

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**INFLUÊNCIA DE ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA
UMIDADE DE SOLOS TROPICAIS COMO INDICADOR DA
SUCÇÃO APLICADO À FUNDAÇÕES**

MAURO APARECIDO LESSA DE SOUZA

ORIENTADORA: NORIS COSTA DINIZ

DISSERTAÇÃO MESTRADO EM GEOTECNIA

PUBLICAÇÃO: G.DM-136/05

BRASÍLIA / DF: OUTUBRO / 2005

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**INFLUÊNCIA DE ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA
UMIDADE DE SOLOS TROPICAIS COMO INDICADOR DA
SUCÇÃO APLICADO À FUNDAÇÕES**

MAURO APARECIDO LESSA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

**NORIS COSTA DINIZ, DSc. (UnB)
(ORIENTADORA)**

**JOSÉ CAMAPUM DE CARVALHO, PhD. (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**RAFAEL GUARDADO LACABA, DSc. (ISMMM)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 26 De outubro de 2005.

FICHA CATALOGRÁFICA

LESSA, MAURO APARECIDO DE SOUZA
Influência de Índices Pluviométricos na Umidade de Solos Tropicais como Indicador da Sucção Aplicado à Fundações (2005).
xvii, 213p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Geotecnia, 2005)
Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

1. Solos Tropicais	2. Solos não Saturados
3. Sucção	4. Fundações
I. ENC/FT/UnB	II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LESSA, M.A.S. (2005). Influência de Índices Pluviométricos na Umidade de Solos Tropicais como Indicador da Sucção Aplicado à Fundações. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-136/05, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 213 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mauro Aparecido Lessa de Souza
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Influência de Índices Pluviométricos na Umidade de Solos Tropicais como Indicador da Sucção Aplicado à Fundações
GRAU / ANO: Mestre / 2005

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Mauro Aparecido Lessa de Souza
Av. Anápolis Qd.30 Lt.09 V. Brasília
CEP 74.911-360 – Aparecida de Goiânia / GO - Brasil

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por ter me dado força para superar tantas dificuldades e aos meus pais Elias Lessa de Souza e Ambrozia Efigênia de Souza por ter me ajudado em todos esses momentos, compartilhando os momentos mais difíceis e agora eu dedico essa vitória.

A visão focada das coisas pode nos induzir a cometermos erros. Às vezes, é preciso levantar a cabeça para termos uma visão mais ampla do mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor José Henrique Feitosa, que já não está mais aqui presente, que dava um toque especial a este departamento com sua simpatia, bom humor e sabedoria.

À Professora Noris Costa Diniz, pelos ensinamentos transmitidos, pela firmeza, serenidade, objetividade com que orientou este trabalho e pelo grande incentivo, pelos exemplos de competência e vida, e principalmente pela amizade que será lembrada eternamente.

Ao Professor José Camapum de Carvalho pela atenção, colaboração e valiosos ensinamentos durante a realização desta pesquisa.

À Universidade de Brasília e a CAPES pela oportunidade e apoio financeiro.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia Ennio Marques Palmeira, Pedro Murrieta Santos Neto, Newton Moreira de Souza, André Pacheco de Assis, Márcio Muniz de Faria e Renato Pinto da Cunha pela dedicação às disciplinas ministradas neste programa.

Aos técnicos e amigos do laboratório de Geotecnia, Valter, Vanilson, Tiago, Alessandro, Ricardo, pelo apoio, pela convivência saudável e pelos valiosos auxílios nos ensaios de laboratório e nas investigações de campo.

A minha prima e amiga Clésia Caíres com quem eu sempre pude contar durante todo esse período da pesquisa, me estimulando, e estando sempre presente em todos os momentos.

Ao amigo Lauri que me ajudou na elaboração deste trabalho. E, finalmente, a todos aqueles que também tiveram sua contribuição direta e indiretamente no desenvolvimento desta pesquisa, mesmo não citados formalmente.

RESUMO

O perfil geológico-geotécnico do solo da cidade de Brasília, DF, possui características típicas de solos tropicais. É um perfil profundamente intemperizado, não apresenta lençol freático nem em camadas mais profundas em nenhum período do ano, por isso o solo nunca se encontra saturado naturalmente. Devido a essas boas condições de drenagem este solo apresenta nos horizontes A e B argila com estrutura macroporosa com elevado índice de vazios. Esta característica é responsável pela colapsibilidade do solo e, por conseguinte, é um grande problema para as fundações assentes neste solo. Por outro lado, a não saturação do solo, é responsável por ele apresentar uma grande parcela de coesão aparente devido à tensão de sucção matricial. Esta propriedade, a qual estimulou a elaboração desta dissertação, pode ser utilizada como uma parcela complementar na capacidade de suporte do solo, ao se projetar uma fundação, se for bem entendido o seu comportamento. Como o único elemento que influencia a sucção matricial no solo está diretamente relacionada ao grau de saturação, e esta, por sua vez, está relacionada com a umidade do solo a qual varia com os índices pluviométricos, então, esta pesquisa utilizou uma mini-estação meteorológica para monitorar os dados climatológicos no período de um ano e paralelamente obtiveram-se vários perfis de umidade do solo distribuídos neste mesmo período. Realizaram-se, ainda, ensaios de DPL (Penetrômetro Dinâmico Leve) durante este período para se verificar no campo a variação de resistência à penetração do solo ao longo do ano. Obtiveram-se as curvas características do solo para cada metro do perfil e em função das umidades do solo obtidas durante a pesquisa, somadas às informações climatológicas obtidas, pôde-se recomendar neste trabalho um valor máximo da tensão de sucção matricial a considerar em um projeto geotécnico para o solo aqui estudado.

ABSTRACT

The city of Brasilia has a soil whose characteristics of the geological-geotechnical profile is of a typical tropical soil. Its profile is deeply weathering, it does not present groundwater, at least in deeper layers in no period of the year, as a consequence of it, the soil is never naturally saturated. In this kind of soil, due to its good draining conditions, within A and B horizontals, the found clay is macro porous and has a high void ratio structure. This characteristic is responsible for the collapse of the soil and, consequently, it is a great problem for the foundation's seat in this kind of soil. On the other hand, with non saturated soil, it is natural that it presents a great parcel of apparent cohesion due to the tension of matrix suction. This characteristic, which stimulated the elaboration of this dissertation, can be used as a complementary parcel in the capacity of support of the soil, to design a foundation, if well understood its behavior. As the only element that influences the matrix suction in the soil directly, it is related to the degree of saturation and this, in turn, is related with the moisture content of the soil, which varies with the pluviometric ratios, following that, this research used a meteorological mini-station to monitor the climatological data in the period of one year and parallely, during the same period, various profiles of the soil's moisture content were obtained.

Furthermore, during this period, Dynamic Penetration Light (DPL) studies were realized, on the field, in order to verify the resistance variation of the soil's penetration in the curse of the year. For each metric profile of the soil, soil-water characteristic curves were obtained and in function of the soil's moisture content acquired during the research, complementary climatological information was obtained, due to this work, it was possible to recommend a maxim value of the matrix suction to be considered within a geotechnical project for the soil here studied.

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. - APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. - OBJETIVO.....	3
1.3. - JUSTIFICATIVAS.....	3
1.4. – ESTRUTURA DA TESE.....	4
2. – CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS.....	6
2.1. – FORMAÇÃO DOS SOLOS.....	6
2.1.1. – <i>Introdução</i>	6
2.1.2. – <i>Clima</i>	7
2.1.3. – <i>Material de Origem</i>	9
2.1.4. – <i>Organismos</i>	10
2.1.5. – <i>Relevo</i>	11
2.1.6. – <i>Tempo</i>	12
2.2. - SOLOS TROPICAIS.....	12
2.2.1. - <i>Introdução</i>	12
2.2.2. - <i>Solos colapsíveis</i>	16
2.2.3. – <i>Solos não saturados</i>	17
2.2.4. – <i>Sucção – fundamento teórico</i>	22
2.3. - PENETRÔMETRO DINÂMICO LEVE (DPL).....	24
3. – FLUXO E PERCOLAÇÃO DA ÁGUA NOS SOLOS.....	25
3.1. – INTRODUÇÃO.....	25
3.2. - ESTRUTURA FÍSICA DO SOLO.....	27
3.3. - INFILTRAÇÃO.....	28
3.3.1. - <i>Infiltração horizontal</i>	34
3.3.2. - <i>Infiltração vertical</i>	39
3.4. - MEDIDA DAS FUNÇÕES HIDRÁULICAS DO SOLO.....	40
3.5. - MÉTODOS EXPERIMENTAIS.....	41
3.6. - METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO DO AVANÇO DA FRENTE DE MOLHAMENTO EM SOLOS.....	42
4. – CARACTERÍSTICAS DO LOCAL.....	45
4.1. – INTRODUÇÃO.....	45
4.2. – LOCALIZAÇÃO.....	45
4.3. – GEOLOGIA.....	48
4.4. – GEOMORFOLOGIA.....	50
4.5. – CLIMA.....	54
5. – TRABALHOS REALIZADOS NO CAMPO EXPERIMENTAL.....	59
5.1. – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO CAMPO EXPERIMENTAL.....	59
5.1.1. – <i>Caracterização</i>	59
5.1.2. – <i>Mineralogia e microscopia</i>	62
5.1.3. – <i>Adensamento e resistência ao cisalhamento</i>	67
5.1.4. – <i>Ensaio de campo</i>	69

5.2. – TRABALHOS REALIZADOS NESTA PESQUISA	71
5.2.1 – <i>Instalação da estação meteorológica</i>	71
5.2.2. - <i>Investigação de campo</i>	72
5.2.3. – <i>Caracterização Geotécnica</i>	76
5.2.4. – <i>Curva característica</i>	77
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
6.1.– INTRODUÇÃO	81
6.2.– CLIMATOLOGIA	81
6.3. – RESULTADOS DO ESTUDO GEOTÉCNICO.....	97
6.3.1.- <i>Caracterização</i>	97
6.3.2. – <i>Perfil Geotécnico</i>	98
6.3.3. – <i>Curvas características</i>	101
6.4.4. – <i>Ensaio de tração indireta</i>	108
6.3.5. – <i>Perfil de umidade</i>	111
6.3.6. – <i>Ensaio de campo</i>	116
6.4. – DISCUSSÃO FINAL DA ANÁLISE DOS RESULTADOS	122
7.0. – CONCLUSÃO	126
7.1. – CONCLUSÕES GERAIS.....	126
7.2. – SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXO A (Calibração da célula de carga).....	138
ANEXO B (Dados típicos sobre clima).....	140
ANEXO C (Relatório dos valores médios, máximos e mínimos diários).....	142
ANEXO D (Relatório mensal dos dados climatológicos diário).....	143
- OUTUBRO 2004.....	144
- NOVEMBRO 2004.....	147
- DEZEMBRO 2004.....	152
- JANEIRO 2005.....	159
- FEVEREIRO 2005.....	164
- MARÇO 2005.....	169
- ABRIL 2005.....	176
- MAIO 2005.....	183
- JUNHO 2005.....	190
- JULHO 2005.....	196
- AGOSTO 2005.....	203
- SETEMBRO 2005.....	209

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Unidades geomorfológicas no Distrito Federal..... (Novaes Pinto, 1993).	51
Tabela 4.2 - Localização das estações.....	56
Tabela 4.3 - Médias de precipitações para três estações em Brasília no período..... de 1971 a 1996 (Freitas-Silva & Campos, 1998) - modificado.....	57
Tabela 4.4 - Precipitação máxima de 1 dia de duração e diferentes tempos de retorno (Tr) (Freitas-Silva & Campos, 1998) – modificado.....	57
Tabela 5.1 – Caracterização geotécnica do solo da UnB (Guimarães, 2002).	60
Tabela 5.2 – Valores de N dos ensaios de SPT-T (Mota, 2003)	60
Tabela 5.3 – Variação da umidade e sucção do campo experimental da UnB obtido ao longo da pesquisa (Mota, 2003).	62
Tabela 5.4 – Características mineralógicas do solo da UnB (carvalho 1995 – citado por Guimarães 2002)	62
Tabela 5.5 – Parâmetros médios obtidos nos ensaios de resistência (Guimarães, 2002)...	68
Tabela 5.6 - Mapa cronológico da pesquisa	76
Tabela 6.1 – Distribuição mensal de chuva.....	97
Tabela 6.2 - Parâmetros do solo do campo experimental de geotecnia da UnB.	97
Tabela 6.3 - Dados do ensaio de tração indireta.....	109
Tabela 6.4 – Valores do Perfil de Umidade do Campo Experimental em vários períodos.	112
Tabela 6.5 – Valores de SPT em vários períodos do ano (Guimarães (2002) – adaptado)	117
Tabela 6.6 – Valores de N_{DPL} para cada camada de meio metro (média dos valores de N_{10}).	118
Tabela 6.7 – Valores de N_{DPL} para cada camada de um metro (média dos valores de N_{10}).	119
Tabela 6.8 – Valores de SPT obtidos da Eq. 6.1 aplicando os valores de DPL.	121
Tabela 6.9 – Valores de sucção matricial mínima estimada.	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma da influência da chuva na capacidade de suporte do solo.	2
Figura 2.1 – (a) partícula de argila mostrando a distribuição de cargas elétricas. (b) estrutura do flóculo. (c) estruturas de um grupo de partículas de argila. (Terzaghi & Peck, 1976).	10
Figura 2.2 – Exemplo de perfil de alteração de solo residual tropical (Pastore & Fontes, 1998).	15
Figura 2.3 – Diagrama da conseqüência da meteorização e de sua profundidade relativa associadas a alguns fatores ambientais, do equador à regiões árticas (Strakhov, 1967 apud Fookes, 2004).	15
Figura 2.4 – Ocorrência de colapso em prova de carga realizada com inundação do solo durante o ensaio (Cintra, 1998).	17
Figura 2.5 – Representação do critério de ruptura estendido de Mohr-Coulomb para solos não saturados (Fredlund and Rahardjo, 1993).	19
Figura 2.6 – Envoltória de ruptura para $(u_a - u_w)$ versus τ com diferentes valores de $(\sigma_f - u_a)$ (Fredlund and Rahardjo, 1993).	20
Figura 2.7 – Envoltória de ruptura para $(\sigma_f - u_a)$ versus τ com diferentes valores de $(u_a - u_w)$ (Fredlund and Rahardjo, 1993).	20
Figura 2.8 – Relação entre condutividade hidráulica (K) e a sucção, para uma areia de ocorrência natural (modificado – Freeze, 1978).	23
Figura 2.9 – Relação entre umidade volumétrica (θ) e a sucção (ψ), para uma areia de ocorrência natural (modificado – Freeze, 1978).	23
Figura 3.1 – Tortuosidade de um macroporo do solo (Naime, 2001).	28
Figura 3.2 – Valores de K x Ψ para três solos hipotéticos: a) areia uniforme, b) areia siltosa, c) argila siltosa (Freeze, 1978).	30
Figura 3.3 - Perfil de umidade do solo, num tempo t genérico após o início da infiltração (Prevedello, 1996).	31
Figura 3.4 – Curvas de infiltração acumulada e instantânea (Kutílek & Nielsen, 1994)...	32
Figura 3.5 – Elemento de volume definido para determinar a taxa de variação da umidade com o tempo através da equação da continuidade.	33
Figura 3.6 – Coluna horizontal infinita de secção transversal constante preenchida com solo homogêneo (Naime, 2001).	35
Figura 3.7 – Curva de $\theta(x)$ para um dado instante t durante a infiltração horizontal em um solo homogêneo com umidade inicial θ_i	37
Figura 3.8 – Transformação de Boltzmann reduz os perfis de umidade do solo $\theta(x)$ para diferentes tempos t a um único perfil $\theta(\eta)$ com $\eta = xt^{-1/2}$ para infiltração horizontal (absorção). As linhas tracejadas representam um "solo linear", D constante, enquanto as linhas contínuas são para um solo com D(θ) (Kutílek & Nielsen, 1994).	38
Figura 3.9 – Influência dos potenciais gravitacional e matricial durante a infiltração (Kunze & Nielsen, 1982).	40

Figura 4.1 – Apresentado por Mota (2003), mostra a localização do campo experimental da UNB.....	46
Figura 4.2 – Localização dos ensaios de campo no Campo Exp.de Geotecnia da UnB. ...	47
Figura 4.3 – Mapa geográfico do Distrito Federal.	47
Figura 4.4 - Mapa geológico do Distrito Federal (Freitas-Silva & Campos, 1998).....	48
Figura 4.5 – Mapa de solo do DF (Haridasan (1993) <i>apud</i> Cardoso, 2002).....	52
Figura 4.6 - Mapa pedológico do Distrito Federal (EMBRAPA - 1978).....	52
Figura 4.7 – Precipitações pluviométricas de três estações em Brasília (Freitas-Silva & Campos, 1998) – modificado.	54
Figura 4.8 – Gráficos climatológicos de Brasília – fonte INMET.	56
Figura 4.9 – Distribuição espacial da precipitação média anual do Distrito Federal (Freitas-Silva & Campos, 1998).....	58
Figura 5.1 – Comparação dos perfis de umidade do campo experimental ao longo dos anos de 1999 a 2001 (Mota, 2003 – modificado).	61
Figura 5.2 – Foto a profundidade de 1m, aumento 120 vezes (Guimarães, 2002).....	64
Figura 5.3 – a) Foto a profundidade de 2m b) Profundidade 5m, aumento 6000 vezes (Guimarães, 2002)	64
Figura 5.4 – a) Foto a profundidade de 1m b) Profundidade 3m, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).	65
Figura 5.5 – a) Foto a profundidade de 5m b) Profundidade 7m, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).	65
Figura 5.6 – Foto a 9 m de profundidade, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).....	65
Figura 5.7 – Foto a 10m de profundidade, aumento 6000 vezes (Guimarães, 2002).....	66
Figura 5.8 – Curvas de ensaio oedométrico do Campo Experimental da UnB (Guimarães, 2002 – modificado).....	67
Figura 5.9 – Perfil do ângulo de atrito, coesão natural e coesão saturada do Campo Experimental da UnB (dados referentes a Tabela 5.5).....	69
Figura 5.10 – Dados de ensaios de SPT-T no Campo Experimental (Mota, 2003 – dados referentes à Tabela 5.2).	70
Figura 5.11 -a) Mine estação meteorológica instalada no local.b)unidade principal ligada ao computador	72
Figura 5.12 – Algumas peças do DPL.....	73
Figura 5.13 – Execução do ensaio de DPL.....	74
Figura 5.14 – Execução do poço para retirada de amostras indeformadas.	75
Figura 5.15 – Medidas de sucção total e matricial (modificado de Fredlund & Rahardjo, 1993 <i>apud</i> (Lima, 2003)).....	78
Figura 5.16 – (a) Ensaio de tração indireta (Duarte & Gomes (2002) <i>apud</i> Gonzáles, 2005).....	80
(b) Determinação da coesão aparente.....	80
Figura 5.17 – Sucção total, matricial e osmótica medida em argila compactada (Krahn and Fredlund, 1972 <i>apud</i> Fredlund and Rahardjo, 1993).....	80
Figura 6.1 – Variação diária da temperatura e umidade no dia 18/07/2005.....	82
Figura 6.2 – Variação da pressão atmosférica durante o dia 18/07/2005.....	83
Figura 6.3– Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de out/2005.	84
Figura 6.4 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em out/2005...	84

Figura 6.5 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade em nov/2005.....	85
Figura 6.6 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em nov/2005..	85
Figura 6.7 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de dez /2005.....	86
Figura 6.8 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em dez /2005..	86
Figura 6.9 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jan /2005.....	87
Figura 6.10 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jan /2005.	87
Figura 6.11 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de fev /2005.....	88
Figura 6.12 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em fev /2005.	88
Figura 6.13 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de mar /2005.....	89
Figura 6.14 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em mar /2005.	89
Figura 6.15 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de abr /2005.....	90
Figura 6.16 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em abr /2005.	90
Figura 6.17 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de mai /2005.....	91
Figura 6.18 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em mai /2005.	91
Figura 6.19 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jun /2005.....	92
Figura 6.20 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jun /2005.	92
Figura 6.21 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jul /2005.....	93
Figura 6.22 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jul/2005..	93
Figura 6.23 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de ago /2005.....	94
Figura 6.24 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em ago/2005.	94
Figura 6.25 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de set /2005.....	95
Figura 6.26 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em set /2005.	95
Figura 6.27 – Distribuição mensal dos índices pluviométricos no período da pesquisa....	96
Figura 6.28 – Gráfico da variação de parâmetros geotécnicos com a profundidade em um perfil de solo no campo experimental de geotecnia da Unb.....	98
Figura 6.29 - Perfil Geotécnico do Campo Experimental de Geotecnia da UnB.....	99
Figura 6.30 – Bloco moldados <i>in loco</i> do Campo Experimental da UnB, Profundidade = 9m.....	101
Figura 6.31– Curvas características do Campo Experimental de Geotecnia da UnB.	104
Figura 6.32– Curva característica, profundidade = 1m.....	105
Figura 6.33– Curva característica, profundidade = 2m.....	105
Figura 6.34– Curva característica, profundidade = 3m.....	105
Figura 6.35 – Curva característica, profundidade = 4m.....	106
Figura 6.36– Curva característica, profundidade = 5m.....	106
Figura 6.37 – Curva característica, profundidade = 6m.....	106
Figura 6.38 – Curva característica, profundidade =7m.....	107
Figura 6.39 – Curva característica, profundidade = 8m.....	107

Figura 6.40 – Curva característica, profundidade = 9m.	107
Figura 6.41 – Curva característica, profundidade = 10m.	108
Figura 6.42 – Corpos de provas moldados para o ensaio de sucção, profundidade = 10m.	109
Figura 6.43 – Execução do ensaio de tração indireta.	111
Figura 6.44 - Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 0,5 - 3,0m.	112
Figura 6.45 – Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 3,5-7,5m.	113
Figura 6.46 - Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 8,0-10,0m.	113
Figura 6.47 – Perfil de umidade do Campo Experimenta de Geotecnia da UnB.	115
Figura 6.48 – Correlação linear entre os valores médios de SPT e DPL (Prof. de 1 a 9m).	120
Figura 6.49 – Correlação linear entre os valores de SPT e DPL (Prof. de 1 a 9m).	120
Figura 6.50 - Perfil dos valores de N_{DPL} ao longo do ano no Campo Exp.da Unb.	120
Figura 6.51 – Perfil de umidade máxima e mínima do solo no Campo Experimental de Geotecnia da UnB	123
Figura 6.52 – Precipitações pluviométricas mensais (mm).	124
Figura 6.53 – Perfil de sucção matricial mínima estimada.	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍBOLOS

A	Área
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al	Alumínio
c	Coesão natural
c'	Coesão efetiva
°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
Cb	Cambissolo
Cc	Índice de compressão
CD	Ensaio realizado com defloculante
Cm	Centímetro
CODEPLAN	Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central
CP	Corpo de Prova
CPT	Ensaio de penetração de cone elétrico
D	Diâmetro
D	Difusividade do solo
DF	Distrito Federal
div.	Divergente
DMT	Dilatômetro de Marchetti
D.P.	Desvio Padrão
DPL	Penetrômetro Dinâmico Leve
e	Índice de vazios
e _o	Índice de vazios inicial
ENC	Engenharia Civil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<i>et al.</i>	"et alli"
ETEB	Estação de Tratamento de Esgoto de Brasília
Fe	Ferro
F(X)	Distribuição acumulada de uma função teórica
FS	Fator de Segurança
FT	Faculdade de tecnologia
g	Grama
g	Aceleração da gravidade
GDF	Governo do Distrito Federal
g/cm ³	grama por centímetro cúbico
H	Carga hidráulica total
H	Hidrogênio
h	Potencial de pressão
I	Infiltração acumulada
I _a	Índice de atividade
I _p	Índice de plasticidade
IAEG	International Association of Engineering Geology
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISMMM	Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
ISSMFE	International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering
k	Coefficiente de permeabilidade
K	Potássio
kg	Quilograma
kgf	Quilogramaforça
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
kN	Quilo Newtons
kN/m ³	Quilo Newtons por metro cúbico
kPa	Quilo Pascal
k _x	Permeabilidade horizontal
k _y	Permeabilidade vertical
l	Litro
L	Comprimento
LE	Latossolo vermelho
L _e	Comprimento efetivo
log	Logaritmo decimal
LV	Latossolo vermelho-amarelo
m	Metro
máx.	Máximo
mín.	Mínimo
mm	Milímetro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
MCT	Miniature, Compactado, Tropical
Mg	Magnésio
MS	Mato Grosso do Sul
MPa	Mega Pascal
n	Porosidade
N	Índice de resistência à penetração
Na	Sódio
NBR	Norma brasileira
N ₁₀	Número de golpes necessários à cravação do cone DPL
N _{SPT}	Número de golpes necessários à cravação do amostrador SPT
O ₂	Oxigênio
P	Carga vertical
pF	Logaritmo da altura de coluna de água em centímetros
PMT	Pressiômetro de Ménard
PR	Paraná
Prof.	Profundidade
PP.C	Psamo Pelito Carbonatada
q	Densidade de fluxo
q	Vazão
r ²	Coefficiente de determinação estatística
rel.	Relativo
RJ	Rio de Janeiro
s	Segundo

S	Sortividade do solo
SD	Ensaio realizado sem defloculante
Si	Silício
SP	São Paulo
SPT	Sondagem de simples reconhecimento à percussão
SPT-T	Sondagem de simples reconhecimento à percussão com medida de torque
SP1 A SP5	Ensaio de SPT-T realizados no Campo Experimental
Sr	Grau de saturação
T	Torque
T	Tortuosidade
t	Tempo
umid.	Umidade
u_a	Pressão de ar
u_w	Pressão da água
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
V	Volume
v	Velocidade
z	Profundidade
w	Teor de umidade
w_L	Limite de liquidez
w_P	Limite de plasticidade
ϕ	Ângulo de atrito do solo
ϕ'	Ângulo de atrito efetivo do solo
ϕ^b	Ângulo indicativo do coeficiente de incremento de resistência cisalhante relativa a sucção matricial
γ	Peso específico aparente do solo
γ_d	Peso específico aparente do solo seco
γ_s	Peso específico dos sólidos
γ_w	Peso específico da água
η	Variável de Boltzmann
θ	Umidade volumétrica
θ_i	Umidade volumétrica inicial
θ_s	Umidade volumétrica saturada
ρ	Massa específica
σ	Tensão total normal
σ'	Tensão efetiva
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	Tensões principais em um ponto
σ_t	Tensão de tração na ruptura
τ	Tensão cisalhante
ψ	Tensão de sucção
ψ_T	Potencial total de água no solo
ψ_g	Potencial gravitacional
ψ_m	Potencial matricial
ψ_o	Potencial osmótico
ψ_p	Potencial de pressão
ψ_i	Outras forças de tensão

CAPÍTULO 1

LOCAL: CAMPO EXPERIMENTAL DE FUNDAÇÕES E ENSAIOS DE CAMPO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

DADOS DE CHUVA: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA MONTADA NO SG12, AO LADO DO CAMPO EXPERIMENTAL.

1. INTRODUÇÃO

1.1. - Apresentação

O presente trabalho procura estudar o efeito dos índices pluviométricos na umidade do solo, a variação do grau de saturação em função da umidade do solo e a relação do grau de saturação com a tensão de sucção matricial do solo, o que ocorreu por meio da execução de sondagens a trado, de ensaios de sucção pelo método do papel filtro, de ensaios de DPL (Penetrômetro Dinâmico Leve) e da instalação de uma mini-estação, montada no local da pesquisa, no Campo Experimental de Fundação e Ensaio de Campo do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da Universidade de Brasília. A finalidade do trabalho é analisar a correlação dos índices pluviométricos, com a distribuição da sucção matricial no perfil de solo estudado, aplicada à capacidade de suporte do solo em fundações.

Sabe-se que as argilas, lateríticas em solos residuais tropicais, devido à sua grande drenabilidade, raramente se encontram saturadas. Porém, dependendo da profundidade da camada do solo, seu grau de saturação pode variar muito com a sazonalidade climática. Nestes solos, há uma grande contribuição da sucção na resistência ao cisalhamento e, conseqüentemente, na sua capacidade de suporte. Entretanto, sua intensidade depende da quantidade de chuva no local, pois a sucção está principalmente relacionada com o grau de saturação do solo (Fredlund and Rahardjo, 1993).

