 – Curvas granulométricas com e sem defloculante da AM3NF(neossolo flúvico)	109
Figura 4.18 – Curvas granulométricas com defloculante das amostras estudadas	109
Figura 4.19 – Curvas granulométricas sem defloculante das amostras estudadas	110
Figura 4.20 – Mapa geológico de Goiânia-GO com os pontos de coletas de amostras (CAMPOS <i>et al.</i> 2003, modificado por ROMÃO, 2006, da escala original de 1:50.000)	115
Figura 4.21 – Difratoograma da amostra AM1LV.....	116
Figura 4.22 – Difratoograma da amostra AM4LV.....	117
Figura 4.23 – Difratoograma da amostra AM6LV.....	117
Figura 4.24 – Difratoograma da amostra AM8LV.....	118
Figura 4.25 – Difratoograma da amostra AM10LV.....	118
Figura 4.26 – Difratoograma da amostra AM2C.....	119
Figura 4.27 – Difratoograma da amostra AM2NF.....	119
Figura 4.28 – Difratoograma da amostra AM3NF.....	120
Figura 4.29 – Difratoograma da amostra AM1NV.....	120
Figura 4.30 – Difratoograma da amostra AM2NV.....	121
Figura 4.31 – Difratoograma da amostra AM3NV.....	121
Figura 4.32 – Ábaco de classificação MCT com região de solo argiloso laterítico (I) para utilização em pavimentação (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	126
Figura 4.33 – Curva de compactação e saturação 100% da AM1-LV.....	129
Figura 4.34 – Curva de compactação e saturação 100% da AM2-LV.....	129
Figura 4.35 – Curva de compactação e saturação 100% da AM3-LV.....	130
Figura 4.36 – Curva de compactação e saturação 100% da AM4-LV.....	130
Figura 4.37 – Curva de compactação e saturação 100% da AM5-LV.....	130
Figura 4.38 – Curva de compactação e saturação 100% da AM6-LV.....	131

Figura 4.39 – Curva de compactação e saturação 100% da AM7-LV.....	131
Figura 4.40 – Curva de compactação e saturação 100% da AM8-LV.....	131
Figura 4.41 – Curva de compactação e saturação 100% da AM9-LV.....	132
Figura 4.42 – Curva de compactação e saturação 100% da AM10-LV.....	132
Figura 4.43 – Curva de compactação e saturação 100% da AM11-LV.....	132
Figura 4.44 – Curva de compactação e saturação 100% da AM1-NV.....	133
Figura 4.45 – Curva de compactação e saturação 100% da AM2-NV.....	133
Figura 4.46 – Curva de compactação e saturação 100% da AM3-NV.....	133
Figura 4.47 – Curva de compactação e saturação 100% da AM2-C.....	134
Figura 4.48 – Curva de compactação e saturação 100% da AM2-NF.....	134
Figura 4.49 – Curva de compactação e saturação 100% da AM3-NF.....	134
Figura 4.50 – Curva de compactação e saturação 100% da AM1-LV na energia normal..	136
Figura 4.51 – Curva de compactação e saturação 100% da AM2-LV na energia normal..	136
Figura 4.52 – Curva de compactação e saturação 100% da AM6-LV na energia normal..	136
Figura 4.53 – Curva de compactação e saturação 100% da AM7-LV na energia normal..	137
Figura 4.54 – Curva de compactação e saturação 100% da AM8-LV na energia normal..	137
Figura 4.55 – Curva de compactação e saturação 100% da AM9-LV na energia normal..	137
Figura 4.56 – Curva de compactação e saturação 100% da AM10-LV na energia normal	138
Figura 4.57 – Curva de compactação e saturação 100% da AM11-LV na energia normal	138
Figura 4.58 – Relação da % de argila com defloculante versus limite de liquidez.....	140
Figura 4.59 – Relação da % de argila com defloculante versus limite de plasticidade.....	140
Figura 4.60 – Correlação da massa específica aparente seca máxima (MEAS _{máx}) de compactação versus a umidade ótima na energia intermediária.....	141
Figura 4.61 – Correlação do Mini-CBR s/imersão versus a MEAS _{máx} de compactação na Energia Intermediária (EI) e Energia Normal (EN) de 8 amostras de latossolo vermelho (LV).....	142
Figura 4.62 – Correlação da MEAS _{máx} versus umidade ótima de compactação na Energia Intermediária (EI) e Energia Normal (EN) de 8 amostras de latossolo vermelho (LV).....	142
Figura 4.63 – Correlação das capacidades de suporte Mini-CBRs nas condições sem imersão e com imersão na EI de compactação do Mini-Proctor.....	143
Figura 4.64 – Correlação da RIS versus grau de saturação na EI de compactação do Mini-Proctor.....	143