Este trabalho consiste em verificar eventuais influências da variabilidade sazonais das chuvas, correlacionadas às variações de umidade e de tensão de sucção, em resultados

de investigações geotécnicas profundas. Uma vez que, os parâmetros normalmente obtidos para o cálculo de projeto de fundações, nem sempre fornecem os dados críticos. Pois, este cálculo depende do período do ano em que se realizou o ensaio de campo.

Neste trabalho de mestrado, esta análise foi realizada por meio de dados climatológicos, investigações de campo e ensaios de laboratório, avaliados no período de um ano.

O fluxograma da Figura 1.1 mostra a seqüência de propriedades alteradas por precipitações pluviométricas, bem como sua influência resultante na capacidade de suporte do solo. A forte influência da chuva na capacidade de suporte do solo é válida para os solos tropicais, que normalmente são solos lateríticos e quase sempre se encontram não-saturados. Este fluxograma mostra também, de forma indireta, a estrutura dessa dissertação de mestrado, pois, para cada item deste fluxograma estabeleceu-se uma etapa de trabalho para a elaboração desta dissertação.

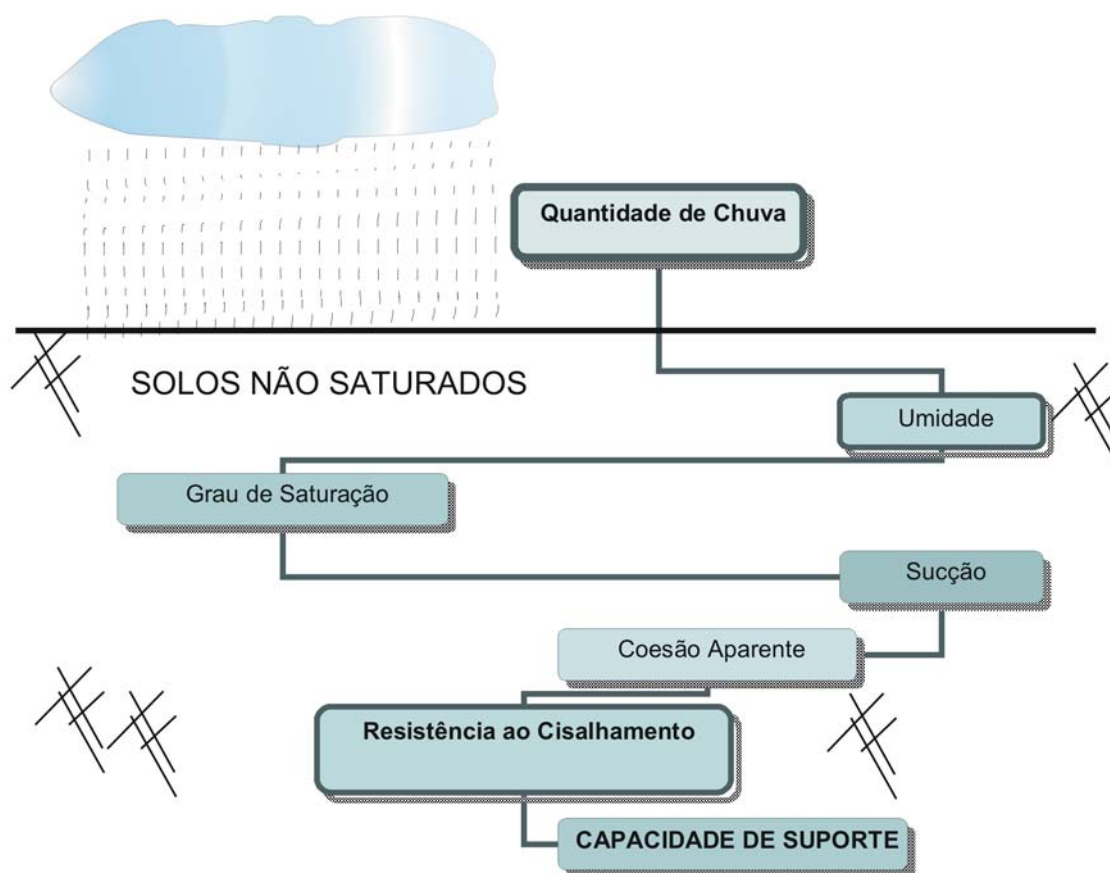


Figura 1.1 – Fluxograma da influência da chuva na capacidade de suporte do solo.

A chuva altera a umidade do solo, que influencia no seu grau de saturação, criando uma frente de saturação, que vai se deslocando até as camadas mais profundas do solo. O grau de saturação do solo está relacionado com a tensão de sucção, que pode variar de zero, quando o solo se encontra saturado, até valores da ordem de 10Mpa, quando o solo está muito seco. A tensão de sucção, por sua vez, tem uma grande parcela na resistência ao cisalhamento do solo não-saturado incluída na coesão aparente "c". Como, a maioria dos modelos de ruptura do solo está relacionada à resistência ao cisalhamento do mesmo, então, a capacidade de suporte do solo está diretamente relacionada a sua resistência ao cisalhamento.

1.2. - Objetivo

O objetivo geral do trabalho de mestrado foi a avaliação, através de análise de correlação, do comportamento do solo residual laterítico de Brasília em relação à umidade e a capacidade de carga, em função dos índices pluviométricos, ao longo de um período de um ano. Ou seja, analisar o perfil de umidade no local em epígrafe, durante todas as estações do ano, para se obter o valor da sucção matricial através da curva característica, determinada para cada metro deste perfil, pelo método do papel filtro, e correlacioná-la com os índices pluviométricos durante o período estudado.

Como objetivo secundário, pretendeu-se realizar ensaios com o DPL para constatar a variação da capacidade de carga, com a variação sazonal; além de instalar e operar a estação meteorológica que foi utilizada na pesquisa. Além disto, fazer o perfil geológico do local e verificar a coesão aparente, a partir do ensaio de ruptura à tração indireta dos corpos de provas utilizados para o ensaio de sucção.

1.3. - Justificativas

A importância deste trabalho foi entender melhor até que ponto a influência externa dos fatores climáticos e hidrológicos afetam esta propriedade do solo, para que se possam projetar obras geotécnicas com segurança, considerando esta parcela da coesão do solo, tão variável ao longo do ano, em projetos de engenharia geotécnica. A falta deste entendimento tem levado a maioria dos projetos atuais a desprezar esta contribuição na

capacidade de suporte do solo, gerando desta forma projetos antieconômicos em relação à capacidade de suporte real do solo.

Devido ao local ser o mesmo de dois importantes trabalhos, na mesma linha de pesquisa (Mota, 2003 e Guimarães, 2002), foi possível acrescentar, às conclusões daqueles trabalhos, as análises deste. Desta forma, pode-se suprir vários ensaios de laboratório, investigação de campo e parte da caracterização do terreno.

Esta pesquisa contribui para um melhor entendimento do comportamento de um perfil de solo residual tropical não saturado quando avaliado segundo as variações climáticas nas quatro estações do ano, analisando suas propriedades para aplicações em casos práticos de fundações.

Este local possui um perfil de solo residual laterizado que atinge grande profundidade. Isto se deve às boas condições de drenagem, decorrente de um período de chuva bem definido e muito quente, característico das regiões tropicais.

Estas condições geraram no solo características peculiares: argila bastante porosa que entra em colapso devido ao incremento de tensões ou do grau de saturação. Causando grandes problemas em fundações.

As metodologias e equipamentos utilizados nesta pesquisa visaram obter o máximo de informações necessárias para se poder através deste trabalho melhorar o entendimento da influência das precipitações pluviométricas na tensão de sucção matricial, para um perfil de solo tropical não-saturado, com a finalidade de poder projetar obras geotécnicas considerando o acréscimo de resistência do solo devido à tensão de sucção.

1.4. – Estrutura da tese

A revisão bibliográfica desta dissertação de mestrado é tratada no capítulo 2, formação do solo, onde se aborda vários assuntos relacionados às características do solo encontrado no local da pesquisa e no capítulo 3, fluxo e percolação, onde se procura esclarecer como se distribui a água da chuva quando se infiltra num solo não-saturado. Em seguida são apresentadas no capítulo 4 as características gerais do local como estudo climatológico e geológico-geotécnico. No capítulo 5, trabalhos realizados no Campo Experimental, são apresentados as metodologias e materiais aplicados nos ensaios de laboratórios e de campo realizados neste trabalho bem como a descrição dos equipamentos

utilizados nesta pesquisa para o monitoramento dos dados meteorológicos. Os resultados e a análise dos mesmos são apresentados no capítulo 6 e por fim no capítulo 7 é visto as conclusões desta dissertação e as sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2

2. – CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos solos tropicais, o qual representa a maior parte do território brasileiro. Este solo apresenta algumas características que são comuns dos solos tropicais.

Os solos tropicais normalmente encontram-se não saturados e conseqüentemente apresenta um acréscimo de resistência ao cisalhamento devido à tensão de sucção. Outra peculiaridade dos solos tropicais é que estes solos, dependendo das condições de drenagem, podem apresentar uma estrutura colapsível dos grãos de argila. Para entender um pouco melhor a formação dos solos tropicais, é apresentada neste capítulo uma revisão geral da gênese dos solos. Por fim, é realizada uma pequena revisão sobre o DPL, um equipamento que será utilizado na pesquisa para se verificar a resistência à penetração do solo estudado.

2.1. – Formação dos Solos

2.1.1. – Introdução

A fase evolutiva representada pelo perfil do solo em qualquer região em particular está determinada por numerosos fatores que incluem a idade da superfície (tempo de formação do solo), o clima durante o período de formação do solo (temperatura, umidade e variação sazonal), a composição do material de origem (quantidade de ferro e minerais primários ricos em bases, de sílica e de alumínio), da topografia que controla o transporte lateral das bases de sílica e de solução de ferro, e do rejuvenescimento dos perfis por erosão nas superfícies mais inclinadas (Fookes, 2004).

O desenvolvimento do solo inicia-se com o intemperismo, representado pelos fenômenos físicos e químicos que, agindo sobre a rocha, conduzem a formação de resíduos não-saturados comumente conhecidos como regolitos saprolíticos que constituem o substrato pedogenético, material originado do solo, do ponto de vista pedológico. Este material, proveniente da desagregação da rocha, poderá permanecer no local em que se desenvolveu, ou ser transportado para outro, sendo submetido por tempo relativamente longo aos processos pedogenéticos, esse material residual ou transportado, passa a desenvolver um verdadeiro

solo, do ponto de vista pedológico. Em certas condições, o solo assim formado poderá ser retrabalhado por processo de dinâmica superficial, fornecendo material que transportado e depositado em outro local, passará a constituir um novo substrato pedogenético (Tavares Salomão & Antunes, 1998).

O solo residual é aquele formado no local diretamente da desagregação da rocha subjacente ao perfil do solo. O solo transportado depende do agente responsável pelo transporte e pode ser classificado como:

- * Coluvionar: ação da gravidade.
- * Aluvionar: ação de águas correntes;
- * Glacial: ação de geleiras;
- * Eólico: ação do vento.

2.1.2 - Clima

O clima é um importante fator que atua diretamente na formação do solo, através da alteração dos minerais do substrato, ou indiretamente, por meio da vegetação. A importância do clima na formação do solo levou à concepção do critério de zonalidade climática adotada pelas primeiras classificações pedogenéticas, sendo mantido até hoje por numerosos especialistas.

A temperatura e as precipitações pluviométricas são os principais elementos climáticos que influencia no desenvolvimento pedogenético.

O calor causado pelas altas temperaturas é uma grande fonte de energia responsável pelas reações químicas e processos biológicos que conduz ao desenvolvimento pedogenético do solo. Tal fato é constatado quando se considera isoladamente a condição de temperatura e verifica-se que em regiões de climas temperados apresentam solos substancialmente menos profundos que os das regiões tropicais, onde é comum encontrarmos solos com vários metros de profundidade.

As precipitações pluviométricas são responsáveis principalmente pela formação da estrutura física do solo. É esta estrutura que será o principal responsável pelo comportamento mecânico do solo. O fenômeno mais importante causados pelas precipitações pluviométricas é denominada de lixiviação. A lixiviação é responsável pela migração de substâncias solúveis, principalmente sob a forma de sais, ou seja, o movimento de soluções no interior do solo.

A lixiviação pode ser também o processo pelo qual os poluentes infiltram no solo, transportados pela água. Em regiões onde o solo é arenoso e permeável, a lixiviação é mais intensa que o escoamento superficial. O volume de água e solutos transportados através do solo depende de vários fatores: da quantidade de água aplicada ou infiltrante; da capacidade

de absorção do solo; da presença de macroporos, da quantidade de matéria orgânica presente no solo; da solubilidade das substâncias presentes e da permeabilidade do solo.

Outros processos de migração descendente que ocorre no perfil de solo é o das partículas em suspensão, especialmente argilominerais chamado de *lessivagem* e o que movimenta certos elementos como o ferro e o alumínio chamado de *queluviação* que são responsáveis pelo movimento destas partículas para as camadas mais profundas do perfil.

As precipitações pluviométricas não devem, entretanto, ser consideradas apenas como fator que promove o movimento de soluções nos processos de lixiviação, lessivagem e queluviação no desenvolvimento pedogenético mas, também, deve ser considerado a água como importante fator no processo de alteração química dos minerais.

Pode-se, assim, dizer que a maturação (ou clímax do solo) é mais facilmente atingida em regiões de elevada pluviosidade onde se observa: elevada concentração hidrogeniônica no solo, com conseqüente aumento da alteração química por hidrólise; condições facilitadas de transporte de soluções no interior do solo, possibilidade de remoção de elementos solúveis e de acumulação dos elementos insolúveis em determinada posição do perfil. Entretanto, em regiões onde a precipitação pluviométrica é escassa, a lixiviação diminui consideravelmente, promovendo um enriquecimento em sais solúveis como carbonatos, sulfatos e cloretos, dificultando o aprofundamento da alteração. Observa-se, assim, maior tendência para solos salinos e poucos profundos.

Segundo Tavares Salomão & Antunes (1998) existe certa tendências de evolução pedológica condicionadas, especialmente, pelo clima regional e local, destacando-se os seguintes:

- Podzolização: fenômeno característico de região de clima temperado, condicionado por acúmulo de matéria orgânica, produção de ácidos húmicos, dispersão de sesquióxidos de ferro e alumínio e enriquecimento em sílica que, em certos casos, constitui mais de 80% da fração mineral dos horizontes superiores.
- Laterização: Fenômeno característico de região de clima tropical e intertropical (quente e úmido), condicionado pela lixiviação das bases e sílicas produzidas por hidrólise, acumulação de sesquióxidos de ferro e alumínio e produção de argilo minerais do grupo caolinítico.
- Gleização: Fenômeno também conhecido por hidromorfia, característico de locais saturados em água (microclima úmido e/ou terreno mal-drenados), onde cátions metálicos, especialmente o ferro, se mantém na forma reduzida,

favorecendo sua lixiviação, normalmente acompanhado pela remoção de argilo minerais.

- Salinização: Fenômeno característico de regiões de clima árido ou semi-árido, condicionado pela concentração de bases na forma de sais, que se precipitam nos horizontes superiores.

2.1.3. – Material de Origem

Como o solo se origina da rocha-matriz, a natureza desta assume um papel muito importante na composição mineralógica e química do solo resultante.

A mineralogia do solo tem muita importância no comportamento de algumas propriedades do solo. Rochas compostas por minerais ricos em sílica como, por exemplo, o quartzo, normalmente produzem solo com textura arenosa, enquanto aqueles com significativa porcentagem de minerais ferromagnezianos (biotita, olivina, piroxênios) e feldspatos, oferecem condições para o desenvolvimento de solos argilosos. O silício e o alumínio constituem elementos indispensáveis para a formação dos argilominerais. O ferro e o manganês têm parte ativa no processo de oxi-redução e são os elementos fundamentais no processo de coloração do solo. O potássio e o sódio causam a dispersão do colóide argiloso, enquanto o cálcio e o magnésio têm alto poder floculante, assegurando a estabilidade do solo.

Com relação a composição mineralógica da rocha-matriz, é importante também destacar a maior ou menor facilidade de alteração química apresentada pelos diferentes minerais. Assim, os plagioclásios se alteram com maior facilidade que os ortoclásios e microclínios; a biotita se altera mais rapidamente que a muscovita; a hornblenda é menos resistente que os piroxênios em geral. Outro importante fator é o conteúdo em elementos alcalinos e alcalinos terrosos, como cálcio, sódio, potássio e magnésio. Rochas com carência ou ausência destes elementos reproduzem, com maior facilidade, solos com pH ácido como, por exemplo, os solos comumente conhecidos como lateríticos, que apresentam pequena proporção de bases (elementos alcalinos e alcalinos-terrosos) em relação ao conteúdo em óxidos de ferro e de alumínio.

Dependendo do tipo de mineral presente na argila, o solo pode sofrer expansão, na presença de água. Os minerais de argila têm forma de placas, com uma superfície de carga negativa, Fig. 2.1. Quando a água entra em contato com as partículas, estas tornam-se organizadas na maneira impostas pelas cargas ao redor da placa. Isto faz da água parte da partícula de argila e é denominada de água adsorvida. Há normalmente na água íons

suficientes para permitir alteração nas cargas de superfície de algumas partículas de argilas e a presença de cargas contrárias fazem com que as partículas de argilas se atraem e formem flocos que em águas calmas se precipitam até atingirem o fundo. A este comportamento das argilas dar-se o nome de atividade da argila. A mineralogia das argilas também é responsável por sua plasticidade, característica que se facilita determinar a textura dos grãos de solo no ensaio de plasticidade.

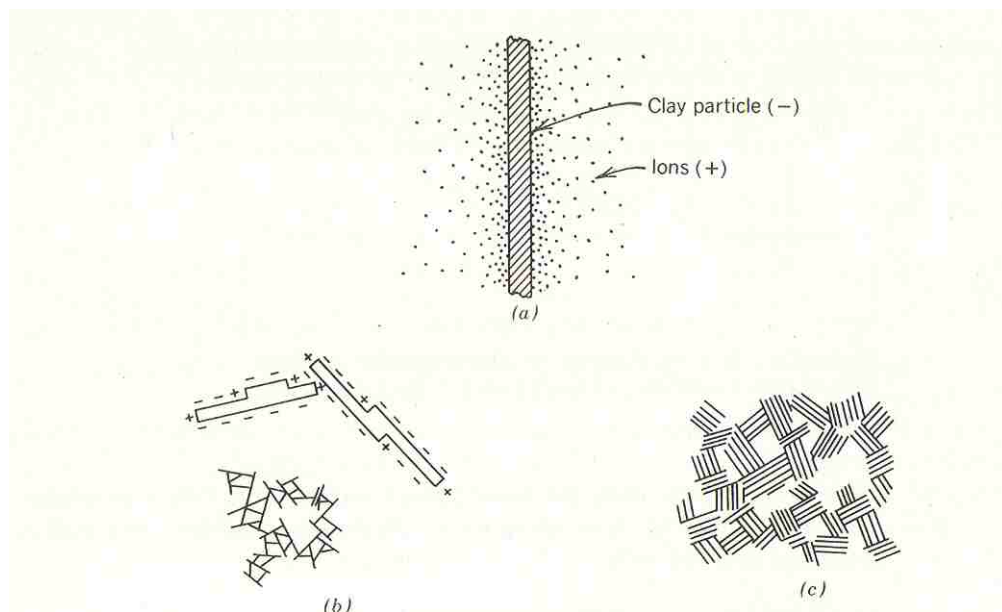


Figura 2.1 – (a) partícula de argila mostrando a distribuição de cargas elétricas. (b) estrutura do flóculo. (c) estruturas de um grupo de partículas de argila. (Terzaghi & Peck, 1976).

2.1.4. – Organismos

O fornecimento de resíduos orgânicos e elementos minerais é a forma direta da vegetação influenciar no desenvolvimento pedogenético. Ainda, de maneira indireta, ela modifica o microclima e protege o solo contra a erosão. Os demais vegetais, acumulados na superfície do solo, passam progressivamente por transformações físico-química sob estreita dependência do clima, produzindo húmus.

A atuação de microorganismos, bactérias, fungos e líquens, que contribuem na alteração de certos minerais, continuam durante todo o período evolutivo do solo, determinando a decomposição de restos vegetais e animais, que se encontram depositados no solo, permitindo a produção de anidrido carbônico e de ácidos orgânicos. Estas substâncias passam, então, a desempenhar fundamental papel na aceleração da decomposição dos minerais.

Os ácidos orgânicos promovem a queluviação, migração de certos elementos, como o ferro e o alumínio, sob a forma de complexos organometálicos ou quelatos, entretanto, o movimento da matéria no solo dependem, fundamentalmente, da água gravitacional.

2.1.5. - Relevo

A topografia tem uma influência decisiva nas características de drenagem, que por sua vez tem um efeito maior na mineralogia do solo. O relevo tem grande influência principalmente no movimento da água no solo, seja ele superficial ou subsuperficial. A percolação da água sobre o solo e sob o solo causa interferência na dinâmica de erosão e sedimentação.

Áreas com topografia suave e com solo ou rocha permeáveis facilitam a infiltração das águas pluviais, superando as taxas de escoamento superficial e subsuperficial. Neste caso, os processos pedogenéticos atuam com maior vigor em profundidade, alterando as rochas e removendo, com relativa facilidade, os elementos químicos solúveis. As perdas do solo por erosão são menos significativas. Os solos tendem a ser profundos e muito lixiviados.

Quando o solo é argiloso, ou seja, pouco permeável, grande parte das águas pluviais não se infiltra, saturando, nos períodos de chuva, os materiais de cobertura. Fenômenos químicos de redução de cátions metálicos podem se manifestar, reproduzindo solos conhecidos como hidromórficos, ou solos concentrados em sais. Entretanto, em caso de áreas com relevo muito inclinado, grande parte da água de chuva é perdida em escoamento laterais, favorecendo o processo erosivo e retardando o aprofundamento da pedogênese. Neste caso o solo é pouco desenvolvido e normalmente rasos.

Segundo Tavares Salomão & Antunes (1998) em regiões de clima úmido, como o observado em grande parte do território brasileiro, é comum a formação dos solos influenciados pela circulação de águas pluviais e do lençol freático. A ocorrência de solos lateríticos concrecionários pode, em muitos casos, ser explicada pela cimentação de elementos texturais por óxidos de ferro que provém da remoção de horizontes vizinhos, a montante, ou diretamente do complexo de alteração da rocha. Portanto, o fenômeno de formação de concreções e/ou de couraças ferruginosas está, neste caso, diretamente ligado à evolução geomorfológica da paisagem, condicionado pelo relevo ou condicionado a sua formação.

2.1.6. – Tempo

O tempo é o fator que se sobrepõe aos outros fatores, pois dele depende os demais fatores para que causem certo desenvolvimento pedogenético no solo. Ou seja, a sua intensidade vai depender do período de duração. O solo é um sistema dinâmico, em contínuo desenvolvimento, e é evidente que as suas características se relacionam com o estado mais ou menos avançado de sua evolução.

Desta forma, os processos de alteração das rochas e de lixiviação ocorrerão com maior rapidez em substratos mais permeáveis e ricos em minerais facilmente intemperizados pela ação da água. As regiões de clima quente e úmido e com densa cobertura vegetal desenvolve o solo em menor período de tempo que as regiões de clima seco, com escassa vegetação.

2.2. - Solos tropicais

2.2.1. - Introdução

A mecânica dos solos clássica surgiu em países de clima temperado. Portanto, as pesquisas se dirigiam especificamente para os solos típicos daqueles países. Nos trópicos, entretanto, os solos apresentam peculiaridades que vem sendo estudadas cada vez mais.

Nas regiões tropicais de altas temperaturas e altos índices pluviométricos a decomposição dos maciços rochosos é intensa. Esta é caracterizada pela rápida quebra dos feldspatos e dos minerais ferromagnezianos, pela remoção das sílicas e das bases (Na_2O , K_2O , CaO , MgO) e pela concentração de óxidos de ferro e alumínio (Mitchell et al, 1982). Este processo é chamado de laterização e ocorre principalmente em regiões bem drenadas. Alguns trabalhos relevantes que também tratam das características dos solos tropicais são: Brand (1982), Cardoso et al (2003), Cook & Newill (1988), De Mio et al (2004), Fulfaro & Bjornberg (1993), Gidigasú & Kuma (1987), Gidigasú (1970), Johnson & Graff (1988), Klute (1992), Mota et al (2003), Souza & Zuquette (1991), Diniz (1998), Wesley (1988) e Zuquette (1995).

Diniz (2005) define os solos lateríticos como sendo aqueles que contém em sua fração argila os minerais caolinita e gibbsita e na fração granular a goethita, hematita e magnetita. Sua estrutura é macroporosa, instável e colapsível.

Segundo Pedro & Melfi (1982) a análise realizada para solos tropicais deve ser definida de acordo com as duas informações seguintes: o grau de alteração e o tipo de alteração.

- O grau de alteração: a alteração causada pelo intemperismo é um fenômeno global na superfície da terra, apenas as regiões desérticas e glaciais não estão sujeita a ela. Porém, o intemperismo pode ser mais ou menos intenso, i.e., a inércia pode ser mais ou menos rápida, de acordo com as condições do clima. Deste ponto de vista é possível distinguir dois grandes domínios: as regiões de clima úmido e frio onde a ação do intemperismo é moderada; e as regiões de clima úmido e quente onde a ação do intemperismo é muito intensa.
- Tipo de alteração: O tipo de alteração tem sido definido em base global, como a evolução dos minerais primários da rocha no processo de caracterização geotécnica: Minerais aluminossilicáticos e ferromagnesianos. Os resultados gerais vêm também de trabalhos de campo ou pesquisas experimentais

Os solos tropicais não são simplesmente os que se encontram nos trópicos, mas são considerados como sendo, somente aqueles que mostram algum comportamento particular quando utilizado como material de engenharia (Vargas, 1985).

Devido à alta concentração de ferro, os solos lateríticos apresentam a coloração avermelhada e quando seco estes solos apresentam grande coesão entre os grãos devido à cimentação dos óxidos de ferro e alumínio.

Segundo Souza (1992) o conceito de solo residual deve-se basear nos seus processos genéticos, e devem ser considerados, não se perdendo suas propriedades mecânicas, a decomposição da rocha original, o transporte e a deposição dos seus produtos pelas águas e pela evolução pedogenética dos solos devido às condições climáticas e de vegetação tropicais.

O grau de intemperismo ao longo do perfil varia com a profundidade, em função da natureza, da estrutura e da mineralogia do maciço rochoso. Este processo de decomposição pode originar perfis de alteração que contêm níveis de material de rocha sã até o material totalmente alterado, ou seja, o solo.

Segundo Melfi & Pedro (1977), pelo fato do Brasil estar localizado na zona climática tropical e subtropical do globo, o mecanismo essencial de alteração superficial das rochas aqui encontrado é a hidrólise. Porém a hidrólise pode mais ou menos ser completa, de acordo

com as condições termodinâmicas reinantes, e ser a base da neogênese de constituintes secundários, de natureza e composição diferentes.

A hidrólise sendo total, os três elementos que constituem um mineral primário, tal como um plagioclásio (Si, Al, Na ou K), são completamente liberados e aparecem, no meio de alteração, sob forma de hidróxidos. Ora, em sistema aberto, Si(OH)_4 , e $(\text{Na}^+ \text{-OH}^-)$, solúveis, são eliminados completamente; ao contrário, Al(OH)_3 , que é insolúvel, acumula-se *in situ* e se individualiza sob a forma de hidróxido de alumínio do tipo gibbsita. A formação da gibbsita corresponde a um processo de alteração bem definido, denominado *alitização*.

A hidrólise sendo parcial, uma parte da sílica liberada do mineral primário reage com o alumínio para formar "sais básicos" insolúveis (hidroxissilicato aluminoso – argilas). É o processo denominado *sialitização*, onde a dessilicificação do meio é incompleta, porém a eliminação dos cátions básicos pode ser mais ou menos elevada.

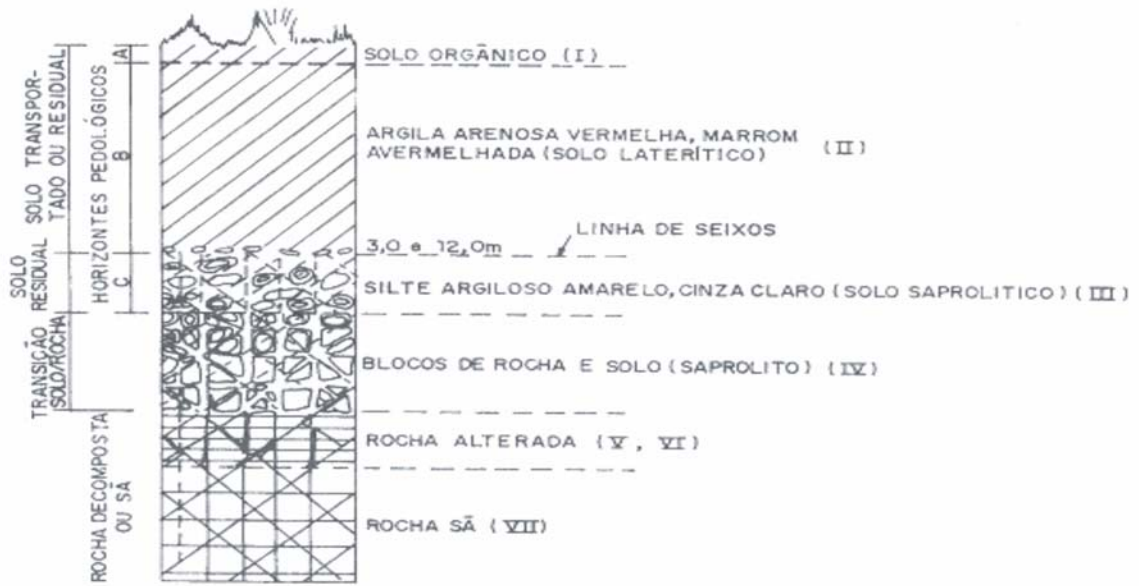
Nos solos residuais ocorrem níveis de alteração extensos e profundos, daí a necessidade do estudo das propriedades, do comportamento e dos processos de formação, considerando a mineralogia, a textura a estrutura do solo antes de sua aplicação (Mitchell et al, 1982).

O perfil de alteração do solo residual tropical é apresentado na Fig. 2.2 onde apresenta uma camada de transição entre a rocha sã e o solo laterítico chamada de solo saprolítico definido como: aquele que mantém a estrutura original da rocha mãe, inclusive veios, fissuras e xistosidade, mas que perdeu a consistência da rocha.

O solo residual tropical está sujeito a grande intemperismo. O que lhe confere características geotécnicas bem distintas de outros solos com a mesma origem pedogenética. Já em solos de regiões temperadas isto raramente acontece (Fookes, 2004).

Segundo Mitchell. et al, 1982, se as condições reais as quais o solo estará sujeito forem perfeitamente simuladas nos ensaios de campo e de laboratório, então os conceitos clássicos da mecânica do solo poderão ser aplicados.

Smith (1985) citado por Diniz (2005) coloca que a partir de um substrato rochoso, de constituição mineralógica determinada, os processos de alteração se dão por intemperismo físico e químico. Os mecanismos de intemperismo e laterização são a fadiga, a desintegração e a lixiviação sazonalmente induzida por capilaridade ou gravidade. Sob condições de chuvas e evaporação com nível d'água raso teria um perfil típico de vale. Enquanto que sob as mesmas condições, porém, com nível d'água profundo se originaria um perfil típico de platô.



Perfil de alteração típico de rochas basálticas em regiões de relevo suave

Figura 2.2 – Exemplo de perfil de alteração de solo residual tropical (Pastore & Fontes, 1998).

A Fig. 2.3 mostra a influência de vários fatores climatológicos na influência da profundidade nas camadas de solos residuais em zonas climáticas que possuem as mesmas características.

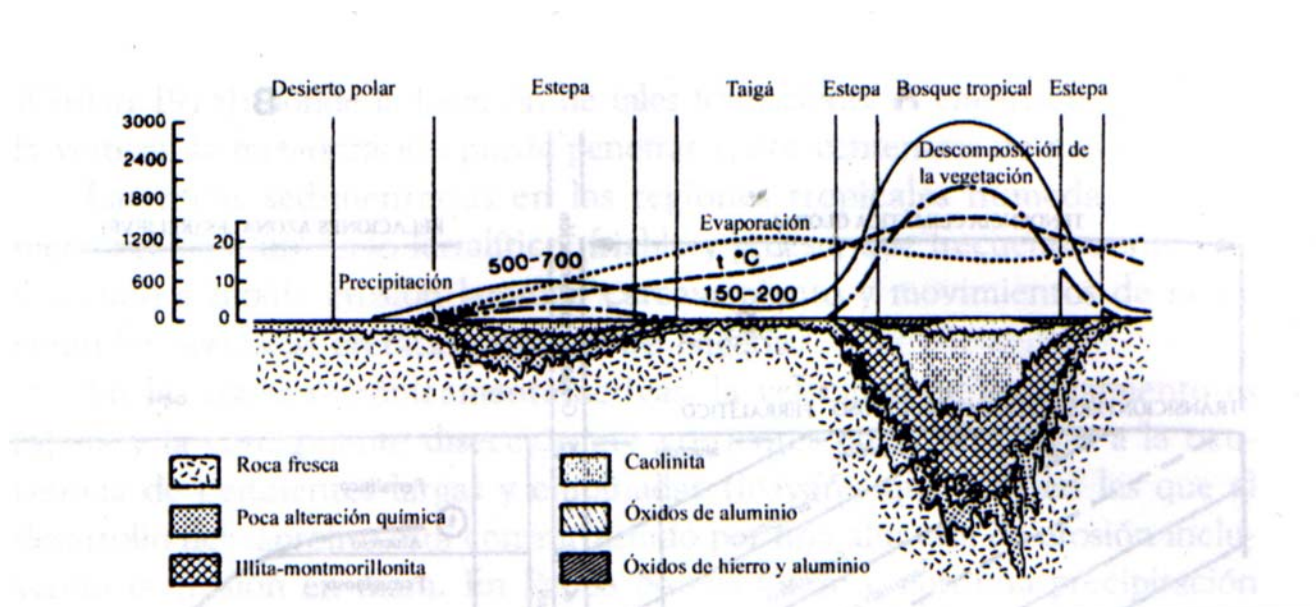


Figura 2.3 – Diagrama da consequência da meteorização e de sua profundidade relativa associadas a alguns fatores ambientais, do equador às regiões árticas (Strakhov, 1967 apud Fookes, 2004).

Segundo Vargas (1985) os solos tropicais são encontrados em níveis compostos por duas porções. A porção superficial com intensa evolução pedogenética e estágio avançado de laterização, constituindo-se no solo laterítico. A porção profunda que apresenta estruturas reliquias da rocha e se constitui no saprolito.

O solo laterítico pode ser originado a partir de diversos materiais, sejam residuais ou não. Podendo, portanto englobar ou se limitar ao solo coluvionar superficial, separado pela linha de seixos do restante do perfil, que pode conter abaixo deste limite solo residual maduro (laterítico), ou solo residual jovem e/ou saprolito (saprolíticos).

Os solos saprolíticos, também considerados solos tropicais, ocorrem abaixo do nível superficial em regiões de perfil bem evoluído, e acima do nível da rocha alterada, surgindo em superfície em regiões de perfil pouco evoluído. Podem ser subdivididos em dois níveis: no superior, o solo residual jovem (ou saprolito fino). Nele ocorrem argilas residuais, areias argilosas, argilas arenosas com estrutura reliquiar da rocha original; no inferior, o saprolito propriamente dito, onde ocorrem argila, areia argilosa, argila arenosa, com estrutura reliquiar e/ou pedregulhos e blocos de rocha. A principal feição dos saprolitos é a estrutura reliquiar da rocha, que pode ser a foliação, o acamamento ou fraturas. Estas estruturas condicionam as propriedades geotécnicas desses materiais (Diniz, 2005).

2.2.2. - Solos colapsíveis

Os solos colapsíveis no Brasil são encontrados em solos aluvionários, coluvionários e residuais que sofreram lixiviação no horizonte superficial, em regiões onde as estações chuvosas e secas são bem definidas. Em alguns estados brasileiros são encontrados solos colapsíveis: Amazonas, Piauí, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Tocantins, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e o Distrito Federal (Ferreira et al, 2002). Outros trabalhos que também contribuíram para o estudo deste tipo de solo foram Medero et al (2004) e Silva & Camapum de Carvalho (2003).

Segundo Cintra (1998), há certos solos porosos e não-saturados para os quais este comportamento só é válido se forem mantidas as condições de baixa umidade natural. Se o seu teor de umidade for aumentado até um certo valor crítico, mesmo sem atingir sua completa saturação, esses solos, submetidos a um determinado estado de tensões, sofrem uma brusca e acentuada redução de volume. Esse fenômeno decorre de uma espécie de colapso da estrutura do solo, o que deu origem à denominação solo colapsível. O colapso provoca,

portanto, uma descontinuidade na curva tensão x deformação, conforme ilustrado pela Figura 2.4, a qual representa uma prova de carga com inundação do solo durante o ensaio.

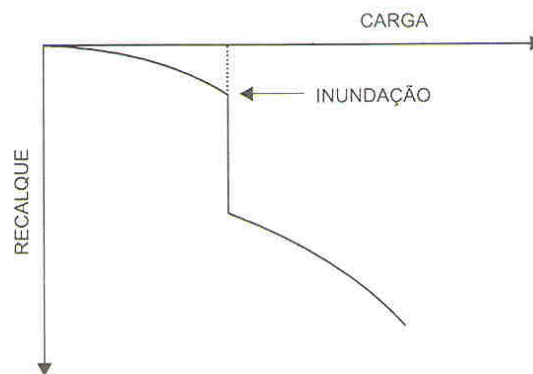


Figura 2.4 – Ocorrência de colapso em prova de carga realizada com inundação do solo durante o ensaio (Cintra, 1998).

O solo colapsível apresenta uma estrutura instável, porém com uma rigidez temporária mantida pela tensão de sucção e/ou cimentação. Esse estado resistente é instável diante do aumento do teor de umidade, pois quando esse ultrapassa um limite crítico sobrevém o colapso, desde que a carga atuante também esteja acima de um certo limite. Portanto, os solos susceptíveis ao colapso apresentam uma grande sensibilidade à ação da água; o aumento do teor de umidade é o mecanismo detonador ou o efeito gatilho do colapso (Cintra, 1998).

Os requisitos básicos para o desenvolvimento da colapsibilidade em solos naturais são: uma estrutura macroporosa, caracterizada por um alto índice de vazios, e a condição não saturada, representada por um baixo teor de umidade. A estrutura porosa pode estar associada à presença de um agente cimentante que, aliado a uma sucção suficientemente elevada, estabiliza o solo na condição parcialmente saturada, conferindo-lhe uma resistência "aparente" ou temporária.

2.2.3. – Solos não saturados

A mecânica do solos clássica utiliza o princípio das tensões efetivas elaborada em 1936, por TERZAGHI, a qual tem a seguinte premissa: As tensões em qualquer ponto de uma seção de uma massa de solo podem ser calculadas a partir das tensões principais totais σ_1 , σ_2 e σ_3 que atuam neste ponto. Se os vazios do solo estão cheio de água sob pressão u_w , as tensões principais totais consistem de duas partes. Uma parte, u_w , atua na água e nos sólidos em todas

as direções com igual intensidade. Ela é chamada de pressão neutra. As diferenças, $\sigma_1' = \sigma_1 - u_w$, $\sigma_2' = \sigma_2 - u_w$, $\sigma_3' = \sigma_3 - u_w$, representam um excesso sobre a pressão neutra u_w e atuam exclusivamente na fase sólida do solo. Porém, esta teoria só é válida quando o solo está saturado o que nem sempre acontece principalmente em solos lateríticos.

O solo quando não está saturado possui uma parcela de resistência ao cisalhamento a mais em relação ao solo saturado. Esta parcela é atribuída à sucção matricial ($u_a - u_w$) a qual foi estudada por Fredlund et al, 1978 quando propôs a Eq.2.1 como adaptação à mecânica dos solos clássica para resistência ao cisalhamento dos solos. Na realidade a primeira equação proposta para representar a resistência ao cisalhamento de solos não-saturados foi a de Bishop et al (1960), porém a mais difundida tornou-se a de Fredlund et al (1978) devido a sua grande simplicidade.

$$\tau = c' + (\sigma - u_a) \operatorname{tg} \Phi' + (u_a - u_w) \operatorname{tg} \Phi^b \quad (2.1)$$

onde:

τ = tensão de cisalhamento na ruptura;

c' = coesão efetiva do solo;

σ = tensão total;

u_a = pressão do ar;

u_w = pressão da água;

$u_a - u_w$ = sucção matricial;

Φ' = ângulo de atrito;

Φ^b = ângulo de resistência ao cisalhamento em relação a tensão matricial.

Quando o solo é saturado a Equação (2.1) se transforma na clássica equação do critério de Mohr Coulomb pois u_a fica igual a u_w e o termo $(\sigma_f - u_a)$ se transforma na tensão efetiva, enquanto o termo $(u_a - u_w)$ iguala-se a zero desaparecendo com o restante da equação. O ângulo Φ^b é medido no laboratório através de ensaios de cisalhamento em que se pode medir a sucção.

O intersepto de coesão c' e os ângulos Φ' e Φ^b são os parâmetros de resistência usados para relacionar a tensão de cisalhamento com as tensões principais σ_1 e σ_3 . Os parâmetros de resistência ao cisalhamento representam muitos fatores os quais têm sido simulados em ensaios. Alguns destes fatores são: a densidade, índices de vazios, grau de saturação, mineralogia, história de tensões, deformação específica entre outros.

A maneira de se representar graficamente a Equação 1 é através de sistema cartesiano tridimensional, na qual os eixos das abscissas é representado pelos termos $(\sigma - u_a)$ e $(u_a - u_w)$ enquanto a tensão de cisalhamento é representado na ordenada, Fig.2.5. Mantendo-se constante qualquer um dos termos, a figura plana do gráfico se reduz a uma reta cuja inclinação é igual a tangente do ângulo ϕ' ou ϕ^b conforme o termo variável. Apesar de se ter assumido naquela época os valores de ϕ' e ϕ^b constantes, sabe-se hoje que estes parâmetros variam para grandes valores de tensão.

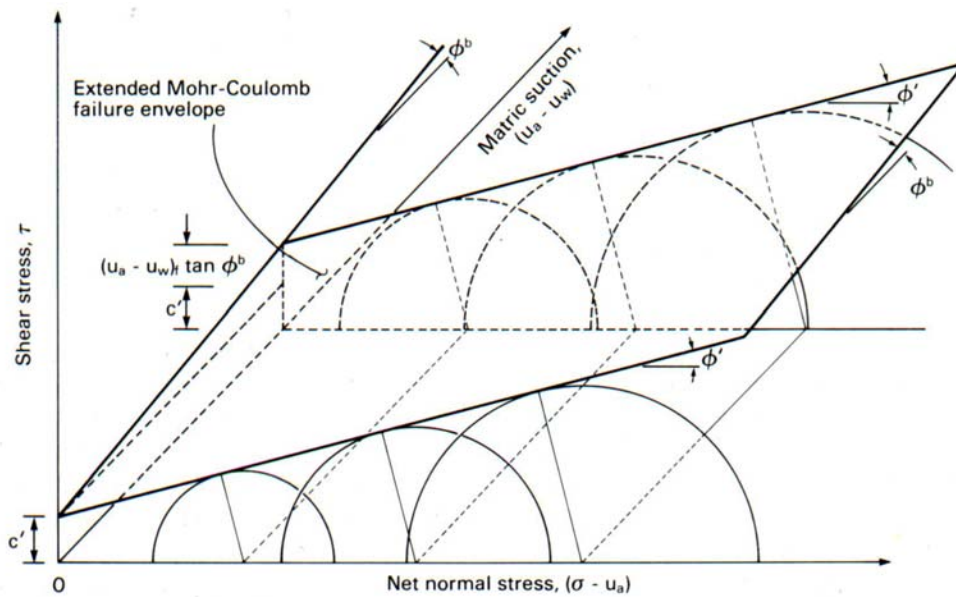


Figura 2.5 – Representação do critério de ruptura estendido de Mohr-Coulomb para solos não saturados (Fredlund and Rahardjo, 1993).

A figura 2.6 mostra que em solos não saturados o aumento da sucção matricial leva ao aumento no intercepto de coesão (coesão aparente) do solo, não interferindo no ângulo de atrito interno do solo. Segundo Fredlund and Rahardjo, 1993 as duas tensões $(\sigma - u_a)$ e $(u_a - u_w)$ são independentes na contribuição para a ruptura ao cisalhamento. Como se pode ver, o ângulo de atrito interno mantém-se constante sob a amostra saturada ou não saturada. O efeito da sucção é claramente mostrado pelo ângulo ϕ^b na figura 2.6.b.

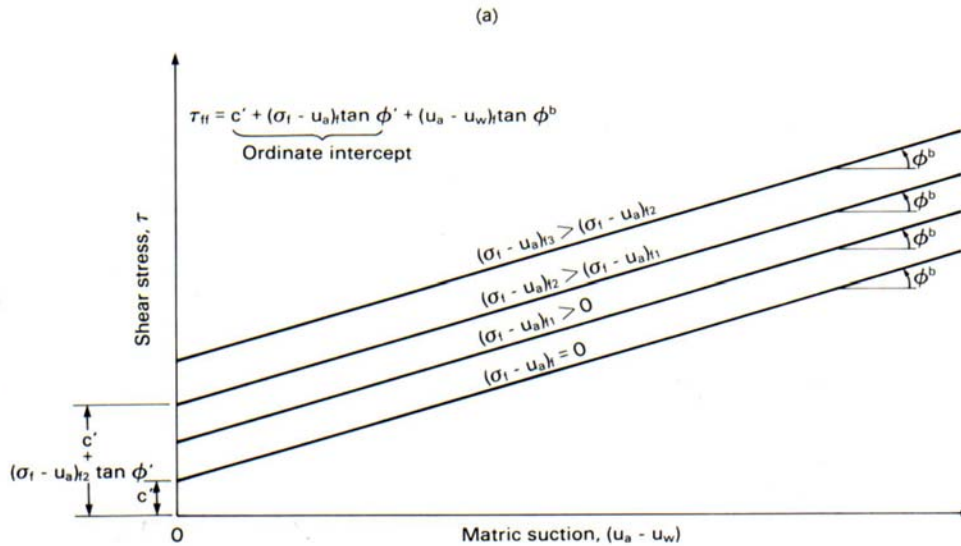


Figura 2.6 – Envoltória de ruptura para $(u_a - u_w)$ versus τ com diferentes valores de $(\sigma - u_a)$ (Fredlund and Rahardjo, 1993).

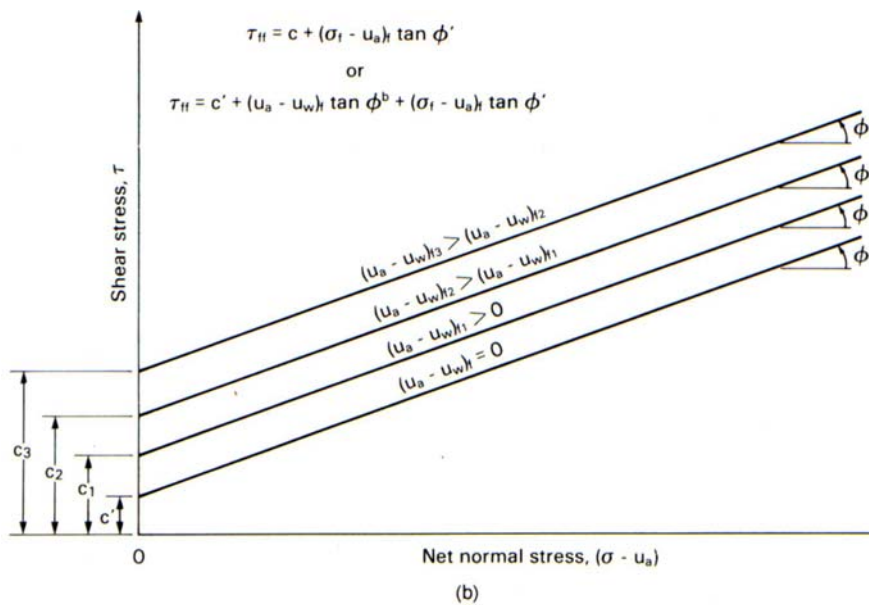


Figura 2.7 – Envoltória de ruptura para $(\sigma - u_a)$ versus τ com diferentes valores de $(u_a - u_w)$ (Fredlund and Rahardjo, 1993).

A aplicação desta teoria em fundações é um processo simples partindo da teoria clássica da mecânica dos solos. A capacidade de suporte de um solo não saturado pode ser visualizada como tendo uma coesão consistindo de dois componentes: uma componente é a coesão efetiva e a outra componente é devida a sucção matricial. Desta forma a teoria da capacidade de suporte convencional é aplicada para solos não saturados (Fredlund and Rahardjo, 1993).

Segundo Phani Kumar et al (2002) um projeto geotécnico em solo não-saturado depende da quantidade de tensão de sucção (curva característica) do grau de saturação e da umidade natural do solo no campo. Outros trabalhos relevantes que também tratam das características dos solos não saturados e suas aplicações são: Futai et al (2004), Kakehi et al (2004), Mascarenhas et al (2004), Machado et al (2004) e Melo Júnior & Polido (2004).

A sucção no solo compreende a soma de duas parcelas: a sucção matricial, relacionada com as forças capilares e de adsorção, e a sucção osmótica, resultante da presença de diferentes concentrações de sais dissolvidos na fase líquida (Peixoto, 1999).

É comum analisar a sucção através da curva característica que expressa a variação de sucção com o grau de saturação, observando-se através desta que a sucção varia inversamente em relação à quantidade de água no solo. A variação da umidade altera basicamente a sucção matricial, principal responsável pelo comportamento mecânico dos solos não saturados.

A sucção tem um papel muito importante em projetos de engenharia geotécnica que envolve solos não saturados. Sua relação com a umidade vem sendo objeto de estudo de vários trabalhos. Várias técnicas de ensaio de campo e de laboratório foram propostas na literatura. Entre elas estão a técnica do papel filtro, da câmara de pressão de Richards, sensor térmico utilizado na agricultura e , também, o tensiômetro utilizado para medir a tensão de sucção no campo.

A técnica do papel filtro é um método indireto, consiste em obter a tensão de sucção do solo através de uma curva de calibração, que relaciona sucção com a umidade do papel filtro Whatman nº 42 (colocado sobre a amostra de solo e selados num filme plástico dentro de recipiente fechado). Dependendo do contato entre o Papel Filtro e a amostra, pode-se determinar a sucção total ou a sucção matricial. A sucção matricial é obtida pelo contato direto do papel filtro com o corpo de prova, enquanto que a sucção total é medida, utilizando-se um disco plástico perfurado para separar o papel filtro do solo.

A técnica da câmara fechada de Richards consiste numa câmara hermeticamente fechada, contendo no seu interior uma pedra porosa ligada ao meio exterior por meio de uma mangueira sobre a qual é colocado a amostra de solo e aplicado uma pressão de ar no interior da câmara. Esta pressão necessária para expulsar a água do solo é igual à sucção matricial

$u_a - u_w$, já que $u_w = 0$ por estar em contato direto com a atmosfera por meio da mangueira.

Sendo:

u_a = pressão do ar;

u_w = pressão da água.

Estas duas técnicas explicadas acima então bem detalhadas em (Marques et al, 2003). A outra técnica “Sensor Térmico” de uso ainda restrito na geotecnia consiste num sensor que contém uma sonda térmica composta por um transdutor de temperatura associado a uma resistência elétrica, que dissipa calor em regime permanente ou transiente num meio poroso controlado (Beneveli et al, 2004). Outro equipamento é o tensiômetro cuja utilização para se medir a sucção *in loco* é bem simplificada, principalmente em pequena profundidades (Mahler et al, 2004).

2.2.4. – Sucção

Segundo Marinho (1994), Shull (1916) foi possivelmente o primeiro a utilizar o fenômeno da absorção como instrumento para medição de sucção. Ele utilizou sementes selecionadas como material absorvente de umidade. A calibração das sementes consistia em se determinar a umidade de equilíbrio de sementes secas ao ar quando colocadas em ambientes com diferentes concentrações de ácido sulfúrico com conhecida pressão de vapor.

Após a calibração, as sementes e o solo eram colocados juntos e ao terem alcançado o equilíbrio, as sementes eram pesadas e a umidade determinada. Utilizando a curva de calibração, que relaciona umidade das sementes com a pressão de vapor, é possível se obter a sucção de solo (Fredlund and Rahardjo, 1993).

O método foi aperfeiçoado por Gardner (1937), citado por Marinho (1994), utilizando papel filtro o que dava mais confiabilidade ao método, pois o papel filtro fabricado em escala industrial mantinha as mesmas características de adsorção para todos os lotes.

A curva característica, relação do grau de saturação com a tensão de sucção do solo, pode ser obtida em laboratório, por dois meios:

- 1º – Secagem, em que se toma uma amostra saturada inicialmente e aplica-se a ela uma sucção crescente, secando-se a amostra.
- 2º – Umedecimento, em que toma uma amostra inicialmente seca e gradualmente se diminui a sucção aplicada, molhando-se a mesma.

As duas curvas não são idênticas para a maioria dos solos, sendo esse fenômeno denominado histerese. A figuras 2.8 e 2.9 mostra essa histerese em relação à condutividade hidráulica e à umidade volumétrica respectivamente.

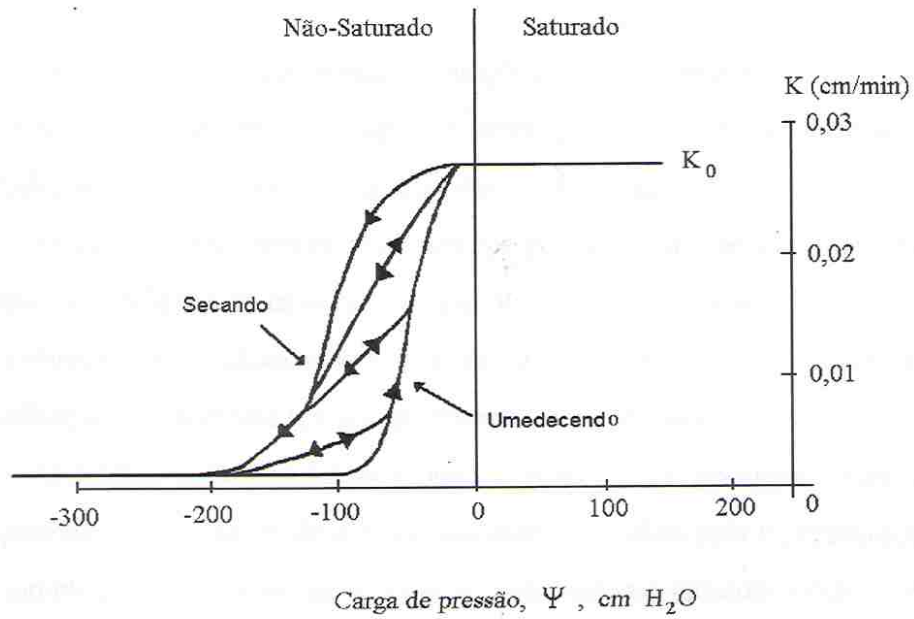


Figura 2.8 – Relação entre condutividade hidráulica (K) e a sucção, para uma areia de ocorrência natural (modificado – Freeze, 1978).