Figura 4.65 – Mapa de solos de Goiânia-GO com a indicação dos locais de ocorrência de solos finos lateríticos com potencialidades para serem utilizados em pavimentação.... 144

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Frações granulométricas dos materiais estudados.....	100
Tabela 4.2 – Resultados dos ensaios de massa específica dos grãos.....	112
Tabela 4.3 – Resultados das densidades relativas de alguns minerais (LAMBE; WHITMAN, 1928, p.30).....	113
Tabela 4.4 – Resultados dos ensaios de consistência.....	114
Tabela 4.5 – Resumo dos resultados dos ensaios de DRX na fração total.....	116
Tabela 4.6 – Classificação dos solos finos pelos sistemas TRB e SUCS.....	124
Tabela 4.7 – Resultados dos ensaios de Mini-MCV, Perda de massa por imersão e Classificação MCT.....	125
Tabela 4.8 – Classificação dos solos finos pelos sistemas TRB, SUCS e MCT.....	127
Tabela 4.9 – Classificação das amostras coletadas na região de Goiânia-GO pelos sistemas SUCS, TRB e MCT (OLIVEIRA JR.; VARGAS; GUIMARÃES, 2004).....	128
Tabela 4.10 – Resultados dos ensaios de compactação, Mini-CBR e expansão da MCT na energia intermediária.....	128
Tabela 4.11 – Resultados dos ensaios de compactação, Mini-CBR e expansão da MCT na energia normal.....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Conceituação de solos em áreas do saber (modificado de BALBO, 2007).....	31
Quadro 2.2 – Horizontes diagnósticos e suas principais características (SiBCS, 2006).....	40
Quadro 2.3 – Nomenclatura das classes de solos no primeiro nível categórico (SiBCS, 2006).....	42
Quadro 2.4 – Sistema de classificação dos solos TRB (DNIT, 2006).....	45
Quadro 2.5 – Significado das letras utilizadas na classificação do SUCS (SOUZA PINTO, 2006).....	49
Quadro 2.6 – Esquema para classificação pelo SUCS (SOUZA PINTO, 2006).....	50
Quadro 2.7 – Resumo do SUCS (CAPUTO, 1988).....	51
Quadro 2.8 – Peculiaridades dos solos lateríticos e não lateríticos da classificação MCT (NOGAMI; VILLIBOR, 1995, adaptado por BALBO, 2007).....	55
Quadro 2.9 – Dados diversos das propriedades dos grupos de solos da classificação MCT (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	56
Quadro 2.10 – Valores numéricos das propriedades dos grupos que complementam o Quadro 2.9 (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).....	57
Quadro 2.11 – Cidades com pavimentos de bases de SAFL (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	60
Quadro 2.12 – Valores recomendados para bases de SAFL (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	61
Quadro 2.13 – Valores recomendados para bases de argilas lateríticas (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	62
Quadro 2.14 – Faixa granulométrica utilizada para bases de argilas lateríticas (VILLIBOR <i>et al.</i> 2007).....	62
Quadro 3.1 – Boletim de sondagens para estudos dos solos de Goiânia – folha 1.....	73
Quadro 3.2 – Boletim de sondagens para estudos dos solos de Goiânia – folha 2.....	74

Quadro 3.3 – Boletim de sondagens para estudos dos solos de Goiânia – folha 3.....	75
Quadro 3.4 – Amostras selecionadas para ensaios de DRX.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO "American Association of State Highway and Transportation Officials"

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM "American Society for Testing and Materials"

BPR "Bureau of Public Roads"

CBR "California Bearing Ratio"

DER-SP Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo

DNER Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte

DRX Técnica de Difração de Raio X

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

GPS "Global Positioning System"

HRB "Highway Research Board"

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG Índice de Grupo

IP Índice de Plasticidade

IPLAN Instituto de Planejamento Municipal

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

ISC Índice de Suporte Califórnia

MCT Miniatura Compactado Tropical

MCV "Moisture Condition Value"

NBR Normas Brasileiras

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SAFL Solo Arenoso Fino Laterítico

SEPLAN Secretaria de Planejamento do Município de Goiânia-GO

SiBCS Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SUCS Sistema Unificado de Classificação dos Solos

TRB "Transportation Research Board"

USP Universidade de São Paulo

UTM "Universal Transversa Mercator"