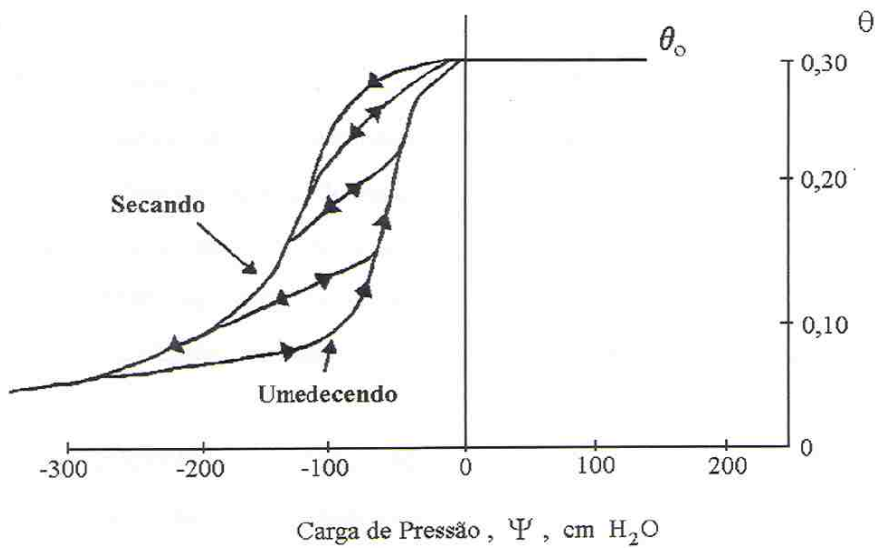


Figura 2.9 – Relação entre umidade volumétrica (θ) e a sucção (ψ), para uma areia de ocorrência natural (modificado – Freeze, 1978).

2.3. - Penetrômetro Dinâmico Leve (DPL)

Para caracterização dos solos tropicais, com a finalidade de determinação de sua capacidade de suporte, podem ser aplicados vários métodos de investigação geológica-geotécnica. Neste item, se destaca a aplicação de DPL, por ser um dos métodos utilizados nesta pesquisa, para o qual é necessário abordar alguns conceitos, aqui tratados.

O penetrômetro (cone) dinâmico leve (martelo de 10Kg), especificado na Referência Internacional para Procedimentos de Ensaio para sondagem Dinâmica (DP) (ISSMFE (1989) *apud* Nilsson, 2002), é um equipamento de campo manual de pequeno porte, projetado para uso de sondagens com profundidade máxima de 12m. O equipamento apresenta uma limitação geométrica e o principal parâmetro limitador da cravação é a resistência do solo, que define energia necessária a ser aplicada nas hastes.

A sondagem é considerada adequada para projetos de pequeno e médio porte, complementando-se e correlacionando-se as outras sondagens, é ideal para utilização em locais de difícil acesso como: várzeas, taludes e lugares fechados. Com boa penetrabilidade em solos fofos/moles e mediamente rijos, sendo possível ainda à utilização em camadas de areia e pedregulho mediamente compactados. O ensaio fornece atrito lateral e resistência de ponta, permitindo, através de amostrador, a coleta de amostras deformadas com aproximadamente 50 g.

CAPÍTULO 3

3. – FLUXO E PERCOLAÇÃO DA ÁGUA NOS SOLOS

Neste capítulo é realizada uma breve revisão sobre fluxo e percolação da água em solos não saturados. Primeiramente, é apresentada na introdução uma revisão geral de como se comporta a água da chuva ao se infiltrar nas camadas dos solos não saturados. Sua distribuição, através da percolação pelos vazios do solo, é estudada ao longo do capítulo, bem como as ferramentas e metodologias disponíveis para que se possam obter os parâmetros das propriedades hidráulicas do solo não saturado.

3.1. – Introdução

A condutividade hidráulica dos solos quando não saturados varia muito com o teor de umidade existente no mesmo. Quando há o evento de uma chuva, a velocidade de avanço da água, representada pela condutividade hidráulica é tanto menor quanto menor o grau de saturação do solo. Isto se justifica devido à dificuldade que o fluxo de água tem para expulsar o ar dos vazios deste. Uma vez preenchidos todos os vazios acessíveis à água, ou seja, uma vez saturado o meio, a “condutividade saturada” passa coincidir com o que se convencionou chamar de “permeabilidade” do solo e o fluxo passa a ser unidirecional, orientado, ou seja, as linhas de fluxo se tornam sensivelmente paralelas (Guidicini & Iwasa, 1976).

O fluxo orientado e sem turbulência devido à baixa permeabilidade do solo passa a obedecer à equação de Laplace e a lei de Darcy. A variação da condutividade com o aumento do grau de saturação pode ser muito elevada (Morgenstem & Matos, 1975).

O avanço da água de chuva que se infiltra no subsolo ocorre sob a forma daquilo que se pode chamar de “frente de saturação” e depende do grau de saturação do solo antes da infiltração, do seu índice de vazios, da intensidade e duração da chuva e das propriedades de fluxos d’água no solo, estas últimas consistindo na já citada condutividade hidráulica e nas características de sucção por capilaridade (Guidicini & Iwasa, 1976).

Se uma porção pequena do volume de solo está envolvida no fluxo através dos macroporos, a velocidade com que a água se move e a profundidade de penetração são muito

maiores do que na situação em que todo o volume de solo está envolvido no processo de fluxo. Conseqüentemente, o volume de solo e tempo de contato com o soluto dissolvido são reduzidos. Quando o solo seco recebe uma precipitação intensa, a contribuição relativa dos macroporos na infiltração é muito mais significativa (Moreti, 2003). A maior parte dos percolados adicionais são armazenados na zona radicular e são transpirados. Somente uma pequena quantidade atinge as camadas mais profundas.

Cada episódio de chuva gera uma frente de saturação que atingirá uma profundidade que depende de fatores anteriormente citados. Cessada a chuva, ocorre no subsolo uma redistribuição da água que se infiltrou e o teor de umidade que disso resulta será, obviamente, superior àquela existente antes da chuva. Uma nova chuva atingindo o terreno, com a mesma intensidade, produzirá agora um mais rápido avanço da frente de saturação, por encontrar teor de umidade maior e, portanto, maior condutividade hidráulica. Por ocasião da estação de chuva ocorre, então, um contínuo e gradual aumento do grau de saturação do subsolo. Uma chuva de certa intensidade e duração terá, assim, maior resultado na saturação do solo quanto maior for a umidade do solo no instante do impacto (Wolle, 1988).

A permeabilidade dos solos é, talvez, a propriedade de mais difícil determinação em laboratório. Afetam o resultado não só o grau de saturação e o deslocamento de ar durante a percolação das amostras como diversos fatores referentes à heterogeneidade e até à influência da água de percolação na própria permeabilidade (Pinto et al, 1993).

A condutividade hidráulica, em solos não-saturados, é altamente dependente do teor de água no solo. Uma metodologia muito utilizada para determinação da função condutividade hidráulica versus umidade volumétrica ($K(\theta)$) do solo é o método de perfil instantâneo. Esse método, muitas vezes considerado o método padrão, requer um experimento de campo no qual se fazem observações da umidade do solo e/ou do potencial matricial da água nele contida em algumas profundidades e ao longo do tempo. O procedimento é trabalhoso e demorado, e as condições experimentais (temperatura, ocorrência de chuva e evaporação) nem sempre são controláveis. Como alternativa deste método de campo, utilizam-se, também, os métodos laboratoriais como o "pressure plate outflow method" e métodos de determinação de densidade de fluxo em amostras acondicionadas entre placas porosas sob sucção (Engler & Jong Van Lier, 2004).

Um outro método mais avançado para estimação das propriedades hidráulicas do solo foi desenvolvido e testado por Naime (2001). É um método de laboratório e de campo que utiliza um tomógrafo portátil com sistema de varredura suficientemente rápido que monitora e

mede não destrutivamente, em duas e três dimensões, o movimento da água na região não-saturada do solo.

3.2. - Estrutura física do solo

As propriedades físicas mais importantes na condutividade hidráulica do solo não-saturado é a porosidade e o grau de saturação. O grau de saturação depende exclusivamente da umidade do solo já que os demais parâmetros são invariáveis para um solo específico. A porosidade do solo é representada pelos macroporos pertencentes a este.

A definição de macroporos pode parecer simples. Entretanto, se considerarmos a complexidade de um macroporo, sua definição se torna obscura e ambígua. Não há consenso entre os pesquisadores quanto à definição das faixas de tamanho de poros em função da sua dimensão. Segundo Luxmoore et al. (1990) citado por Naime (2001), O termo macroporos inclui todos os poros em um perfil que, geralmente, são drenados até a capacidade de campo, com diâmetro maior ou igual a 1mm. Os mesmos autores estudaram e caracterizaram as formas e parâmetros 3-D de redes de macroporos com o auxílio de programas de computador a fim de descreverem a geometria do macroporo. A seguir são apresentados parâmetros definidos neste estudo.

Em meios porosos, uma rede é um conjunto de macroporos que estejam interconectados de tal modo que exista uma passagem de qualquer parte para quaisquer outras partes. Deste modo, o conceito de macroporo demanda um abordagem 3-D. Um ramo é uma porção da rede de macroporos que conecta um poro com o restante da rede. Tortuosidade (T) é um dos parâmetros 3-D mais significativos de uma estrutura porosa. Onde $T=L/L_e$ conforme a Figura 3.1. A tortuosidade pode ser facilmente relacionada com a condutividade de um meio poroso uma vez que ela indica a resistência ao fluxo devido ao maior comprimento do caminho percorrido.

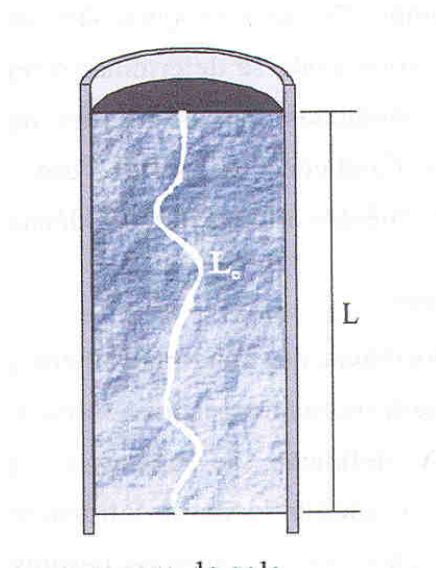


Figura 3.1 – Tortuosidade de um macroporo do solo (Naime, 2001).

3.3. - Infiltração

O sistema solo-água pode conter energia em diferentes quantidades e formas. A física clássica admite dois tipos de energia: cinética e potencial. Como o movimento da água no solo é muito lento, a energia cinética, proporcional ao quadrado da velocidade, pode ser desconsiderada no processo. Por outro lado, a energia potencial passa a ser fundamental para o movimento da água no solo.

A seguir são apresentados os principais estudos sobre infiltração em solos homogêneo. O mais clássico, apresentado por Henry Darcy em 1856, utiliza relações básicas para descrever o movimento de água no solo. Ele estabeleceu a equação geral do fluxo saturado. Esta equação descreve o movimento de um fluido em um meio poroso homogêneo e saturado. De maneira mais geral, ela pode ser escrita na forma:

$$\vec{q} = -K\vec{\nabla}\Psi_t \quad [LT^{-1}] \quad (3.1)$$

Onde:

\vec{q} = densidade de fluxo $[L.T^{-1}]$;

K = condutividade hidráulica do solo $[L.T^{-1}]$;

Ψ_t = potencial total da água no solo $[L]$, $\nabla\Psi$ $[L.L^{-1}]$.

$$\Psi_t = \Psi_g + \Psi_m + \Psi_o + \Psi_p + \Psi_i \quad (3.2)$$

Onde:

Ψ_g = potencial gravitacional;

Ψ_m = potencial matricial, devido às forças coloidais, adsorção e capilaridade;

Ψ_o = potencial osmótico, devido aos gradientes de concentração pela presença de solutos na água do solo;

Ψ_p = potencial de pressão, ocorre quando a pressão que atua sobre a água é maior que a atmosférica;

Ψ_i = outras forças.

O sinal negativo na Eq. 2.1 é devido ao sentido do fluxo ser inverso ao do gradiente, sendo a coordenada z positiva no sentido de baixo para cima.

O potencial mais significativos, na maioria dos casos práticos, são Ψ_g , Ψ_m e Ψ_p . O potencial osmótico é desprezível porque não causa movimento significativo de água, apenas os sais se movem até o equilíbrio ser atingido. Desconsiderado o potencial osmótico, o potencial resultante é denominado potencial hidráulico ou carga hidráulica (H). Portanto, só há fluxo de água quando o gradiente de potencial hidráulico ($L.L^{-1}$) é diferente de zero.

Outros forças (Ψ_i) que influencia no fluxo pode ser citados:

- a) solos expansivos: O potencial de expansão ocorre nos solos onde a carga externa aplicada não é totalmente suportada pelas partículas sólidas do solo. Esse processo influencia o fluxo não-saturado e as equações da infiltração na superfície do solo.
- b) Fluxo termicamente induzido: O regime térmico do solo pode afetar o movimento da água. Meeuwig, em 1964 (*apud* Campos, 1998), apontou que a dependência da viscosidade do sistema solo-água da temperatura pode ser até três vezes maior que a água livre. Nas regiões áridas e semi-áridas, com a rápida secagem do solo, o fluxo de calor deve ser considerado no modelo.

Por conveniência, as unidades de potencial são expressas em energia por peso ou altura de coluna d'água. Então, $\Psi_g = \rho.g.z$, é identificado pela profundidade z . As pressões positivas (Ψ_p) e as pressões negativas (Ψ_m), somadas, resultam na componente h . Assim, $H=h+z$.

Na condutividade hidráulica influem a granulometria do solo, a massa específica e a viscosidade do fluido, as quais, por sua vez, são funções da temperatura e da pressão (Zaradny, 1993). Para um solo não-saturado, K é função da umidade volumétrica (θ). Os poros ocupados pelo ar reduzem a área efetiva ao fluxo, aumentando a tortuosidade do fluxo remanescente. Assim, a condutividade hidráulica em meio porosos não-saturados é menor do que nos saturados e é dependente do conteúdo de água nos meniscos dos poros (Prevedello,

1996). Com estas considerações, Buckingham, em 1907, introduziu a dependência da umidade na Lei de Darcy, criando a equação de Darcy-Buckingham:

$$\vec{q} = -K(\theta)\vec{\nabla}H \quad [LT^{-1}] \quad (3.3)$$

Reichardt (1996) mostrou, experimentalmente, que a condutividade hidráulica cai bruscamente devido às pequenas diminuições da umidade e, quando o fluxo permanece constante, a queda de K é compensada pelo aumento do gradiente de H.

Em condições de saturação, solos arenosos possuem condutividade hidráulica maior que solos argilosos, mesmo tendo menor porosidade. À medida que a umidade decresce, a condutividade hidráulica de ambos os solos decresce rapidamente, com um gradiente mais acentuado para solos arenosos. Em condições muito secas, a areia apresenta K menor que a argila, conforme pode ser visto a Figura 3.2 (Campos, 1998).

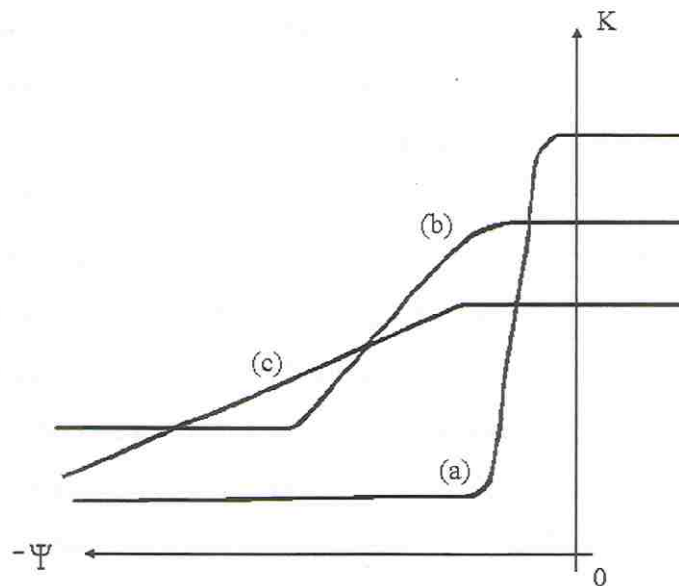


Figura 3.2 – Valores de K x Ψ para três solos hipotéticos: a) areia uniforme, b) areia siltosa, c) argila siltosa (Freeze, 1978).

A infiltração descreve a entrada de água no solo através de sua superfície que pode assumir as mais variadas formas e ser coberta pela água em sua totalidade ou apenas parcialmente. As equações mais comumente utilizadas para descrever a infiltração são as definidas para fluxo unidimensional na direção vertical ou horizontal. Um número limitado de soluções existe para processos de infiltração em 2 e 3 dimensões (Kutílek & Nielsen, 1994).

Em solo não-saturado, o processo de infiltração ocorre em regime transiente. Após um determinado intervalo de tempo, num perfil uniforme, a distribuição da umidade com a profundidade pode ser caracterizada pelas zonas apresentadas no gráfico da Figura 3.3. A zona saturada é uma camada estreita imediatamente abaixo da superfície do solo. Na zona de transição ocorre decréscimo de umidade. Sua espessura é de poucos milímetros. A zona de transmissão, diferentemente de todas as outras, cresce continuamente durante a aplicação de água na superfície. Nela, a umidade varia muito pouco com a profundidade. A zona de molhamento é estreita e apresenta grandes variações de umidade (Naime, 2001).

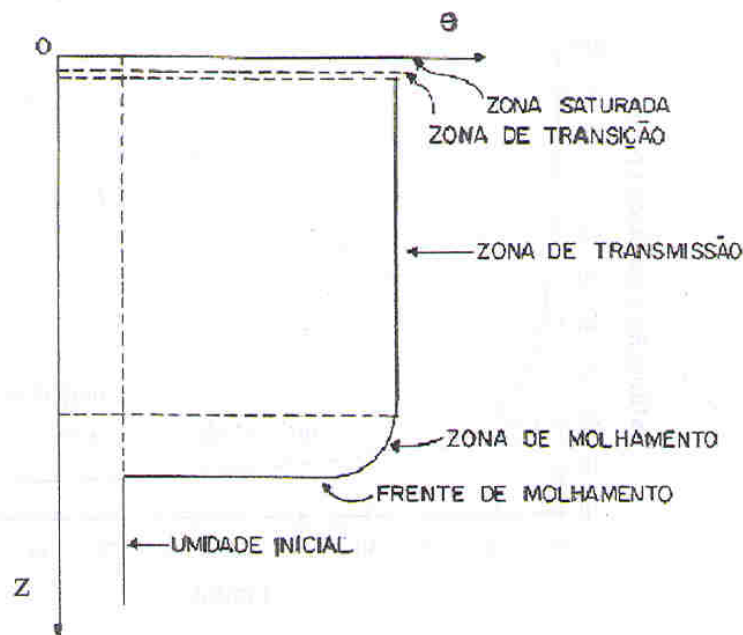


Figura 3.3 - Perfil de umidade do solo, num tempo t genérico após o início da infiltração (Prevedello, 1996).

A frente de molhamento é o limite visível da penetração da água, onde o gradiente de pressão $[\partial h / \partial z]$ é elevado, principalmente nos solos inicialmente secos.

A infiltração acumulada (I) é o volume de água infiltrada no solo dividido pela área de infiltração e pode ser calculada através da Eq. (3.4):

$$I = \int_{\theta_i}^{\theta_s} z \cdot d\theta \quad [L], \quad (3.4)$$

Onde θ_i é a umidade volumétrica inicial do perfil e θ_s é a umidade volumétrica de saturação.

O gradiente de potencial gravitacional ($\partial \psi_g / \partial z = \partial z / \partial z$) é constante e unitário. O gradiente de potencial matricial decresce com o tempo devido ao avanço da frente de molhamento. Conseqüentemente, a densidade de fluxo na superfície do solo decresce monotonicamente com o tempo e aproxima-se assintoticamente de um valor constante (Figura 3.4), quando o potencial gravitacional é o único a atuar sobre o fluxo.

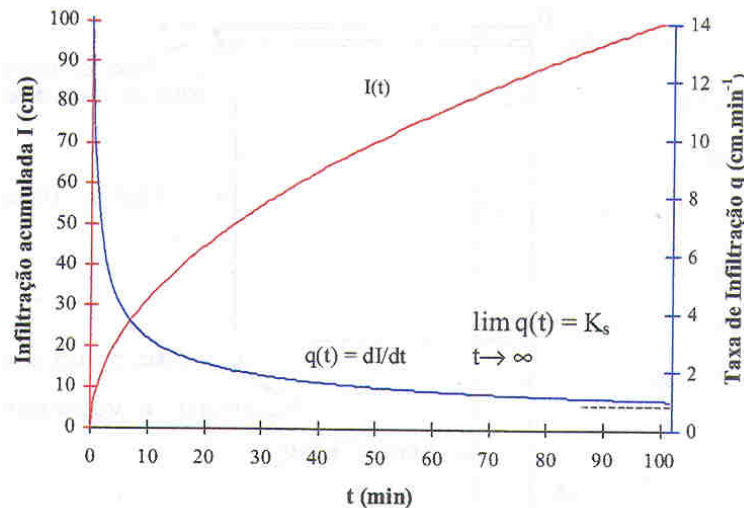


Figura 3.4 – Curvas de infiltração acumulada e instantânea (Kutílek & Nielsen, 1994).

De acordo com a terminologia atual, a densidade de fluxo de água através de uma área de superfície de solo é também chamada de taxa de infiltração:

$$q = \frac{dI}{dt} \quad [LT^{-1}] \quad (3.5)$$

Segundo Prevedello (1996), a infiltração acumulada em função do tempo pode ser medida em condições de campo. Mas, em tal medida, não se dispõe de informações sobre a distribuição da umidade ao longo da profundidade e nem da profundidade da frente de molhamento alcançada.

A equação de Darcy-Buckingham é suficiente para a solução de problemas de fluxo em regime permanente em solos não-saturados quando $\nabla \cdot q = 0$, $dq/dt = 0$, e $d\theta/dt = 0$. Em situações práticas, a umidade varia ao longo do tempo. Nessas situações são necessárias 2 equações, uma para descrever a densidade de fluxo (Darcy-Buckingham) e outra para calcular a taxa de variação da umidade com o tempo. A taxa de preenchimento ou esvaziamento dos poros do solo é descrita pela equação da continuidade, a ser apresentada a seguir.

Considere o elemento de volume ΔV com dimensões Δx , Δy , Δz apresentado na Figura 3.5. A variação do volume de água contido no elemento é igual à diferença entre o volume de água que entra no elemento e o volume que sai, durante o intervalo de tempo Δt . A razão de fluxo de entrada na direção x é q_x . Supondo-se que a variação em q_x é contínua, a taxa de variação do fluxo de saída é $[q_x + (\partial q_x / \partial x)\Delta x]$. O volume de água ΔQ_x que entra, nesta direção, é $q_x \Delta y \Delta z \Delta t$ e o volume de água que sai é $[q_x + (\partial q_x / \partial x)\Delta x] \Delta y \Delta z \Delta t$. A diferença entre o volume que entra e o que sai é mostrado na Equação 3.6.

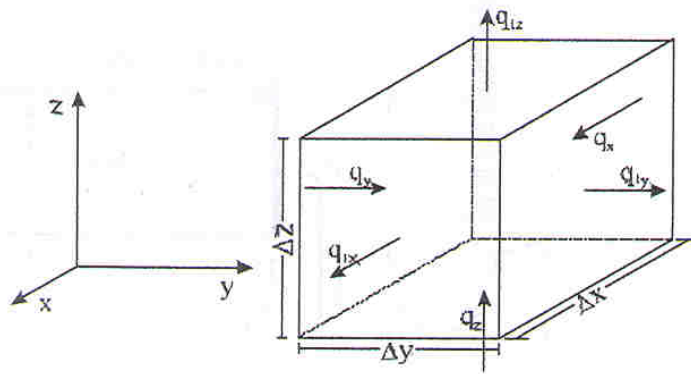


Figura 3.5 – Elemento de volume definido para determinar a taxa de variação da umidade com o tempo através da equação da continuidade.

$$\Delta Q_x = q_x \Delta y \Delta z \Delta t - \left[q_x + \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} \right) \Delta x \right] \Delta y \Delta z \Delta t \quad (3.6)$$

Ou, se calcularmos o limite para um tempo infinitesimal,

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} = - \frac{\partial q_x}{\partial x} \Delta x \Delta y \Delta z = - \frac{\partial q_x}{\partial x} \Delta V \quad (3.7)$$

Analogamente, a Eq. 3.7 pode ser estendida para calcular as variações nas direções y e z e, somando-se essas componentes, obter-se a variação total no elemento ΔV :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = - \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \right) \Delta V \quad (3.8)$$

Dividindo a Eq. 3.8 por ΔV , no primeiro membro tem-se a variação do volume de água ∂Q dentro do elemento de volume ΔV . Este resultado representa a taxa de variação temporal da umidade volumétrica. Dessa maneira, a Eq. 3.9 representa a equação da continuidade para o fluxo de água em meios porosos.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \right) \quad (3.9)$$

Aplicando a equação de Darcy-Buckingham nas três direções:

$$q_x = -k_x(\theta) \frac{\partial H}{\partial x}, \quad q_y = -k_y(\theta) \frac{\partial H}{\partial y}, \quad q_z = -k_z(\theta) \frac{\partial H}{\partial z} \quad (3.10)$$

e substituindo na equação da continuidade tem-se a Equação de Richards:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x(\theta) \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y(\theta) \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z(\theta) \frac{\partial H}{\partial z} \right) \quad (3.11)$$

O operador ∇ aplicado ao vetor q é igual divergente de q :

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \vec{\nabla} \cdot \vec{q} = \text{div} \vec{q} \quad (3.12)$$

3.3.1. - Infiltração horizontal

Seja uma coluna de solo horizontal, Figura 3.6, com seção transversal e massa específica seca " ρ_d " constantes, de comprimento infinito e umidade volumétrica inicial constante θ_i . No instante $t=0$, inicia-se o processo de infiltração da água através da placa porosa com resistência desprezível. Durante todo o tempo de infiltração, a extremidade ($x=0$) é mantida saturada (θ_s).

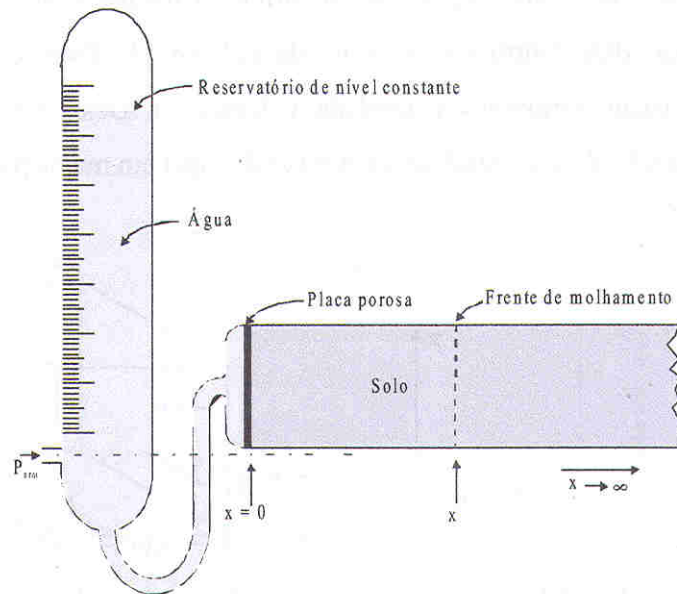


Figura 3.6 – Coluna horizontal infinita de seção transversal constante preenchida com solo homogêneo (Naime, 2001).

O fluxo horizontal, absorção, é provocado apenas pela diferença de potencial de pressões (h) entre dois pontos. A contribuição do potencial gravitacional é nula, h é função da umidade e esta, por sua vez, é função da posição horizontal x . Com estas considerações, a equação de Darcy Buckingham pode ser escrita da seguinte forma:

$$q = -K(\theta) \left(\frac{\partial h}{\partial \theta} \right) \left(\frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = -D \frac{\partial \theta}{\partial x} \quad (3.13)$$

onde $D=D(\theta)$ é a difusividade do solo definida por:

$$D(\theta) = K(\theta) \frac{\partial h}{\partial \theta} \quad (3.14)$$

A Eq. 3.13 descreve a infiltração horizontal, sujeita às seguintes condições de contorno:

$$\begin{cases} \theta = \theta_i, x > 0, t = 0 \\ \theta = \theta_s, x = 0, t > 0 \\ \theta = \theta_i, x \rightarrow \infty, t > 0 \end{cases}$$

A difusividade pode ser interpretada como uma medida da densidade de fluxo sob um gradiente de umidade. Com a introdução da difusividade, a equação de Richards (3.11) para a infiltração horizontal, sem componente gravitacional, pode ser escrita como:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) \quad (3.15)$$

A solução do problema da infiltração horizontal é dada por uma função $\theta = \theta(x,t)$ que permite calcular a umidade em qualquer ponto x a qualquer instante t . Esta solução não é fácil ser encontrada a menos que $D(\theta)$ seja conhecida. Swartzendruber (1969), citado por Naime (2001), propôs uma solução com x sendo a variável dependente $x=x(\theta,t)$, através da transformação de Boltzmann:

$$\eta(\theta) = x.t^{-1/2} \quad (3.16)$$

sendo suas derivadas:

$$\begin{cases} \frac{\partial \eta(\theta)}{\partial t} = -\frac{\eta}{2t} \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{d\theta}{d\eta} \frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{\eta}{2t} \frac{d\theta}{d\eta} \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} = t^{-1/2} \end{cases}$$

Essas derivadas, aplicadas na Eq. 3.15 resultam em:

$$-\frac{\eta}{2} \frac{d\theta}{d\eta} = \frac{\partial}{\partial \eta} \left[D(\theta) \frac{d\theta}{d\eta} \right] \quad (3.17)$$

Com as seguintes condições de contorno: $\begin{cases} \eta = 0 \Rightarrow \theta = \theta_s \\ \eta \rightarrow \infty \Rightarrow \theta = \theta_i \end{cases}$

Onde θ_s é a umidade volumétrica de saturação do solo e θ_i é a umidade inicial.

A difusividade hidráulica $D(\theta)$ pode ser determinada a partir das distribuições de umidade obtidas experimentalmente (Bruce & Klute (1956) citado por Naime, 2001). Integrando-se a Eq. 3.17 entre os limites θ_i e um θ qualquer, resulta em:

$$\int_{\theta_i}^{\theta} \eta.d\theta = -2.D(\theta) \frac{d\theta}{d\eta} \quad (3.18)$$

Bruce & Klute explicitaram $D(\theta)$ da seguinte forma:

$$D(\theta) = -\frac{1}{2t_0} \frac{dx}{d\theta} \int_{\theta_i}^{\theta} x \cdot d\theta \quad (3.19)$$

Assim conhecida a curva $\theta(x)$ experimentalmente, em um dado instante t_0 , Fig. 3.7, é possível determinar $D(\theta)$ em t_0 para qualquer θ entre θ_i e θ_s através da Equação 3.19.

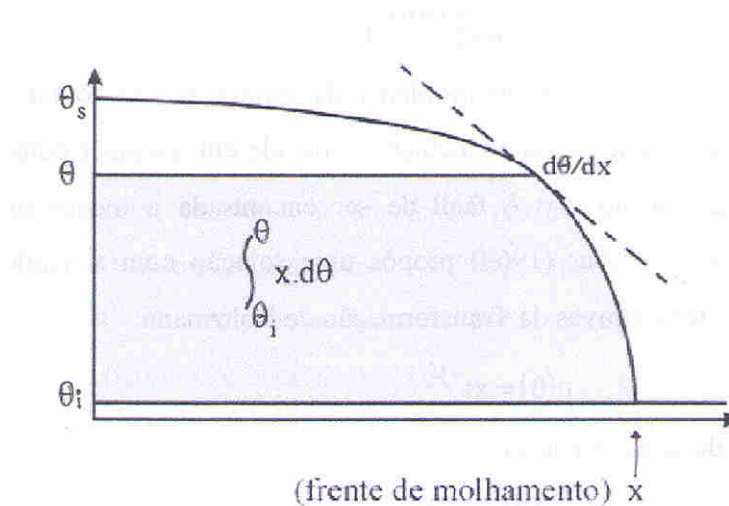


Figura 3.7 – Curva de $\theta(x)$ para um dado instante t durante a infiltração horizontal em um solo homogêneo com umidade inicial θ_i .

A solução que se busca para o problema de infiltração horizontal é $\theta(\eta)$, apresentada na Figura 3.8. Os valores de umidade medidos no perfil, dados por $\theta[x(t_1)]$, $\theta[x(t_2)]$, $\theta[x(t_3)]$ etc., são transformados em um único $\theta(\eta)$ dividindo por $t_1^{1/2}$ para o primeiro perfil, $t_2^{1/2}$ para o segundo etc. Quando $t=1$, $x \equiv \eta$; deste modo, fisicamente, $\theta(\eta)$ é o perfil de água $\theta(x)$ no solo quando o tempo de infiltração é unitário.

A infiltração acumulada (I) é obtida através do cálculo da área abaixo da curva limitada por θ_i e θ_s ,

$$I = \int_{\theta_i}^{\theta_s} x d\theta \quad (3.20)$$

ou,

$$I = \int_{\theta_i}^{\theta_s} \eta(\theta) t^{1/2} d\theta \quad (3.21)$$

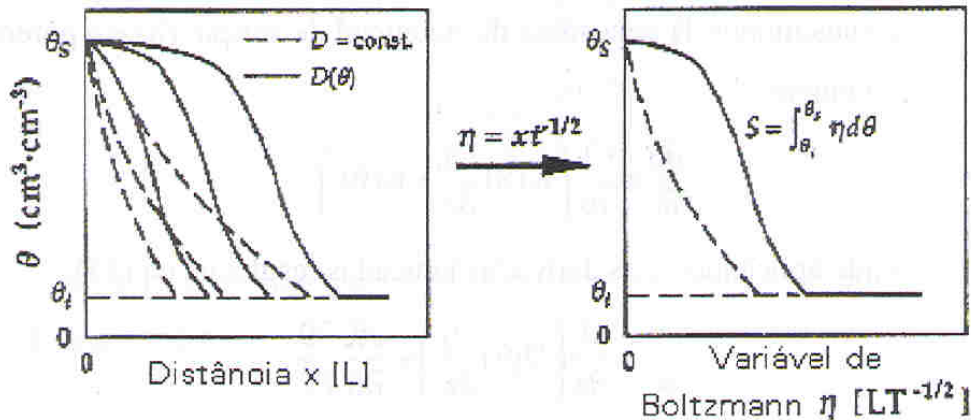


Figura 3.8 – Transformação de Boltzmann reduz os perfis de umidade do solo $\theta(x)$ para diferentes tempos t a um único perfil $\theta(\eta)$ com $\eta = xt^{-1/2}$ para infiltração horizontal (absorção). As linhas tracejadas representam um "solo linear", D constante, enquanto as linhas contínuas são para um solo com $D(\theta)$ (Kutílek & Nielsen, 1994).

Sendo $\eta(\theta)$ único para cada solo, Philip (1957) apresentou o termo *sortividade* $S[LT^{-1/2}]$, capacidade de sorção, conforme dado pela Eq. 3.22:

$$S = \int_{\theta_i}^{\theta_s} \eta(\theta) d\theta \quad (3.22)$$

A infiltração pode, então, ser escrita como:

$$I = S.t^{1/2} \quad (3.23)$$

e a taxa de infiltração:

$$q = \frac{1}{2} S.t^{1/2} \quad (3.24)$$

Fisicamente, a *sortividade* pode ser definida como a quantidade de água infiltrada por uma unidade de tempo e, neste intervalo, a velocidade de infiltração diminui para a metade do valor de S .

3.3.2. - Infiltração vertical

Para infiltração vertical, Ψ_z , Ψ_m são os potenciais que contribuem significativamente e as Equações 3.23 e 3.24 se aplicam na direção z. A taxa de variação da umidade com o tempo é dado por:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(\theta) \frac{\partial H}{\partial z} \right) \quad (3.25)$$

e substituindo H pela soma do potencial de sucção (h) e potencial gravitacional (z), obtém-se:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(\theta) \frac{\partial h}{\partial z} + K(\theta) \right) \quad (3.26)$$

onde se aplicando as derivadas indicadas resulta na Eq. 3.27:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + \frac{\partial K}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad (3.27)$$

conhecida como equação de Fokker-Planck. O primeiro termo do segundo membro da Eq. 3.27 contabiliza o transporte de água devido ao grau inicial de insaturação do perfil do solo, o segundo termo é devido ao potencial gravitacional.

No início do processo de infiltração, a influência da gravidade é pequena em relação às pressões negativas do solo seco ou potencial matricial do solo. Com o decorrer do processo, o aumento da umidade reduz a influência do potencial matricial e eleva a influência do potencial gravitacional. O gráfico da Figura 3.9 ilustra as participações desses potenciais durante o processo de infiltração em um solo argiloso claro (Yolo light clay).

A Eq. 3.27 sujeita às seguintes condições de contorno:

$$\begin{cases} \theta = \theta_i, z > 0, t = 0 \\ \theta = \theta_s, z = 0, t \geq 0 \\ \theta = \theta_i, z \rightarrow \infty, t \geq 0 \end{cases}$$

Ela pode ser resolvida através da técnica proposta por Philip (1957):

$$z(\theta, t) = \lambda(\theta)t^{1/2} + \chi(\theta)t + \psi(\theta)t^{3/2} + \omega(\theta)t^2 + \dots + f_m(\theta)t^{m/2} \quad (3.28)$$

onde ψ , λ , χ , ω ... f_m são todas funções de θ . Usando a Eq. 3.26, a profundidade de infiltração, para um par de valores θ e t , pode ser conhecida, quando as funções $\lambda(\theta)$, $\psi(\theta)$, $\chi(\theta)$, $\omega(\theta)$... $f_m(\theta)$ são conhecidas. Philip mostrou que essas funções são soluções de uma série de equações diferenciais ordinárias e podem ser elevadas por métodos numéricos usando as funções $D(\theta)$ e $K(\theta)$.

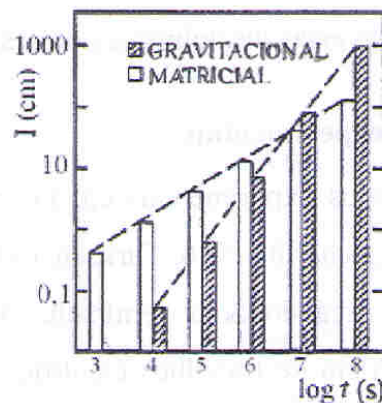


Figura 3.9 – Influência dos potenciais gravitacional e matricial durante a infiltração (Kunze & Nielsen, 1982).

3.4. - Medida das funções hidráulicas do solo

Raats (2001) fez uma retrospectiva do desenvolvimento do estudo da física da água no solo desde meados dos anos 60. O resumo deste trabalho é transcrito abaixo:

"A teoria para estudo do movimento da água na região não-saturada do solo, publicada por Richards há 70 anos é ainda um ponto de partida importante para a análise da maioria dos problemas de Física do Solo. Nos últimos 25 anos, tem sido muito grande o interesse em encontrar novas soluções para a equação de Richards, tanto por métodos analíticos quanto por métodos numéricos, particularmente com vistas a situação de campo. Os diversos métodos experimentais tornaram-se sofisticados: os métodos eletromagnéticos para medir umidade e salinidade agora são confiáveis e largamente difundidos, os métodos inverso para inferir as propriedades físicas do solo têm amadurecido. Mas durante este período, também é percebido um alargamento do escopo da Física do Solo além da teoria clássica de Richards com estudos mais profundos de vários aspectos multifásicos, como o movimento simultâneo de água e ar, transporte simultâneo de calor e umidade, fluxo de água e transporte de solutos em solos estruturados, infiltração de água em solos expansivos e transporte de solutos na região não

saturada dos solos. Os dois últimos assuntos citados tornaram-se gerenciáveis através da substituição das tradicionais descrições espaciais pela descrição dos materiais em que, respectivamente, a fase sólida serve como meio contínuo de referência para a água e a água serve como meio contínuo de referência para os solutos. Os avanços nestes estudos não têm ocorrido apenas em bases teóricas, computacionais e experimentais, mas também pela interação produtiva com diversas disciplinas e por desafiantes problemas sociais".

3.5. - Métodos experimentais

A pesquisa e a prática em Física do Solo geralmente necessitam de instrumentação altamente especializada. A estreita relação entre os grupos de pesquisas e as empresas de instrumentos científicos tem estimulado o rápido desenvolvimento comercial e expandido o uso de novos métodos. O aperfeiçoamento dos métodos existentes é fortemente impulsionado pelos avanços em outros setores da Física e Engenharia.

Há 30 anos já estavam disponíveis métodos para medir a umidade e o potencial da água e seus componentes. Além do método gravimétrico, já eram muito utilizados os métodos baseados no espalhamento de nêutrons e na atenuação de raios gama. Geralmente, avanços significativos têm vindo do desenvolvimento de sistemas eletrônicos de coleta de dados. O maior desenvolvimento instrumental dos últimos anos tem ocorrido com os métodos dielétricos, que além da umidade, possibilitam medir a concentração de eletrólitos.

Os métodos inversos para determinar as propriedades físicas dos solos, baseados no equilíbrio e regime permanente, datam dos primórdios da moderna Física dos Solos de Buckingham e Richards. Nos anos 50, as soluções da equação de Richards tornaram-se a base da próxima geração de métodos. Nos últimos 25 anos, tem ocorrido um grande progresso na parte experimental, tanto em laboratório como no campo. A combinação de soluções analíticas ou numéricas com algoritmos de otimização levaram a uma grande variedade de novos métodos (Raats, 2001).

Os pesquisadores preferem estimar as funções hidráulicas $K(\theta)$, $K(\psi_m)$ ou $D(\theta)$ em experimentos de campo, principalmente se estas funções forem utilizadas para solucionar problemas de campo. Os experimentos realizados em laboratórios têm como principal

desvantagens a dificuldade ou a impossibilidade de simular as pressões naturais que ocorrem no solo e as perturbações causadas pelo processo de amostragem que interrompe a continuidade e a capilaridade da amostra.

Amostras perturbadas não podem ser utilizadas para caracterizar as propriedades hidráulicas do solo. Os dados obtidos são inúteis, mesmo aqueles obtidos de amostras de solos arenosos e homogêneos. Os experimentos de laboratório são úteis para verificar a teoria e obter soluções aproximadas (Kutílek & Nielsen, 1994).

Os procedimentos utilizados para estimar as funções hidráulicas do solo são agrupados em 3 classes: (i) Experimentos com fluxos de água permanentes, descritos pela equação de Darcy-Buckingham, realizados com condições de contorno apropriadas. (ii) Experimentos com fluxo de água em regime transiente, conduzidos sob condições restritivas e com condições de contorno selecionadas de modo a permitir a aplicação de soluções analíticas, semi-analíticas ou aproximadas. Tipicamente, prescreve-se algum tipo específico de função para a condutividade hidráulica. (iii) Experimentos com fluxo de água transitório, realizados sem condições restritivas, analisados através de procedimentos de estimação de parâmetros. A confiabilidade das funções de condutividade hidráulica é melhor testada comparando-se com os resultados de um teste de fluxo adicional realizado em campo. Os dados obtidos são comparados com os valores teóricos da equação que contém a função de condutividade hidráulica estimada.

3.6. - Metodologia aplicada ao estudo do avanço da frente de molhamento em solos

Através das imagens de sucessivas tomografias de diversos planos transversais de amostras do perfil de solo e dos dados obtidos, pode-se acompanhar o avanço da frente de molhamento em estado transiente e em regime estacionário (Crestana et al., 1985).

As medidas obtidas com o tomógrafo portátil, em laboratório ou em campo, possibilitam determinar parâmetros físicos do solo, empregando a solução numérica da equação de Richards e o modelo "Retenção de água-condutividade hidráulica", de Rossi-Nimmo (1994) citado por Naime (2001). Antes de apresentar este método, mostra-se uma importante observação sobre algumas grandezas envolvidas na infiltração.

Analisando a equação de Darcy-Buckingham, Eq. 3.3, aplicada à direção vertical, a densidade de fluxo (q) representa a vazão de água por unidade de área de seção transversal de solo:

$$q = \frac{V_a}{A.t} \text{ [LT}^{-1}\text{]} \quad (3.29)$$

onde:

V_a = volume de água;

A = área da seção transversal do solo paralela ao plano horizontal e

t = tempo.

Apesar de q ter dimensão de velocidade, ela não representa a velocidade real com que a solução se move nos poros do solo, uma vez que a seção transversal disponível para o fluxo exclui a área ocupada pelas partículas de solo. Assim, define-se a velocidade real média v :

$$v = \frac{V_a}{A_a.t} \quad (3.30)$$

sendo A_a : área ocupada pelo líquido = $A_{\text{total}} - (A_{\text{sólida}} + A_{\text{ar}})$.

O programa do tomógrafo utilizado por Naime (2001) permitiu calcular a área da seção do solo umedecida a partir das imagens das seções transversais da coluna ou perfil de solo, obtidas com a amostra seca e úmida, repetidas nas mesmas seções. A contabilização das células da imagem obtida através da subtração entre as imagens "úmida" e "seca", permitiu calcular a área úmida.

Dividindo-se a Eq. 3.29 pela Eq. 3.30, a equação para v fica igual a:

$$v = \frac{qA}{A_a} \quad (3.31)$$

A_a/A representa a fração da área de solo que é ocupada pelo líquido em movimento.

O trabalho apresentado por Naime (2001) mostrou que a técnica tomográfica além da observação qualitativa das imagens, podem-se determinar a curva de retenção da água no solo e parâmetros como a sortividade, a condutividade hidráulica e a difusividade hidráulica. A

solução numérica da equação de Richards e o emprego do modelo de Rossi & Nimmo são eficientes mesmo sendo as medidas de umidade obtidas em diferentes profundidades e em diferentes instantes.

As medidas dos parâmetros da infiltração são tradicionalmente feitas em laboratório com amostras desestruturadas ou em amostras estruturadas, mas sempre submetidas a instrumentos de medida que causam perturbações e só permitem obter medidas médias da região onde estão inseridos, enquanto a tomografia permite ao investigador a seleção de uma área ou volume de interesse para trabalhar com valores mais representativos de sua medida. Além das medidas de infiltração, o tomógrafo construído por Naime (2001) é uma ferramenta eficaz, aliado às técnicas de reconstrução tridimensional, para o estudo de compactação de solos submetidos a diversos tipos de manejo, uma vez que é possível obter a distribuição detalhada da densidade nas três dimensões.

CAPÍTULO 4

4. – CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

4.1. – Introdução

O local escolhido para realização desta pesquisa foi definido de forma estratégica, visando potencializar ao máximo a utilização de informação existente e disponível, produzido em pesquisas anteriores, de maneira a propiciar o avanço do estado da arte, por meio deste trabalho sobre solos com as mesmas características de colapsividade, intemperização intensa, não saturação e conseqüentemente apresenta uma determinada parcela de tensão de sucção servindo como acréscimo da resistência ao cisalhamento deste solo.

O local escolhido foi o campo experimental de geotecnia da UnB (Figura 4.2 e Figura 4.3), onde vários outros trabalhos anteriores se desenvolveram visando obter parâmetros de ensaios de resistência, permeabilidade, adensamento, caracterização, além de uma vasta campanha de ensaios de campo e provas de cargas.

Para o monitoramento dos dados climatológicos, este local também facilitou bastante, pois assim puderam-se acompanhar diariamente os dados da mini-estação meteorológica montada ao lado do campo experimental. Um fato positivo para a pesquisa foi a instalação neste mesmo local, pouco tempo depois do início da operação da mesma, de uma estação meteorológica pelo Departamento de Mecatrônica, esta estação, por ser de maior porte permitiu a obtenção de dados mais precisos. Desta forma pôde-se ainda comparar os dados obtidos para verificação e validação das medidas realizadas nesta pesquisa.

A seguir, apresentam-se os detalhes e as características da região em que se encontra o campo experimental, como: localização, geologia, geomorfologia e clima.

4.2. – Localização

O Campo Experimental de Fundações e Ensaio de Campo do Programa de Pós-graduação em Geotecnia da Universidade de Brasília está localizado nos campus Darcy Ribeiro, Asa Norte – Brasília –DF. Suas coordenadas geográficas são: 15° 45'56" de latitude sul e 47° 52'20" de longitude Oeste. Com área aproximada de 1.000 m², sua altitude é de 1044

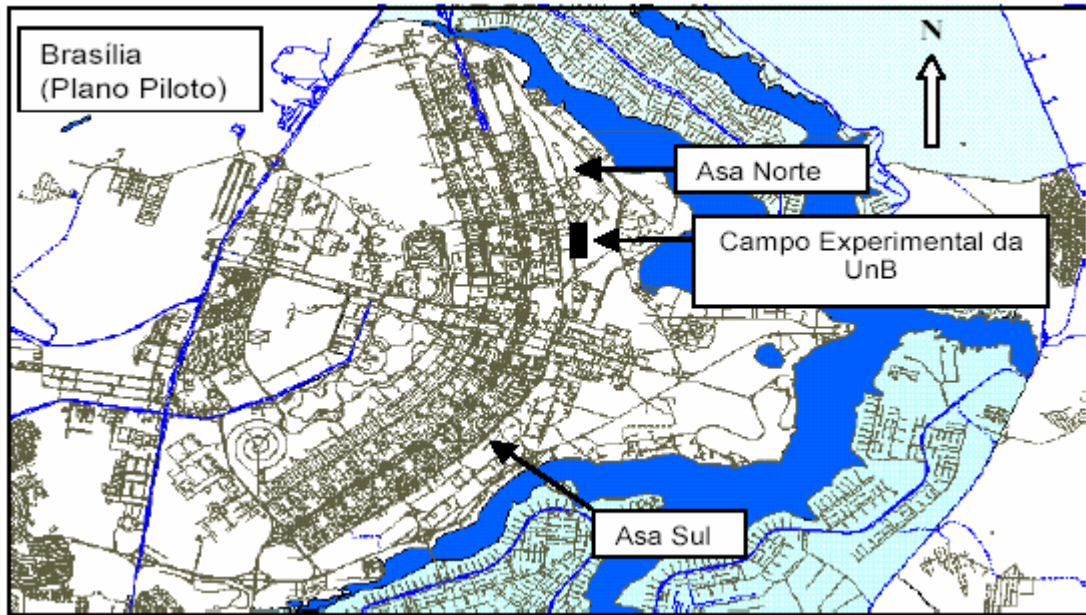


Figura 4.2 – Apresentado por Mota (2003), mostra a localização do campo experimental da UnB.

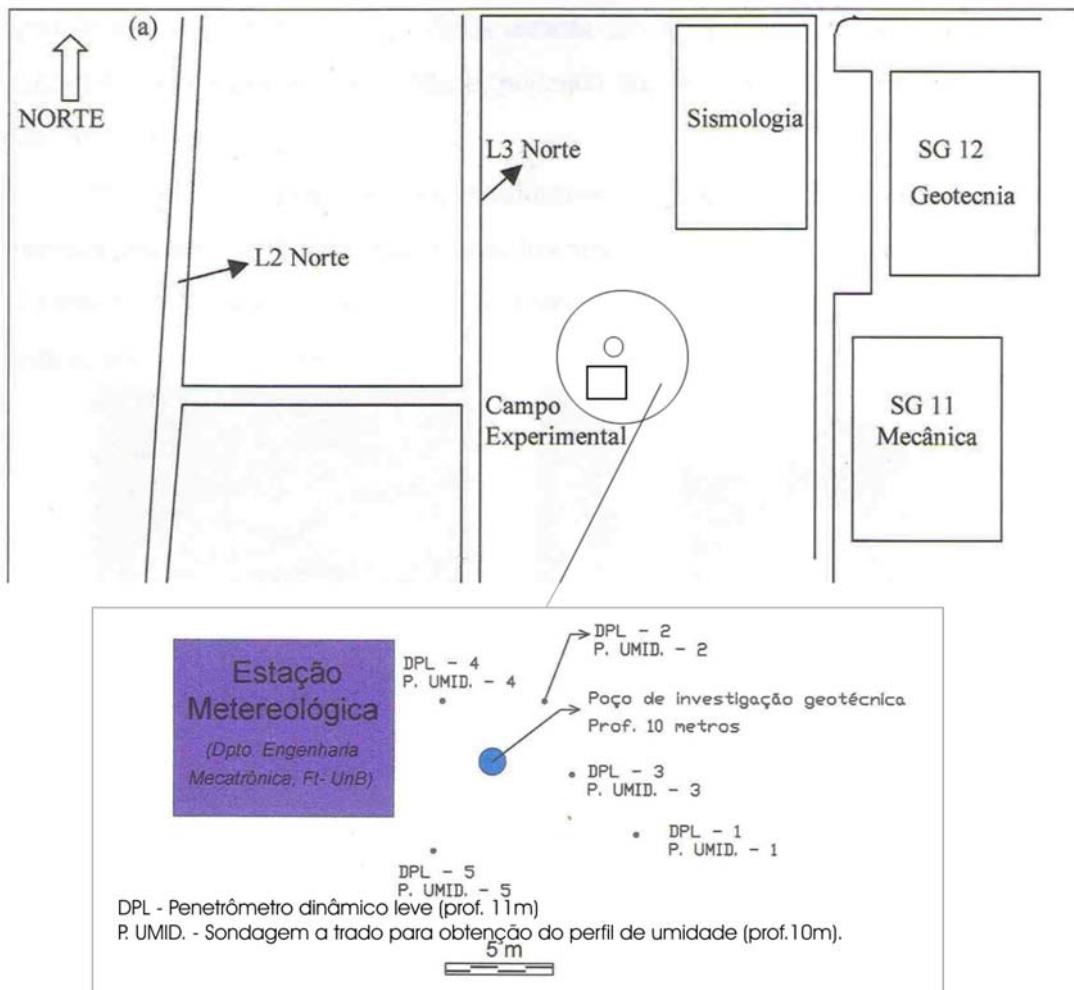


Figura 4.3 – Localização dos ensaios de campo no Campo Exp.de Geotecnia da UnB.

4.3. – Geologia

Segundo Freitas-Silva & Campos, 1998, a geologia do Distrito Federal é composta por rochas atribuídas aos grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, respectivamente contribuindo com cerca de 65, 15, 5 e 15% de sua área total, conforme mostra Figura 4.4.

O campo experimental está localizado no grupo Paranoá e este é separado em seis unidades, correlacionáveis da base para o topo com as unidades S, A, R₃, Q₃, R₄ e PPC das áreas-tipo (Freitas-Silva & Campos, 1998).

* **Unidade S – Metassilito Argiloso:** É composta por um conjunto de metassilitos argilosos homogêneos com coloração cinza esverdeada a amarelada quando frescos, passando a tons rosados e vermelho escuro com o aumento da alteração intempérica. Pode ocorrer intercalações lenticulares métricas de quartzito médio, localmente grosseiro. A espessura máxima é da ordem de 100 m.

* **Unidade A - Ardósia:** Esta unidade é constituída de ardósias, roxas a avermelhadas, com bandas brancas, cuja estrutura mais conspícua é a clivagem ardosiana. Na parte superior ocorrem ocasionais intercalações de metassilitos e quartzitos finos com espessuras máximas de 20 cm, com estrutura *hummocky*, apresentando uma espessura máxima de 60 m. De forma discordante, cortando o pacote das ardósias, são comuns zonas ricas em enxames de veios de quartzo leitoso. O ambiente de deposição é interpretado como de plataforma pelítica com tempestitos no topo. Devido à sua baixa resistência aos processos de intemperismo não é bem exposta, sendo os melhores afloramentos observados em cortes de estradas, voçorocas ou em drenagens. As rochas que compõem esta litofácies são capeadas por um Latossolo Vermelho de textura argilosa (com espessuras superiores às médias do Distrito Federal). Sua área de ocorrência está praticamente restrita à Depressão do Paranoá.

* **Unidade R₃ – Metarritmito Arenoso:** A unidade caracteriza-se pela alternância de camadas arenosas e pelíticas, onde predominam as primeiras e que empresta à rocha um caráter rítmico. A espessura máxima dessa unidade é de 150 m.

* **Unidade Q₃ – Quartzitos Médios:** É caracterizada por quartzitos finos a médios, localmente grossos, brancos ou cinza claro (cinza escuro quando frescos), bem selecionados, maduros mineralogicamente, em geral muito silicificados e, onde encontram-se com espessura máxima de 70 m.