LISTA DE SÍMBOLOS

- c' Coeficiente angular da reta assimilável à curva de deformabilidade com Mini-MCV = 10
- d' Inclinação da parte reta do ramo seco da curva de compactação correspondente a 12 golpes
- e' Índice da Classificação MCT
- g/cm^3 Gramas por centímetros cúbicos
- IP Índice de plasticidade
- kN Quilo-Newton
- mm Milímetros
- N Número de solicitações do eixo simples padrão de 80 kN
- Pi Perda de massa por imersão expressa em porcentagem
- δ Densidade relativa
- ρ_d massa específica aparente seca do solo
- ρ_s massa específica dos grãos
- e Índice de vazios
- Sr Grau de saturação
- w_L Limite de liquidez
- w_{ot} Umidade ótima
- w_P Limite de plasticidade
- # Peneira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 JUSTIFICATIVA.....	24
1.2 OBJETIVOS.....	25
1.2.1 Objetivo Geral.....	25
1.2.2 Objetivos Específicos.....	25
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.1 CADASTRO GEOTÉCNICO.....	27
2.1.1 Descrição Geral.....	28
2.1.2 Descrição Morfológica.....	29
2.2 DEFINIÇÕES PARA SOLOS.....	30
2.3 SOLOS TROPICAIS.....	32
2.3.1 Solos lateríticos.....	34
2.3.2 Solos saprolíticos.....	36
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	38
2.4.1 Classificação Pedológica.....	38
2.4.2 Classificações Geotécnicas.....	42
2.4.2.1 Sistema de classificação TRB.....	43
2.4.2.2 Sistema de classificação SUCS.....	47
2.4.2.3 Classificação MCT.....	53
2.5 PAVIMENTAÇÃO COM SOLOS LATERÍTICOS.....	57
2.5.1 Histórico de Pavimentos Executados.....	58
2.5.2 Propriedades dos solos finos lateríticos para serem utilizados em pavimentação.....	61
2.5.2.1 Solos Arenosos Finos Lateríticos (SAFL).....	61

2.5.2.2 Argilas Lateríticas.....	61
2.6 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	63
2.6.1 Aspectos Geológicos.....	63
2.6.2 Aspectos dos materiais inconsolidados.....	65
2.6.2.1 Grupo I – Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Nitossolo Vermelho e Chernossolo.....	65
2.6.2.2 Grupo II – Cambissolo, Neossolo Litólico e Plintossolo.....	67
2.6.2.3 Grupo III – Neossolo Flúvico e Gleissolo.....	68
2.6.3 Aspectos Geomorfológicos.....	69
 3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	 71
3.1 DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE SONDAgens E COLETAS DE AMOSTRAS.....	71
3.1.1 Definição dos locais para sondagens.....	71
3.1.2 Coletas de amostras.....	86
3.2 ENSAIOS DE LABORATÓRIO.....	86
3.2.1 Ensaios Convencionais de Caracterização.....	87
3.2.1.1 Granulometria.....	87
3.2.1.2 Massa específica dos grãos.....	88
3.2.1.3 Limites de liquidez e de plasticidade.....	89
3.2.2 Ensaios da Metodologia MCT.....	90
3.2.2.1 Ensaio Mini-MCV.....	90
3.2.2.2 Ensaio Perda de Massa por Imersão em Água.....	91
3.2.2.3 Ensaio Mini-Proctor (Compactação).....	92
3.2.2.4 Ensaio Mini-CBR e Expansão.....	93
3.2.3 Ensaios Complementares de Difração de Raios-X (DRX).....	94
3.2.3.1 Generalidades.....	94
3.2.3.2 Identificação, Preparação das Amostras e Execução dos Ensaios...	95

3.3 INDICAÇÃO NO MAPA DE SOLOS DAS POSSÍVEIS ÁREAS PARA EXPLORAÇÃO DE SOLOS FINOS	98
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	99
4.1 INTRODUÇÃO.....	99
4.2 ENSAIOS LABORATORIAIS.....	99
4.2.1 Caracterização das amostras.....	99
4.2.1.1 Análise granulométrica.....	99
4.2.1.2 Massa específica dos grãos.....	112
4.2.1.3 Limites de consistência.....	113
4.2.2 Ensaios de Difração de Raios-X (DRX).....	115
4.2.3 Classificação geotécnica dos solos.....	123
4.2.3.1 Classificações TRB e SUCS.....	123
4.2.3.2 Classificação MCT.....	124
4.2.3.3 Comparação entre as classificações.....	126
4.2.4 Ensaios de Compactação Mini-Proctor, Mini-CBR e Expansão (MCT).....	128
4.3 CORRELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS ESTUDADOS.....	139
4.3.1 Parâmetros de Caracterização.....	139
4.3.2 Parâmetros de Compactação Mini-Proctor e Capacidade de Suporte Mini-CBR da MCT.....	141
4.4 MAPA COM A INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SOLOS FINOS LATERÍTICOS PARA UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO.....	144
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	145
5.1 CONCLUSÕES.....	145
5.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	146

REFERÊNCIAS	147
APÊNDICE A – GRÁFICOS E RESULTADOS DOS ENSAIOS DE MINI-MCV.....	151