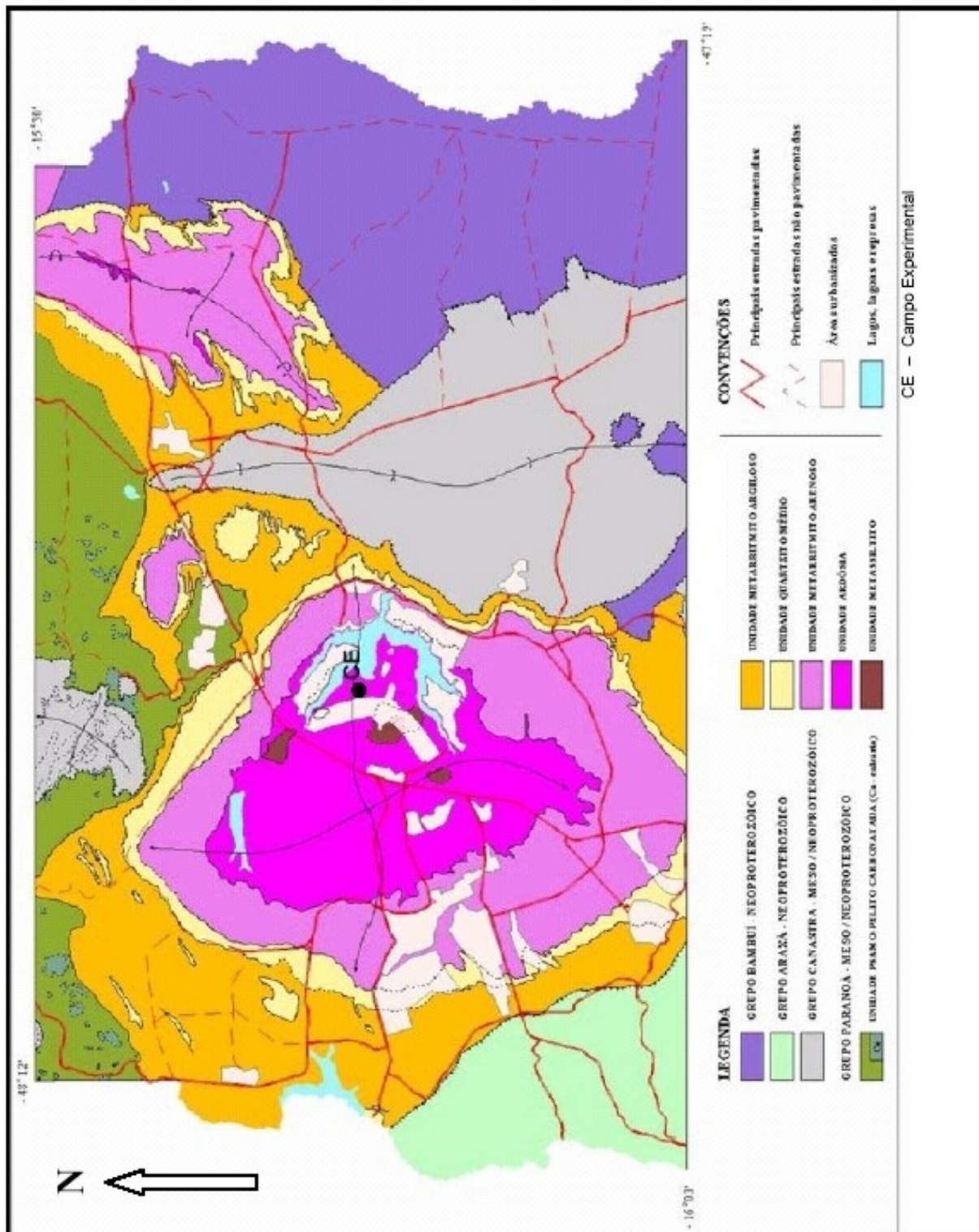


Figura 4.4- Mapa geológico do Distrito Federal (Freitas-Silva & Campos, 1998).

* **Unidade R₄ – Metarritmito Argiloso:** Composta por um metarritmito homogêneo (com certo domínio da fração silte-argila), representada por intercalações centimétricas regulares de metassiltitos, metalamitos e quartzitos finos que apresentam coloração cinza, amarelada, rosada ou avermelhada em função dos diferentes graus de intemperismo. A espessura máxima dessa unidade é de 100 m.

* **Unidade PPC– Psamo Pelito Carbonatada:** Cerca de 85% da unidade é caracterizada por metalamitos siltosos de coloração cinza prateado que passa a amarelo, rosado ou avermelhado com a alteração. São bastante laminados, podendo mostrar foliações e, por vezes, com aspecto sedoso ao tato devido à abundante presença de filossilicatos.

Além destes metapelitos, ocorrem rochas carbonáticas e quartzíticas. As rochas carbonáticas presentes no Distrito Federal são representadas por calcários pretos ou cinza escuros, micríticos ou intraclásticos e subordinadamente por dolomitos com tons cinza claros, localmente estromatolíticos.

A espessura máxima dessa unidade é de 150 m.

As rochas datadas do pré-cambriano médio e superior são representante dos grupos Canastra e Paranoá, e podem vir sotopostas por coberturas detrítico-lateríticas terciárias, além de aluviões recentes, segundo Freitas-Silva & Campos (1998), além do grupo Canastra e Paranoá, dentro do âmbito do Distrito Federal, ainda são reconhecidos dois outros conjuntos litológicos: Os grupos Araxá e Bambuí (Lima, 2003).

4.4. – Geomorfologia

As características geomorfológicas da paisagem do domínio morfoclimático do Cerrado resulta de uma prolongada interação de regime climático tropical semi-úmido com fatores litológicos, edáficos e bióticos (Ab'Saber, 1977).

Novaes Pinto (1993) classifica as unidades geomorfológicas no Distrito Federal em três tipos de paisagem, Tabela 4.1. No entanto, Cardoso (2002), alerta que esta classificação apresenta uma fusão de conceitos descritivos e genéticos. Segundo ele, a realidade dessa abordagem depende da comprovação do modelo de etchiplanação proposto por esta autora. As feições descritivas separam o grau de dissecação e as genéticas individualizam as superfícies de aplainamento.

Tabela 4.1 - Unidades geomorfológicas no Distrito Federal (Novaes Pinto, 1993).

Região de Chapada	
	Ocupa cerca de 34% do Distrito Federal e é caracterizada pela topografia plana e plano-ondulada, acima da cota 1000 metros, destacando-se a Chapada de Contagem, que praticamente contorna a cidade de Brasília.
	Nessa região, ocorrem os latossolos como tipo de solo predominante.
Área de Dissecação Intermediária	
	Ocupa cerca de 31% do Distrito Federal e corresponde às áreas fracamente dissecadas, drenadas por pequenos córregos, modeladas sobre ardósias, quartzitos e metarritmitos do Grupo Paranoá, onde a Cobertura superficial de solos é do tipo latossolo.
	Segundo Romão (1995), a unidade Depressão do Paranoá, acima da cota 1000 metros, com topografia suave, está rodeada pelas chapadas e nesta unidade situa-se o Lago Paranoá e a cidade de Brasília
Região Dissecada de Vale	
	Ocupa aproximadamente 35% do Distrito Federal e corresponde às depressões sobre litologias de resistências variadas, ocupadas pelos principais rios da região.

A melhor fonte de informações sobre os solos encontrados no Distrito Federal é o trabalho realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento de Solos (EMBRAPA, 1978), de onde se obteve o mapa pedológico do DF, na escala 1:100.000 (Figura 4.6). A partir do solo citado, identifica-se que a região possui três classes de solos mais importantes, denominadas de Latossolo Vermelho (LE), Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Cambissolo (Cd), Figura 4.5. A representatividade territorial destes no DF é de 85,49% (Cardoso, 2002).

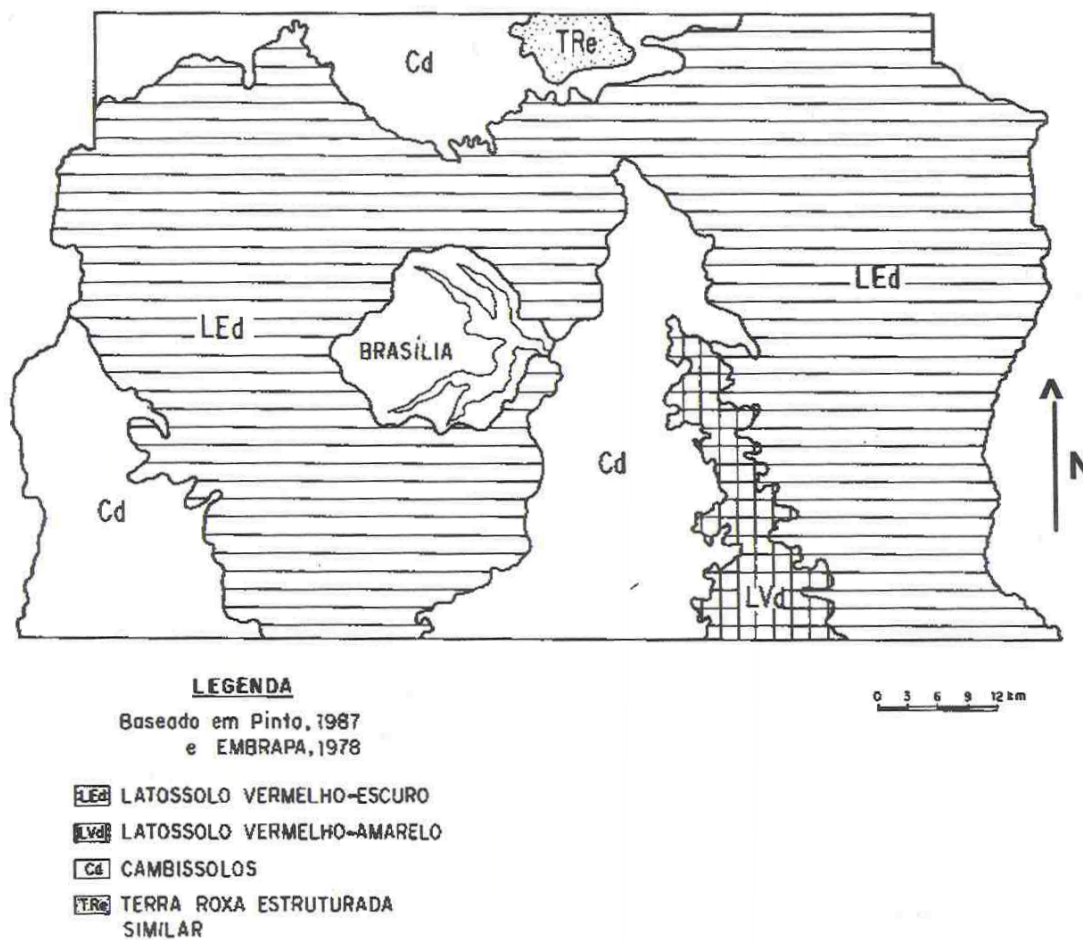


Figura 4.5 – Mapa de solo do DF (Haridasan (1993) *apud* Cardoso, 2002).

Outros trabalhos de mapeamento geotécnico e geológico no Distrito Federal foram realizados por: Romão (1995), Oliveira (1996), Rego (1997), Paranhos (1998), Carneiro (1999), Santos Filho (2000), Oliveira (2002), Duarte (2003).

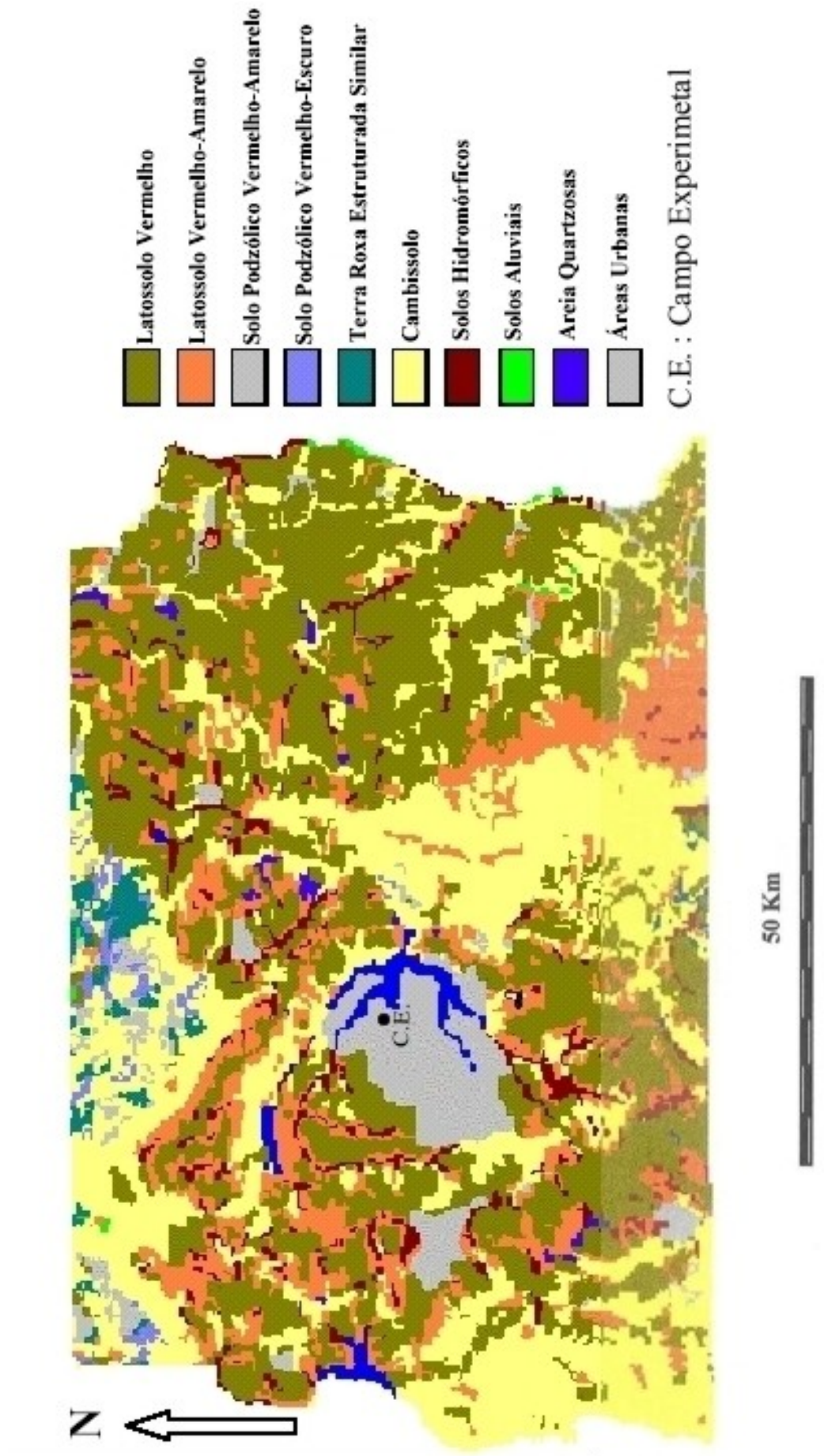


Figura 4.6 - Mapa pedológico do Distrito Federal (EMBRAPA - 1978)

4.5. – Clima

O Distrito Federal possui um clima de altas temperaturas, típico das regiões tropicais, com dois períodos distintos de precipitações pluviométricas: Chove muito em um período e no outro é praticamente seco, Figura 4.7.

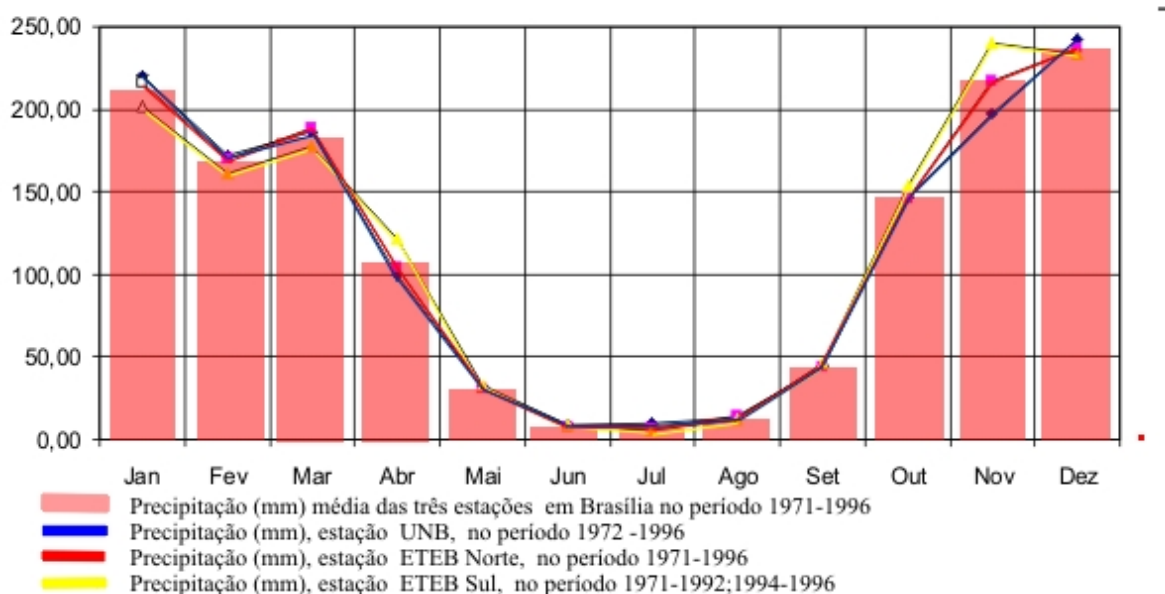
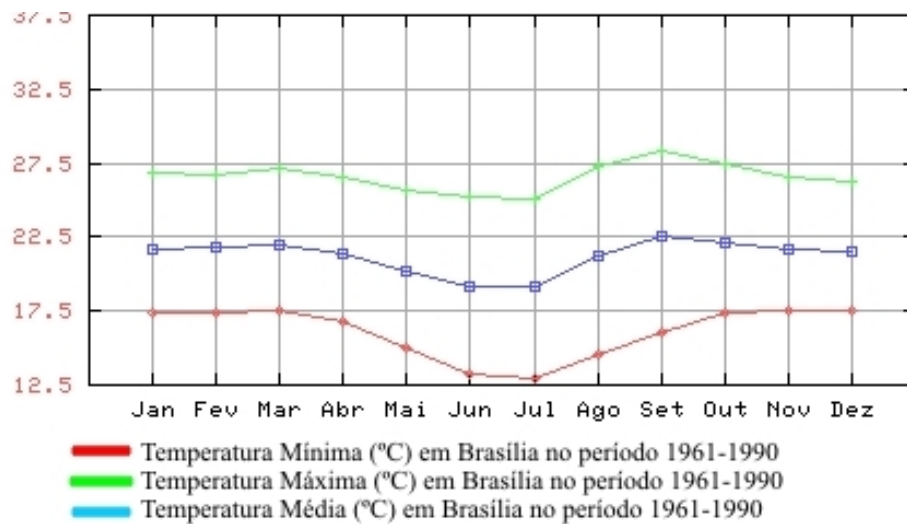


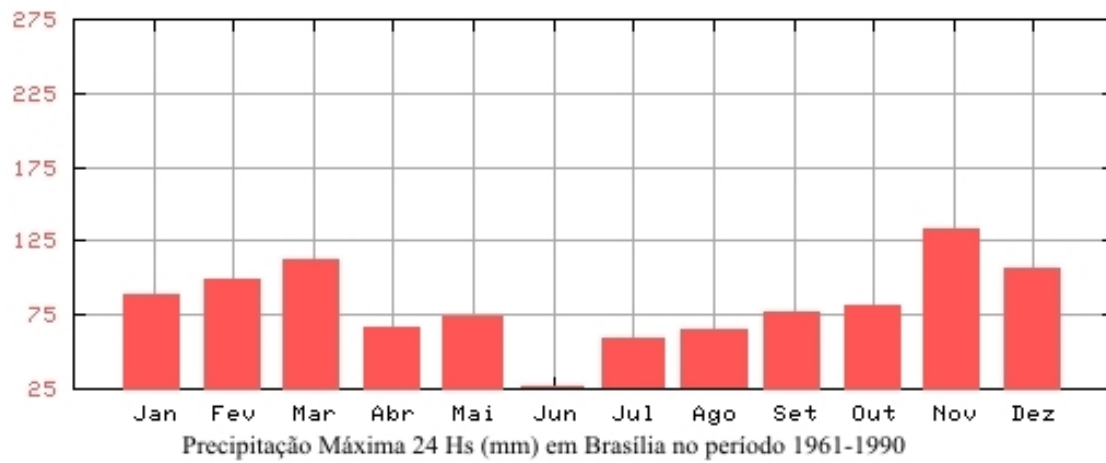
Figura 4.7 – Precipitações pluviométricas de três estações em Brasília (Freitas-Silva & Campos, 1998) – modificado.

O período entre maio e setembro é evidenciado pela alta taxa de evaporação e pela baixa taxa de precipitação, quando pode acontecer uma média total mensal da ordem de 50mm. O período entre outubro e abril apresenta padrão contrastante, sendo que o período de novembro a março concentra 47% da precipitação anual. A precipitação média anual é da ordem de 1380 mm.

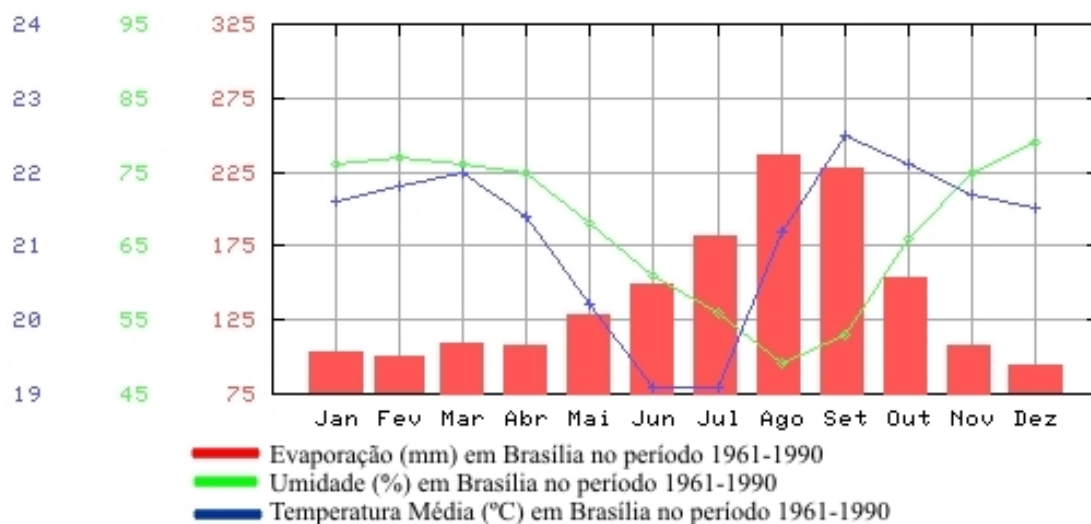
A umidade relativa do ar varia em torno de 75% durante os meses de janeiro a abril. Em agosto atinge uma mínima de 30%, mas durante alguns dias, pode alcançar valores de até 11% (EMBRAPA, 1978), Fig. 4.8c.



(a)



(b)



(c)

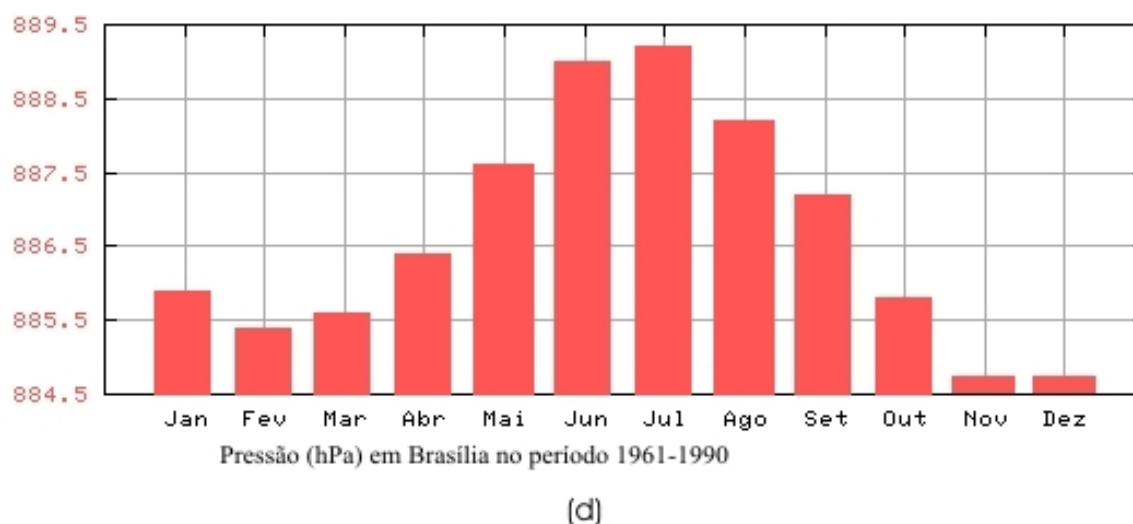


Figura 4.8 – Gráficos climatológicos de Brasília – fonte INMET.

Além da variação temporal da climatologia no Distrito Federal, há também a variação geográfica, Fig.4.9. Freitas-Silva & Campos (1998) realizou os estudos de precipitação para o Distrito Federal após a seleção das estações adequadas com um número representativo de dados. Devido à localização de interesse desse trabalho, selecionou-se três estações próximas do Campo Experimental de Geotecnia, Tab. 4.2, para obter uma série de dados pluviométricos apresentados na Tabela 4.3. Através de valores de precipitação média mensal, determinaram-se os parâmetros estatísticos de maior relevância: média e desvio padrão. Na mesma referência citada acima, foi calculada a precipitação diária para vários períodos de retorno, Tab. 4.4. O gráfico que representa os dados da Tabela 4.3 está mostrado na Figura 4.7.

Tabela 4.2 - Localização das estações

Estação Pluviométrica	Entidade	Latitude	Longitude
UNB	CAESB	15 44 20	48 06 25
ETEB Norte	CAESB	15 45 00	47 53 00
ETEB Sul	CAESB	15 49 00	47 55 00

Tabela 4.3 - Médias de precipitações para três estações em Brasília no período de 1971 a 1996 (Freitas-Silva & Campos, 1998) - modificado.

Mensal	UNB		ETEB Norte		ETEB Sul	
	Média	D.P.*	Média	D.P.*	Média	D.P.*
Jan	220,34	113,20	216,27	124,77	202,24	107,43
Fev	171,66	79,32	170,22	68,60	161,14	83,68
Mar	186,60	96,95	189,09	102,84	177,95	110,86
Abr	99,55	53,12	104,09	51,15	121,52	71,88
Mai	31,49	24,73	30,60	26,63	33,03	27,69
Jun	8,58	14,70	7,36	11,03	9,08	14,81
Jul	9,80	21,34	6,64	16,79	5,21	8,95
Ago	12,95	18,91	14,22	23,88	12,31	19,39
Set	44,92	37,98	43,72	36,53	45,86	38,68
Out	146,57	72,52	145,66	85,95	153,09	87,52
Nov	197,42	96,86	216,98	104,75	240,35	95,52
Dez	242,67	115,36	237,24	92,62	233,79	88,90
Anual	1372,55	277,13	1382,09	294,18	1395,57	313,21
Mensal	114,30	23,00	115,10	24,50	116,20	26,10

* D.P. = Desvio Padrão

Tabela 4.4 - Precipitação máxima de 1 dia de duração e diferentes tempos de retorno (Tr) (Freitas-Silva & Campos, 1998) – modificado.

Estação Pluviométrica	Precipitação máxima * (mm/dia)				
	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 50	Tr = 100
UNB	95,2	99,3	118,4	138,1	152,0
ETEB Norte	101,6	109,5	127,6	155,9	174,2
ETEB Sul	93,3	102,0	117,2	142,9	158,4

* Os valores apresentados na Tabela correspondem à precipitação máxima média com duração de 1 dia. Para obter a precipitação máxima acumulada devem-se multiplicar esses valores pela duração

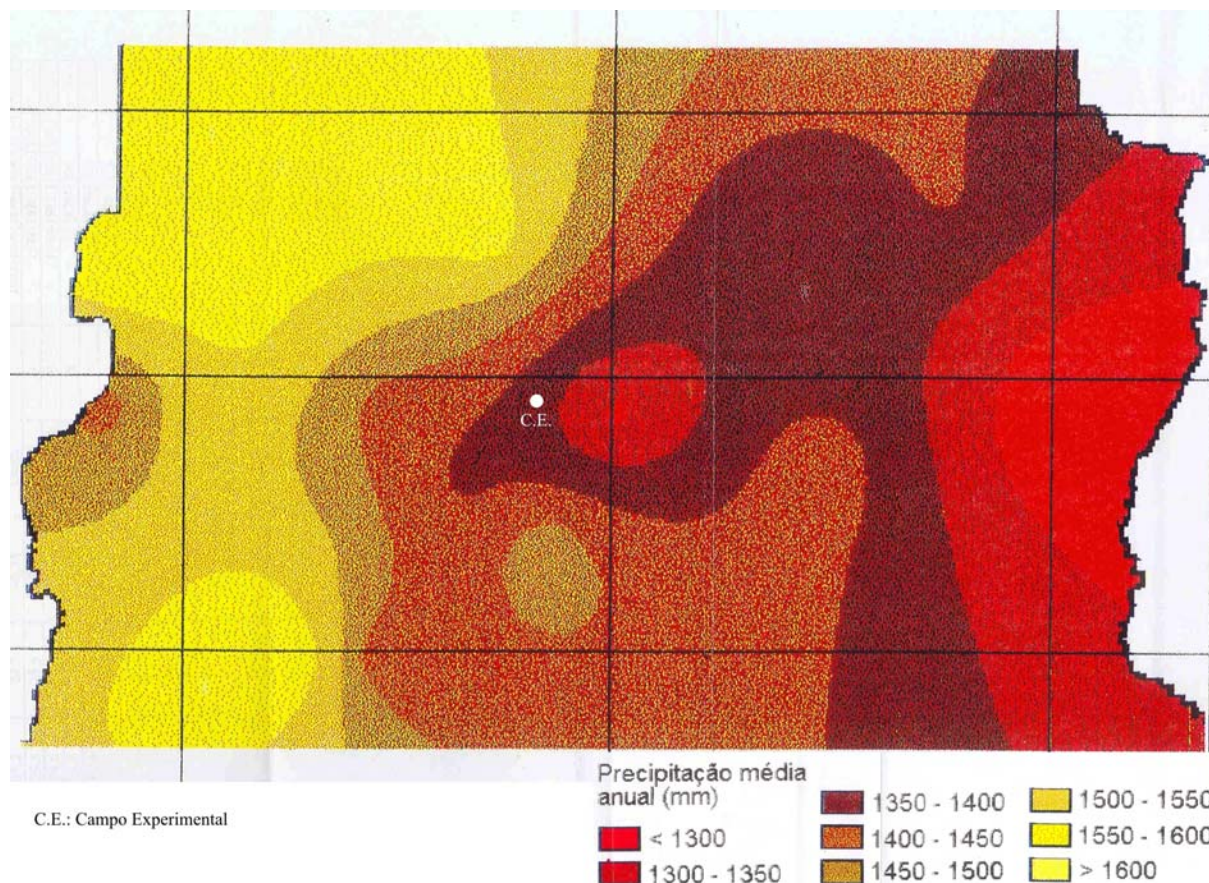


Figura 4.9 – Distribuição espacial da precipitação média anual do Distrito Federal (Freitas-Silva & Campos, 1998)

No Distrito Federal, dentro da classificação climática de Köppen (CODEPLAN, 1984), podem ocorrer os seguintes tipos de clima, em função da geomorfologia local: Tropical Aw, Tropical de altitude Cwa e Tropical de altitude Cwb.

- **Tropical Aw** – Clima de savana, cuja temperatura do mês mais frio é superior a 18°C. Este tipo climático situa-se aproximadamente nos locais com cotas altimétricas abaixo de 1000 metros, por exemplo, nos vales do São Bartolomeu, do Preto, do Descoberto e do Maranhão.
- **Tropical de Altitude Cwa** – O mês mais frio possui temperatura inferior a 18°C, com uma média superior a 22°C no mês mais quente. Este tipo corresponde à unidade geomorfológica conhecida como Pediplano de Brasília, que abrange aproximadamente as altitudes entre 1000 e 1200 metros.
- **Tropical de Altitude Cwb** – Caracterizado por uma temperatura inferior a 18°C no mês mais frio, com média inferior a 22°C no mês mais quente. Abrange as áreas com cotas altimétricas acima de 1200 metros, que correspondem à unidade geomorfológica Pediplano Contagem / Rodeador.

CAPÍTULO 5

5. – TRABALHOS REALIZADOS NO CAMPO EXPERIMENTAL

Neste capítulo descrevem-se as características geotécnicas do solo local, também são descritos os ensaios que foram realizados nesta pesquisa e seus respectivos materiais e métodos adotados na sua execução.

5.1. – Características Geotécnicas do Campo Experimental

5.1.1. – Caracterização

O solo que ocorre no campo experimental é conhecido como “argila porosa”, ou argila laterítica residual tropical. Possui coloração vermelha devido à altas concentrações de óxido de ferro. Sua estrutura é macro-porosa, constituída por microagregados de argila originadas devido ao efeito da alta drenabilidade e conseqüentemente a lixiviação das sílicas e das bases (Na_2O , K_2O , CaO , MgO) chegando a apresentar permeabilidade da ordem de 10^{-3} a 10^{-4} m/s que se compara à permeabilidade de areia.

Esta estrutura porosa é verificada através dos altos índices de vazios com valores de "e" iguais até 1.60, Tabela 5.1. No campo, pode ser diagnosticado através do ensaio de SPT, Tab. 5.2, valores de $N = 2$ a 3 são fortes indicadores da estrutura macro-porosa. A alta porosidade da argila conduz a uma má “performance” do solo, no que diz respeito à sua capacidade de carga, pois sua estrutura instável pode entrar em colapso, quando há variação de algumas propriedades do solo. As principais são: a umidade e o estado de tensão.

A variação dessas propriedades, cuja análise é o objetivo principal deste trabalho, relaciona-se com fenômenos externos e internos ao solo, por exemplo, a chuva (externo) que por sua vez altera a umidade do solo (interno). A umidade, por sua vez, é responsável por uma certa parcela da força de sucção no solo quando este não se encontra saturado (Tabela 5.3 e Figura 5.1) e esta, pode-se anular quando o solo é saturado por alguma circunstância natural ou induzida.

Tabela 5.1 – Caracterização geotécnica do solo da UnB (Guimarães, 2002).

Parâmetro	Profundidade (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
γ_s (kN/m ³)	26,86	26,78	26,11	25,97	26,94	25,75	26,52	26,25	27,15	27,62
γ_d (kN/m ³)	10,32	10,41	11,49	11,46	11,96	11,98	12,82	13,86	13,84	13,29
e	1,60	1,57	1,27	1,27	1,25	1,15	1,07	0,89	0,96	1,08
n (%)	61,60	61,10	56,00	55,90	55,60	53,50	51,70	47,20	49,00	51,90
Pedregulho CD	0,20	0,20	0,70	0,80	1,40	2,10	4,30	3,60	0,60	0,00
Areia CD	41,50	41,50	41,60	33,70	31,60	25,70	22,70	33,80	10,20	3,40
Silte CD	24,90	29,20	25,70	26,30	26,50	22,90	24,60	27,40	80,40	93,20
Argila CD	33,40	29,10	32,00	39,20	40,50	49,30	48,40	35,20	8,80	3,40
Pedregulho SD	0,20	0,20	0,70	0,80	1,40	2,10	4,30	3,60	0,60	0,00
Areia SD	56,20	56,20	53,20	53,00	49,20	34,90	30,10	42,00	10,20	1,40
Silte SD	41,40	35,90	34,20	43,10	48,60	61,40	61,90	51,90	86,80	79,50
Argila SD	2,20	7,70	11,90	3,10	0,80	1,60	3,70	2,50	2,40	19,10
W _L (%)	38,00	36,00	39,00	41,00	45,00	44,00	46,00	43,00	44,00	46,00
W _P (%)	28,00	26,00	29,00	29,00	34,00	33,00	35,00	34,00	26,00	30,00
I _P (%)	10,00	10,00	10,00	12,00	11,00	11,00	11,00	9,00	18,00	16,00
I _a	0,29	0,33	0,30	0,29	0,26	0,21	0,21	0,21	2,00	4,71

Tabela 5.2 – Valores de N dos ensaios de SPT-T (Guimarães, 2002)

Prof. (m)	N				
	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
1	2	4	4	3	2
2	2	2	2	2	2
3	2	2	3	4	3
4	2	3	3	4	3
5	4	4	4	4	3
6	6	7	5	7	5
7	9	7	5	9	7
8	7	6	5	13	11
9	10	9	9	13	16
10	13	12	38	20	13
11	15	12	-	20	-
12	16	16	-	17	-

Os trabalhos de Angelotti Neto et al (2004), Guimarães & Carvalho (2003), Gurjão & Guimarães (2003), Molinero et al (2003), Mota et al (2003) e Prado et al (2003) mostram como pode ser feita a caracterização para solos com essas propriedades de solo tropical.

A força de sucção, explicada no Item 2.2.3 é responsável por grande parte da coesão do solo e que mantém a estrutura dos macroporos estáveis. A outra parcela é devida a cimentação dos grãos de argilos minerais causada principalmente pelos oxi-hidróxido de ferro e alumínio presente em grandes quantidades nos solos laterizados das regiões tropicais.

A outra propriedade do solo que pode variar e provocar a instabilidade da estrutura macroporosa do solo, fenômeno chamado de “colapso”, é o estado de tensão do solo que pode variar quando é provocado por algum carregamento externo, por exemplo.

Para Guimarães (2002), a camada de solo estudada no campo experimental apresenta para o horizonte laterítico, comportamento colapsível até 8,5m, e para o horizonte saprolítico comportamento expansivo a partir desta profundidade.

O solo do campo experimental, segundo Guimarães (2002) apresenta comportamento compatível com a granulometria obtida nos ensaios sem defloculante, portanto nas correlações deve-se utilizar esta classificação, ou seja, areno siltoso até 5,5m, silte arenoso de 5,5 a 8,5m e silte a partir de 8,5m.

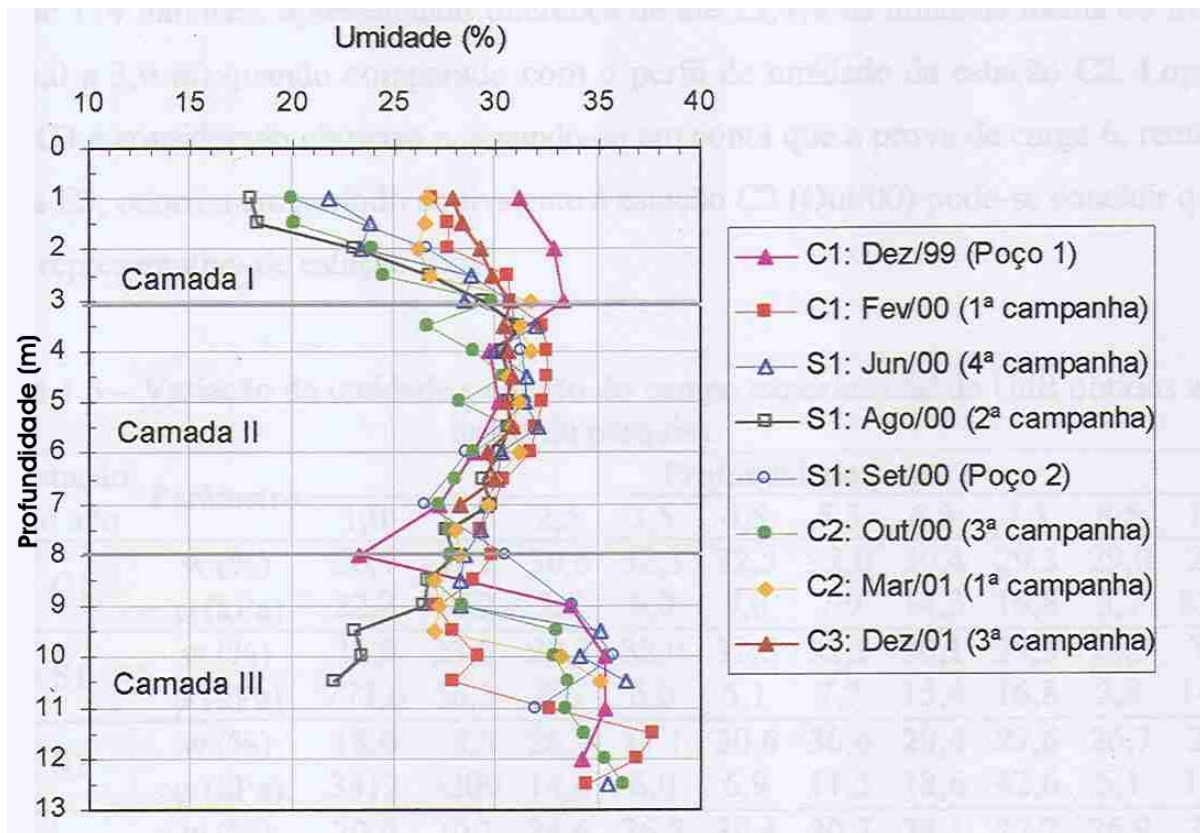


Figura 5.1 – Comparação dos perfis de umidade do campo experimental ao longo dos anos de 1999 a 2001 (Mota, 2003 – modificado).

Tabela 5.3 – Variação da umidade e sucção do campo experimental da UnB obtidos para os anos de 2000 e 2001 (Guimarães, 2002).

Data	Estação do ano*	Parâmetro	Profundidade (m)									
			1	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	10,5
FEV 2000	C1	w (%)	26,9	27,7	30,6	32,3	32,5	32	30,4	29,3	29	27,9
		ψ (kPa)	22,2	17,2	5,7	6	9	7,9	14,3	16,8	3,7	851,7
JUN 2000	S1	w (%)	21,8	23,9	28,8	32	31,5	32,1	30,1	29,3	28,3	36,4
		ψ (kPa)	773,6	56,3	8,6	6	5,1	7,7	15,4	16,8	3,8	149
AGO 2000	S1	w (%)	18	18,3	26,8	31,1	30,6	30,6	29,4	27,6	26,7	22,1
		ψ (kPa)	3412	3209	14,6	6	6,9	11,5	18,6	42,6	5,1	1360
OUT 2000	C2	w (%)	20	20,1	24,6	26,7	30,4	30,7	28,1	27,7	26,9	33,6
		ψ (kPa)	1991	1958	29,9	6,1	7,4	11,2	26,9	40,4	4,8	304
MAR 2001	C2	w (%)	26,7	26,6	26,8	31,2	30,6	30,9	30	28,1	27	35,1
		ψ (kPa)	23,4	24,2	14,6	6	9	10,6	15,8	32,4	4,6	211
DEZ 2001	C3	w (%)	27,9	28,4	29,8	30,4	30,8	30,9	30	28,2	-	-
		ψ (kPa)	16	13,7	6,8	6	6,4	10,6	16	30	-	-

* C = Chuvosa, S= Seca

5.1.2. – Mineralogia e microscopia

A análise mineralógica deste solo realizada por Carvalho (1995) através de difratometria de raios-X é apresentada por Guimarães (2002), onde se verifica que a distribuição dos minerais constituinte do solo têm diferentes proporções a diferentes profundidades conforme é mostrado na Tab. 5.4.

Tabela 5.4 – Características mineralógicas do solo da UnB (Carvalho, 1995).

Mineral (%)	Profundidade (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gibbsita	39,20	41,70	38,70	43,30	36,60	27,10	9,10	3,70	0,00	0,00
Caolinita	8,30	6,90	5,40	8,70	11,70	17,50	27,10	41,10	30,90	37,10
Quartzo	32,50	29,40	37,60	22,10	29,40	15,70	28,90	9,40	27,60	22,50
Hematita	6,80	6,90	6,70	10,10	10,80	14,10	14,40	13,70	11,90	14,10
Goethita	3,50	3,40	4,70	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anastásio	5,90	6,90	4,10	5,90	7,40	7,90	7,30	5,10	7,20	0,00
Rutilo	3,80	4,90	3,10	5,50	4,10	6,50	3,80	6,60	0,00	0,00
Ilita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,90	5,70	7,90	7,10	11,20

Pode-se observar na Tab.5.4 que o solo sofre ação do intemperismo. Isso pode ser verificado na distribuição de alguns minerais ao longo da profundidade. Enquanto o teor de caolinita e hematita aumentam com a profundidade a partir do quarto metro, o teor de gibbsita faz o processo inverso. Na camada superficial, que vai até quatro metros, os teores de caolinita, gibbsita, hematita e goethita são praticamente constantes. Esta camada é a que sofre maior variação de umidade. A illita surge no perfil apenas a partir de 6 m, mantendo-se praticamente constante até 9m.

Mota (2003) também realizou a análise de difratometria de raios-X para o mesmo perfil do campo experimental e chegou aos mesmos resultados encontrados por Carvalho (1995).

Guimarães (2002) mostra em seu trabalho fotos ampliadas deste solo, obtidas através de microscopia eletrônica de varredura em amostras indeformadas metalizadas com ouro. Nestas fotos, Figuras 5.2 a 5.7, pode-se observar a variação da porosidade com a profundidade. Observa-se nestas fotos a presença de gramíneas até a profundidade de 3 m, camada abaixo da qual a umidade passa a ser mais estável ao longo do ano. Observa-se também nestas fotos a homogeneidade do solo nas profundidades de 9 e 10 metros. Segundo Mota (2003), o processo de alteração faz aparecer diferentes formas de agregação, sendo que na camada de solo residual jovem estas formações de agregados, por atuação dos óxidos de Fe e Al, cedem espaço a aglomerações ou pacotes de argilominerais. Com o aumento da profundidade, a estrutura vai se tornando mais homogênea quanto à porosidade e à distribuição de poros, sendo observados mais poros entre os agregados dos solos mais superficiais.

Segundo Guimarães (2002), por meio da microscopia foi possível observar que o comportamento dos solos tropicais está associado à microestrutura desenvolvida no processo de alteração para este perfil de solo. Verificou-se, ainda, que com a profundidade a estrutura vai se tornando mais homogênea em termos de porosidade e distribuição de poros, de forma inversa ao intemperismo.

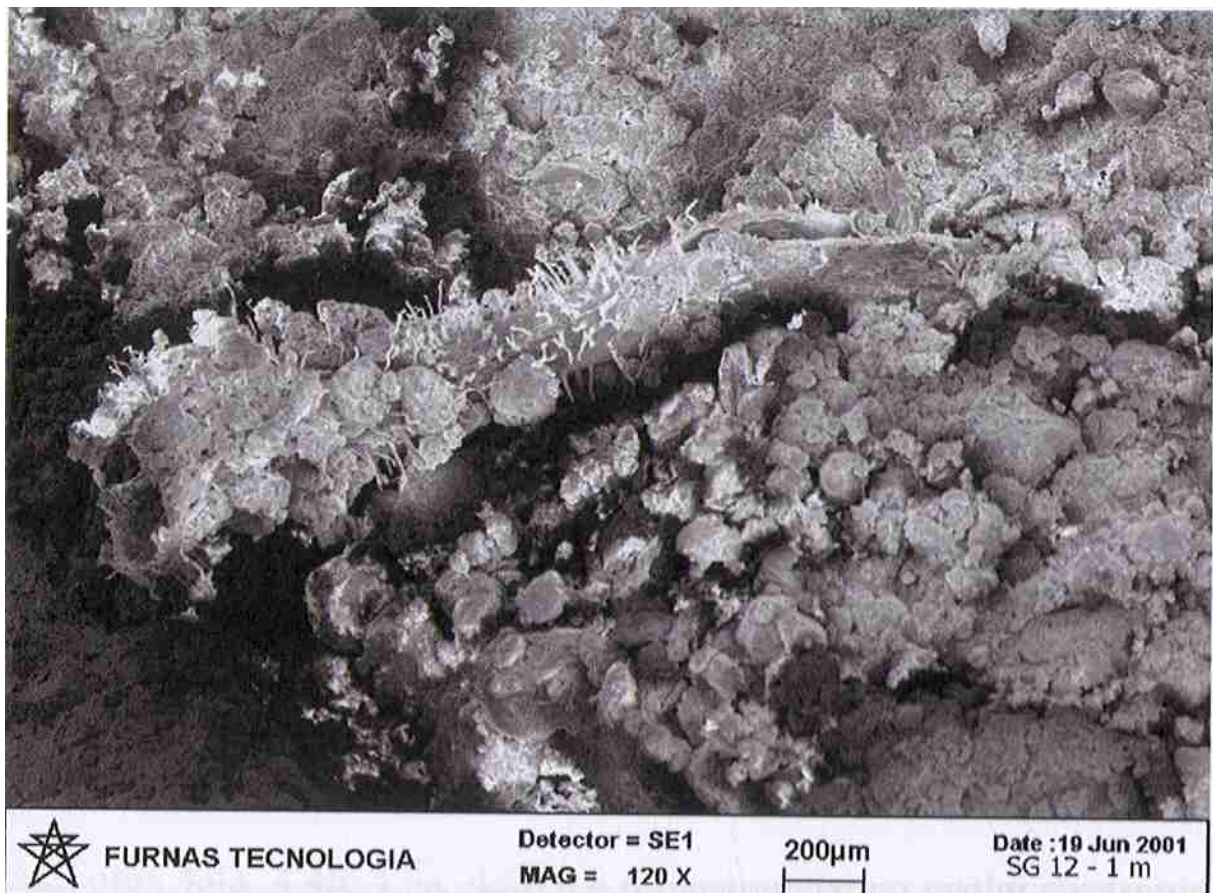


Figura 5.2 – Foto a profundidade de 1m, aumento 120 vezes (Guimarães, 2002).

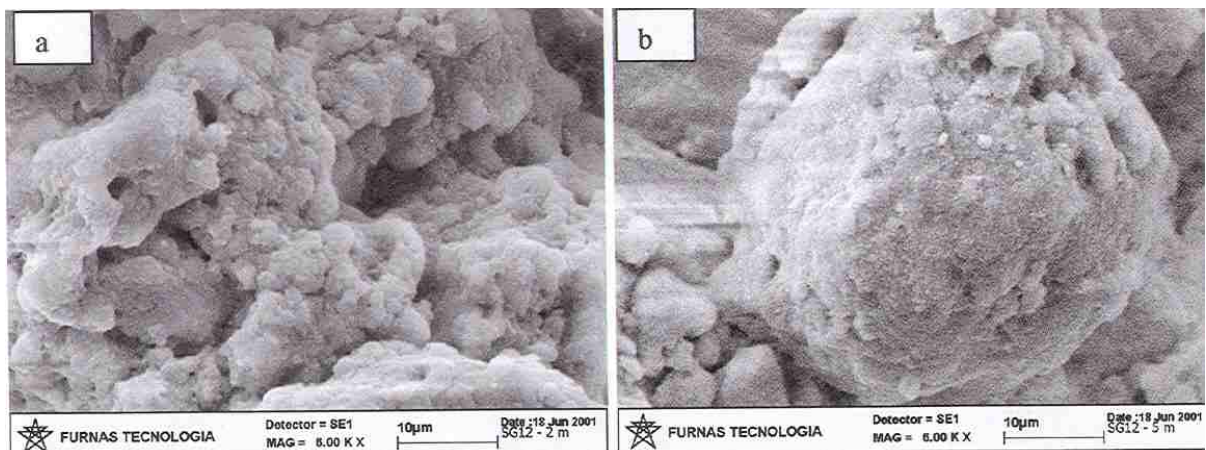


Figura 5.3 – a) Foto a profundidade de 2m b) Profundidade 5m, aumento 6000 vezes (Guimarães, 2002)

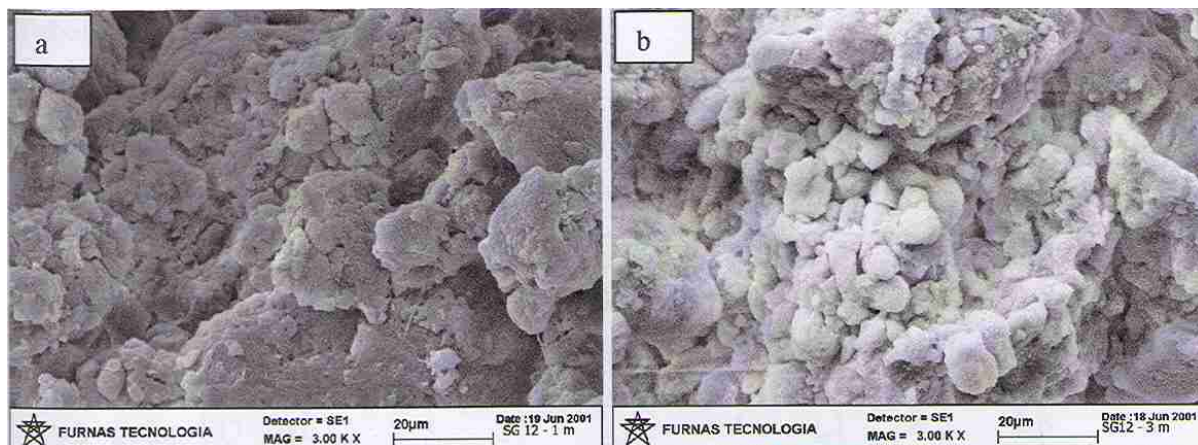


Figura 5.4 – a) Foto a profundidade de 1m b) Profundidade 3m, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).

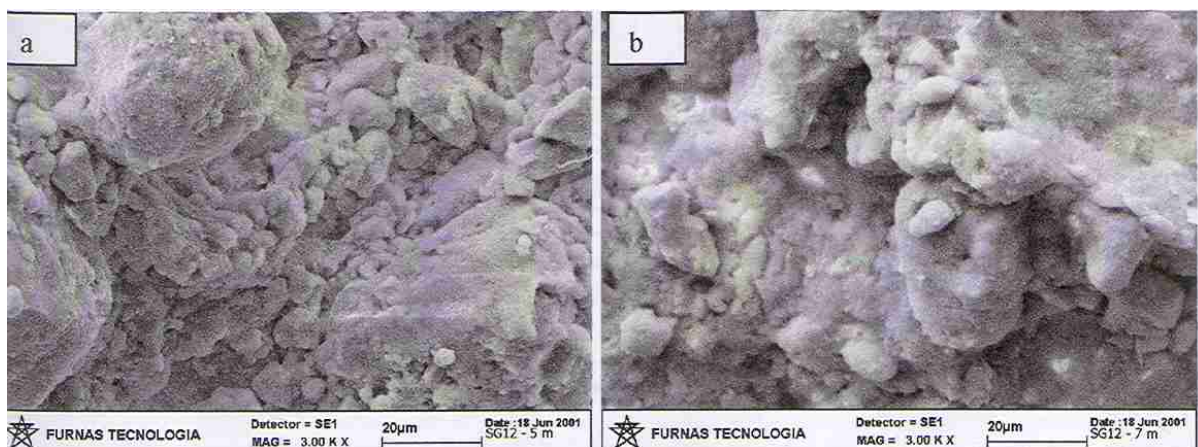


Figura 5.5 – a) Foto a profundidade de 5m b) Profundidade 7m, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).



Figura 5.6 – Foto a 9 m de profundidade, aumento 3000 vezes (Guimarães, 2002).

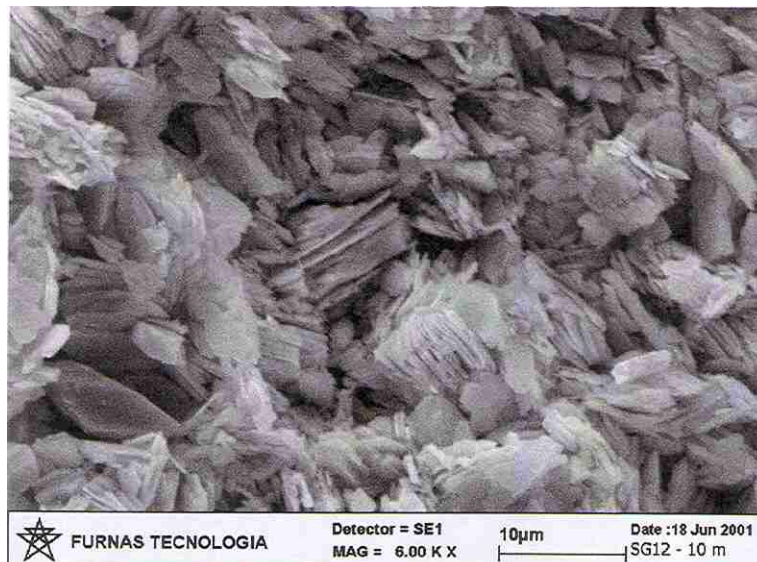


Figura 5.7 – Foto a 10m de profundidade, aumento 6000 vezes (Guimarães, 2002).

Todas essas informações possibilitaram Guimarães (2002) traçar o perfil geotécnico do solo em estudo. Segundo ele, existe uma boa relação das propriedades físicas com as características mineralógicas e microestrutural. Dessa forma ele dividiu o perfil geotécnico nas três camadas abaixo:

- 0 a 3.5m – areia silto-arenosa porosa, com predominância de gibbsita, macroporos e muitos agregados e I_p médio de 10. Destaca-se que as profundidades de 3 e 4m correspondem à zona de transição. Esta zona corresponde ao trecho de maior bioturbação, e na qual ocorrem as maiores variações de umidade ao longo do ano;
- 3.5 a 8.5m – zona na qual as propriedades físicas, mineralógicas e microestruturais vão gradualmente se alterando até encontrar o residual mais jovem a 8.5m. Neste trecho, o teor de gibbsita, a porosidade vai paulatinamente diminuindo. A profundidade de 8m corresponde à zona de transição.
- 8.5m – profundidade a partir da qual o solo assume textura mais siltosa, com aumento do I_p e uma estrutura com distribuição de poros mais homogênea. Nesta profundidade já não aparece a gibbsita.

5.1.3. – Adensamento e resistência ao cisalhamento

O fenômeno de colapso neste solo pode ser observado claramente no ensaio de compressão oedométrica simples, neste ensaio, satura-se o corpo de prova a uma certa tensão de compressão, Figura 5.8. Nesta Figura, observa-se que as deformações são maiores nas camadas superficiais e diminuem com a profundidade. O colapso é indicado na Figura nos níveis de 2, 5 e 8 metros, não ocorrendo na profundidade de 10 metros.

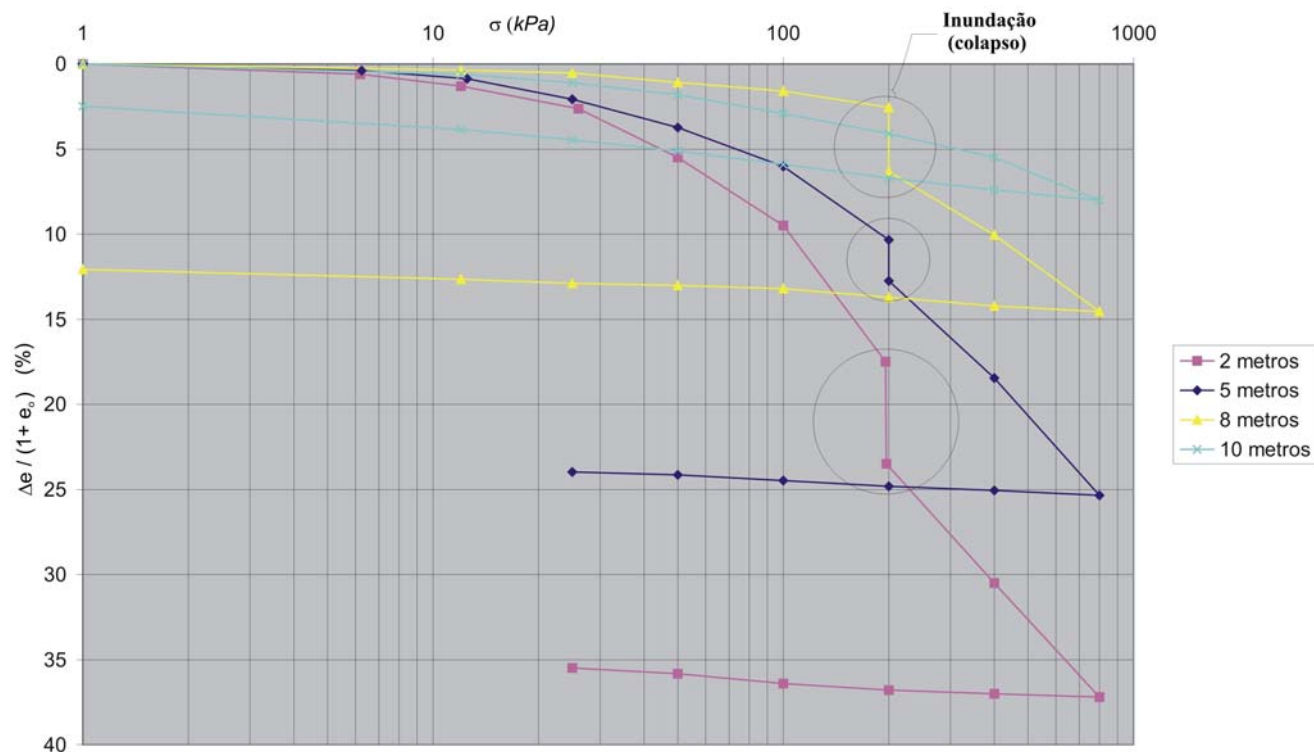


Figura 5.8 – Curvas de ensaio oedométrico do Campo Experimental da UnB (Guimarães, 2002 – modificado).

Guimarães (2002) sugere medir o colapso considerando as deformações devido ao carregamento e não somente a inundação, ou seja, quando se aplica um carregamento e as deformações são maiores que 2% e ocorrem em menos de 15s pode se considerar o solo como de natureza colapsível para este carregamento. Isto explica porquê a amostra de 5 metros teve deformação menor devido a inundação do que a amostra de 8 metros, Figura 5.8. Porque na amostra de 5 metros os carregamentos anteriores a inundação apresentaram deformações superiores a 2% e que aconteceram em menos de 15 s após o carregamento.

Os valores dos parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo no Campo Experimental, coesão e ângulo de atrito, podem ser vistos na Tabela 5.5. Guimarães (2002) obteve estes valores médios de c e ϕ através de vários ensaio de cisalhamento direto e

compressão triaxial. A Figura 5.9 mostra a variação do ângulo de atrito e coesão ao longo da profundidade. Observa-se que aquele varia muito pouco neste perfil, com valor médio de $\phi = 26.5^\circ$, enquanto este, a coesão, aumenta sensivelmente a partir de três metros de profundidade e apresenta um acréscimo de valor na camada superficial, provavelmente devido às raízes das gramíneas presentes nesta camada e ao ressecamento.

Segundo Guimarães (2002), o ângulo de atrito dos solos do campo experimental não apresenta tendências de variação com a sucção, sendo que as diferenças apresentadas estão dentro da incerteza do parâmetro. Para a camada porosa pode-se adotar um valor constante de 27° , e na camada saprolítica em torno de 24° . Para este solo, o tipo de ensaio, cisalhamento direto ou triaxial, não parece influenciar o resultado, sendo mais importante o estado inicial da amostra, ou seja, o ressecamento do solo influencia no comportamento causando grandes variações na resistência.

Os trabalhos de Oliveira (2003), Mascarenha (2003), Delgado (2002), Manso (1999), Araki (1997), Cardoso (1995), Mortari (1994) são outras referências que complementam a caracterização deste solo.

Tabela 5.5 – Parâmetros médios obtidos nos ensaios de resistência (Guimarães, 2002).

Parâmetro	Profundidade (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ângulo de atrito ($^\circ$)	26	26,5	27	26,5	-	27,8	25,5	27	28	23,8
Coesão natural (kPa)	13	26,7	-	18	-	32,5	53	-	31	44,5
Coesão saturada (kPa)	6	17,2	0	2	-	12,3	11	-	22	17,5

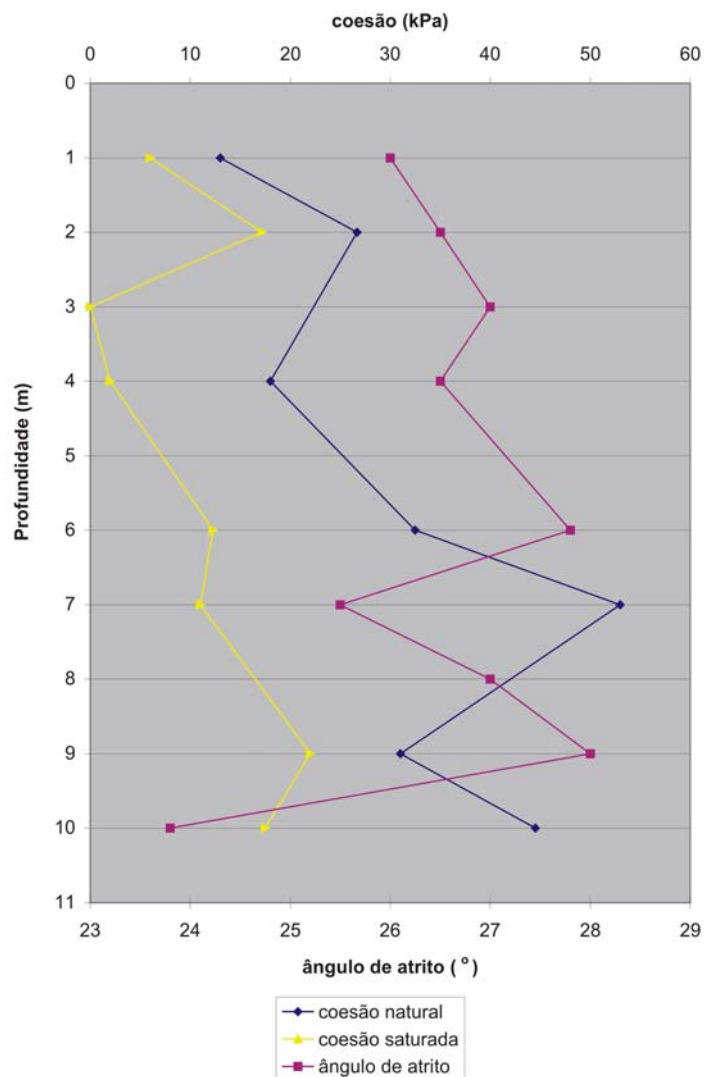


Figura 5.9 – Perfil do ângulo de atrito, coesão natural e coesão saturada do Campo Experimental da UnB (dados referentes à Tabela 5.5).

5.1.4. – Ensaios de campo

Os ensaios de campo também sofrem influência do efeito da sucção, e é muito importante a sua compreensão, pois os parâmetros obtidos destes pode ser usados na prática de algum projeto. É necessário, portanto, sabermos o quanto estes parâmetros podem variar ao longo do ano. Na estação chuvosa quando o efeito da sucção é mínimo e na estação seca quando ele é máximo.

O trabalho que melhor estuda estes parâmetros no campo experimental de geotecnia da UnB é de Mota (2003). Nele, a autora realizou uma série de campanha de ensaio de campo (CPT – Cone elétrico, DMT – Dilatômetro de Marchetti, PMT – Pressiômetro de Ménard,

SPT-T – Sondagem de simples reconhecimento com torque e DPL – penetrômetro dinâmico leve) em várias estações do ano, procurando analisar a influência da sucção nos resultados dos ensaios. Em função da restrição da abrangência deste trabalho, serão mostrados aqui, além de suas conclusões, apenas os resultados dos ensaio de SPT-T, Figura 5.10.

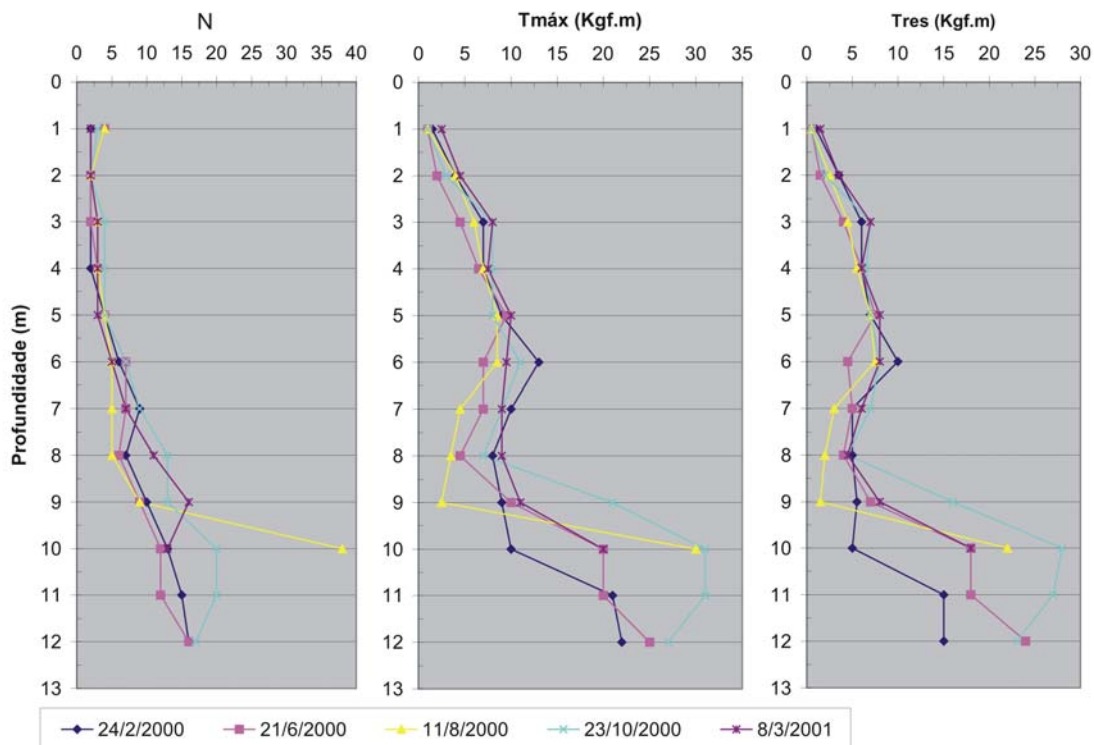


Figura 5.10 – Dados de ensaios de SPT-T no Campo Experimental (Guimarães, 2002 – dados referentes à Tabela 5.2).

Mota (2003) concluiu que há uma grande variabilidade dos parâmetros geotécnicos de campo em relação aos de laboratório, e atribui à essa grande variabilidade nos ensaios de DMT e CPT ao comportamento de solo arenoso da argila porosa de Brasília, ou seja, é um solo coesivo que quando carregado poderá apresentar comportamento de solo arenoso (drenado).

A mesma autora concluiu ainda que os parâmetros de ensaio de campo que mais sofreram influência da sucção foram q_c do CPT e P_o do DMT e que em suas observações do perfil de umidade, bem como as observações de Guimarães (2002) tiveram as mesmas conclusões. A de que o principal responsável pela sucção, a umidade, variava significativamente apenas nos três primeiros metros da camada superficial.

Mais detalhes sobre ensaios de campo para este solo podem ser vistos no trabalho de Santos (2003) e no trabalho de Almeida (1998) que trata apenas do Dilatômetro de Marchetti

(DMT). Como aplicação do conhecimento deste tipo de solo em fundações, podem ser vistos os trabalhos de Sousa (2003), Quezado (1993), Sales (1999), Mascarenha et al (2004), Albiero et al (1993) e Cintra (1998).

5.2. – Trabalhos realizados nesta pesquisa

Esta pesquisa teve como objetivo verificar a influência da chuva como indicador da sucção no solo residual laterítico de Brasília. Para isso, além de resgatar todas as informações que se tinha deste solo, realizou-se a instalação de uma mini-estação meteorológica no local para o monitoramento destes dados no período de um ano.

Para a obtenção da distribuição da água da chuva no solo ao longo do ano, procedeu-se a execução de sondagens a trado a fim de se obter o perfil de umidade. E para estimar a influência desta umidade na resistência deste solo, construíram-se as curvas características para cada metro deste.

Além de todas essas informações, pretendia-se ainda verificar diretamente no campo a variação desta resistência ao longo do ano. Optou-se pela utilização do DPL (Penetrômetro Dinâmico Leve) devido a simplicidade do equipamento e pelo fato de ele ainda ter sido pouco utilizado neste local.

A seguir é descrito com mais detalhe a execução de cada um desses procedimentos:

5.2.1 – Instalação da estação meteorológica

Instalou-se uma mini-estação meteorológica modelo WMR918N wireless da Oregon Scientific na cobertura do SG12 (prédio que fica ao lado do campo experimental), Figura 5.11.

A aquisição de dados é feita remotamente para a unidade principal a qual está ligada a um computador que faz a aquisição de dados a cada minuto. Ela é composta de anemômetro, dois termo-higrômetros, pluviógrafo, barômetro e transmissores alimentados à energia solar.

Durante o período de operação deste equipamento, que se iniciou em outubro de 2004 e foi até setembro de 2005, foram obtidas as quantidades e intensidades de chuvas, umidades relativas do ar, pressão atmosférica, temperatura do ar, temperatura de orvalho, direção e velocidade do vento.



Figura 5.11 -a) Mine estação meteorológica instalada no local.b)unidade principal ligada ao computador

Os dados climatológicos obtidos através da mini-estação meteorológica em formato de arquivo mensal eram transformados em um banco de dado MS Access e manipulados a fim de se obter dados críticos e organizados em determinada ordem, relatórios diários e mensais. A partir destes relatórios, puderam-se fazer algumas inferências em relação a estes dados e compará-los com os perfis de umidades.

5.2.2. - Investigação de campo

A cada dois meses, no período chuvoso, realizou-se a sondagem a trado para obtenção do perfil de umidade do solo no local em estudo. Esta periodicidade foi escolhida em função do tipo de solo, argiloso com permeabilidade semelhante à de solo arenoso, e conseqüentemente da velocidade da drenagem no interior deste solo. Estes intervalos permitiram acompanhar o avanço da frente de saturação no solo em todos os períodos do ano. Utilizou-se para execução deste ensaio um trado com diâmetro de 5.0cm, NBR 9603/1986. Cada sondagem atingia 10.0m de profundidade no qual era retirada a cada meio metro 500g

de solo deformado para obtenção da umidade natural do solo de acordo com a NBR .6457/1986.

Nas mesmas datas em que se fazia o perfil de umidade, realizou-se também o ensaio de **DPL** (Penetrômetro Dinâmico Leve). Este ensaio não possui ainda nenhuma norma no Brasil para a sua execução. Neste trabalho este foi realizado de acordo com as recomendações do próprio fabricante do equipamento (TN-0102), mostrado a seguir.

O DPL é um equipamento de fácil mobilização, todas suas peças possuem menos de 1m. É um ensaio rápido de ser executado e pode atingir até 12 metros de profundidade.

O primeiro passo para o ensaio consiste em se limpar o local onde vai ser cravado o penetrômetro. Com um trado de 15cm de diâmetro faz-se um pré-furo com aproximadamente 30cm de profundidade onde vai ser cravado a plataforma niveladora que garantirá a verticalidade da sondagem, Figura 5.12.

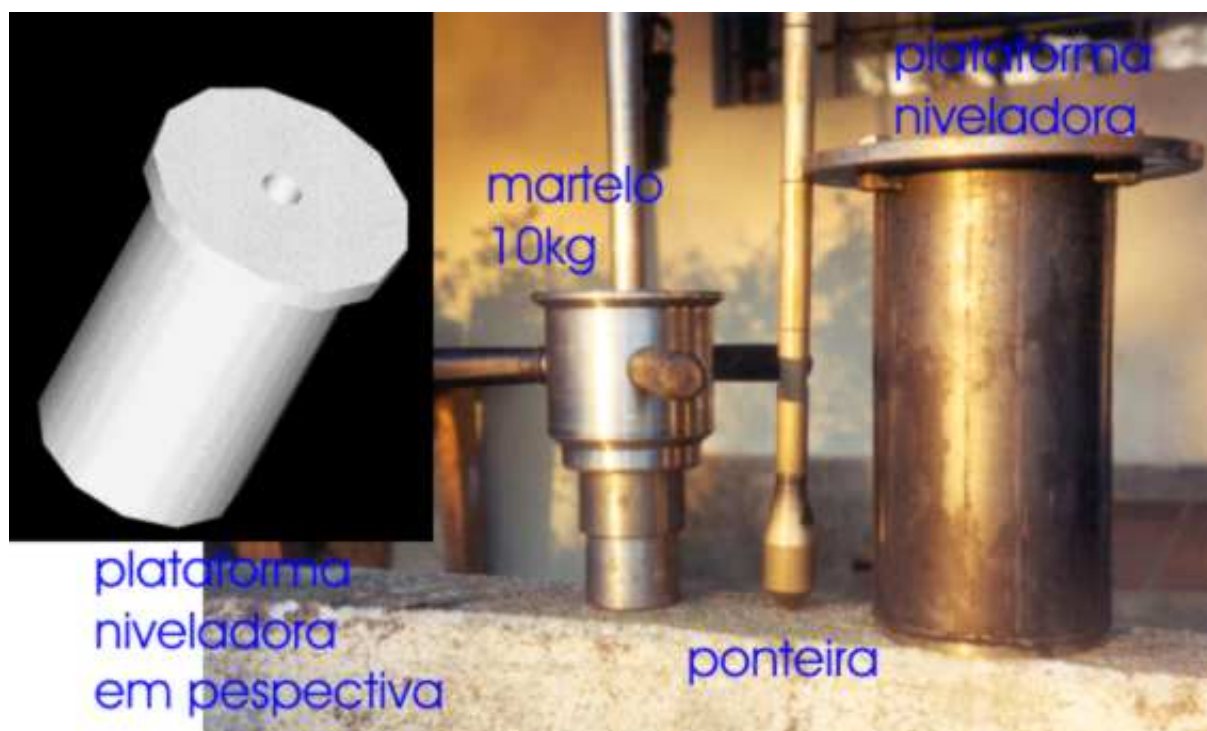


Figura 5.12 – Algumas peças do DPL.

As hastes, as quais são sinalizadas de 10 em 10cm, são introduzidas na plataforma niveladora e com o martelo de 10 Kg são dados os golpes até que a ponteira situada na extremidade inferior das hastes penetre os 10cm. Com uma planilha anota-se a quantidade de golpes e prossegue o ensaio até penetrar mais 10cm e assim sucessivamente. Neste trabalho o ensaio tem atingido de 10 a 11m de profundidade, Figura 5.13.

Neste ensaio optou-se por não realizar a medida do torque a cada metro de profundidade, a fim de se obter o atrito lateral do penetrômetro. Isto devido a escala do

torquímetro que acompanhava o equipamento ser muito grande, não foi possível realizar as medidas do torque para este solo.

A utilização do ensaio de DPL neste trabalho teve como objetivo apenas a obtenção dos valores de N_{10} para comparação com alguns dados de ensaio de SPT e verificar sua sensibilidade a tensão de sucção no campo. Sua utilização para previsão direta da capacidade de carga de fundações foge do objetivo deste trabalho.

Realizou-se também a escavação de um poço para retirada de amostras indeformadas, Figura 5.13. Blocos cúbicos com aproximadamente 40cm de arestas eram retirados a cada metro de profundidade, no total de dez blocos. Este poço serviu ainda para a inspeção visual do perfil geológico do solo descrito pela orientadora, Fig. 5.14.



Figura 5.13 – Execução do ensaio de DPL.



Figura 5.14 – Execução do poço para retirada de amostras indeformadas.

A Tabela 5.6 mostra as datas de cada ensaio executado na pesquisa, bem como o período de operação da mini-estação meteorológica. Todas as datas foram planejadas com a finalidade de se obterem dados de forma distribuídas num dado período e críticos nas suas extremidades. A primeira campanha, por exemplo, iniciou-se no mês de outubro quando havia a eminência de ocorrer as primeiras precipitações pluviométrica após o longo período de seca iniciada no mês de maio. Portanto, a umidade do solo, na sua camada superficial, encontrava-se no menor valor do ano.

Tabela 5.6 - Mapa cronológico da pesquisa

<i>Evento</i>	<i>Data</i>
Início da aquisição de dados climatológicos	01/12/04
SONDAGEM 1	25/10/04
DPL1	27/10/04
POÇO de Investigação	14/02/04
SONDAGEM2	13/12/04
DPL2	16/12/04
SONDAGEM3	14/02/05
DPL3	15/02/05
SONDAGEM4	19/04/05
SPL4	20/04/05
SONDAGEM5	06/07/05
DPL5	05/07/05
Final da aquisição de dados climatológicos	30/09/05

Obs.: As sondagens referem-se aos perfis de umidade.

5.2.3. – Caracterização Geotécnica

Como o local da pesquisa foi o campo experimental de geotecnia da UNB, onde várias outras pesquisas foram realizadas anteriormente, alguns dados de caracterização foram obtidos de outros trabalhos já realizados. Os ensaios deste trabalho foram realizados no Laboratório de Geotecnia da Universidade de Brasília seguindo as metodologias especificadas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentada a seguir.

- Umidade natural e umidade higroscópica (w,%):

Foram realizados segundo a NBR 6457/1986 da ABNT, sempre utilizando a média de três determinações. A umidade natural utilizada para a determinação do perfil de umidade no ensaio de sondagem a percussão eram sempre realizados logo após o término do ensaio. Ao serem retiradas as amostras elas eram acondicionadas em um saco plástico e lacradas, guardadas em uma caixa de isopor e colocada sob uma sombra.

- Peso específico aparente (γ , kN/m³):

Realizados de acordo com a NBR 2887/1988, método da balança hidrostática. Para cada bloco indeformado e para cada corpo de prova do ensaio de sucção foram moldadas e ensaiadas 3 (três) amostras. Ou seja, obtinha-se o peso específico aparente da amostra antes e depois do ensaio de sucção.

- Peso específico dos sólidos (γ_s , kN/m³):

Obtido de acordo com a NBR 6508/1984 realizando-se sempre três ensaios para a determinação da média. O solo utilizado para cada metro do perfil é secado ao ar até a umidade higroscópica e passada na peneira N^o 10 (#2mm).

- Peso específico aparente seco (γ_d , kN/m³):

Obtida utilizando a Equação 5.1:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (5.1)$$

- Índice de vazios (e):

Obtido de acordo com a Equação 5.2:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 \quad (5.2)$$

- Porosidade (n,%):

Obtida de acordo com a Equação 5.3:

$$n = \frac{e}{1+e} \quad (5.3)$$

- Grau de saturação (Sr,%):

Obtida segundo a Equação 5.4:

$$Sr = \frac{\gamma_s \times w}{e \times \gamma_w} \quad (5.4)$$

5.2.4. – Curva característica

A metodologia utilizada na determinação da curva característica foi a mesma descrita por Marinho (1994) com algumas alterações conforme descrito abaixo.

Para cada bloco indeformado, retirado do poço no local da pesquisa, obteve-se o peso específico aparente do solo de acordo com o Item 5.2.3, a umidade natural e a curva característica.

Para cada curva característica obteve-se 13 pontos distintos fazendo-se variar o grau de saturação do solo de muito seco a saturado. Partindo-se sempre da umidade natural do bloco seguindo uma trajetória de umedecimento e outra de secagem e o ponto central com a umidade natural do bloco.

Para cada ponto da curva molda-se um corpo de prova cilíndrico cujo diâmetro é de 50 mm e 20 mm de altura. Após a moldagem, pesa-se o corpo de prova e adiciona-se ou remove-se água (seca-se) até atingir a umidade desejada.

Cobre-se o corpo de prova com três camadas de papel filtro Whatman nº 42, sendo a camada central com diâmetro um pouco menor do que as da extremidade. A Fig. 4 mostra o esquema para a determinação da sucção total e da sucção matricial.

Lacra-se o conjunto com uma camada de filme de PVC e outra de papel alumínio. Acondicionados em uma caixa de isopor, espera-se por mais de 14 (quatorze) dias na câmara úmida para que sejam abertos. Neste trabalho os corpos de prova ficaram por cerca de 30 dias na câmara úmida.

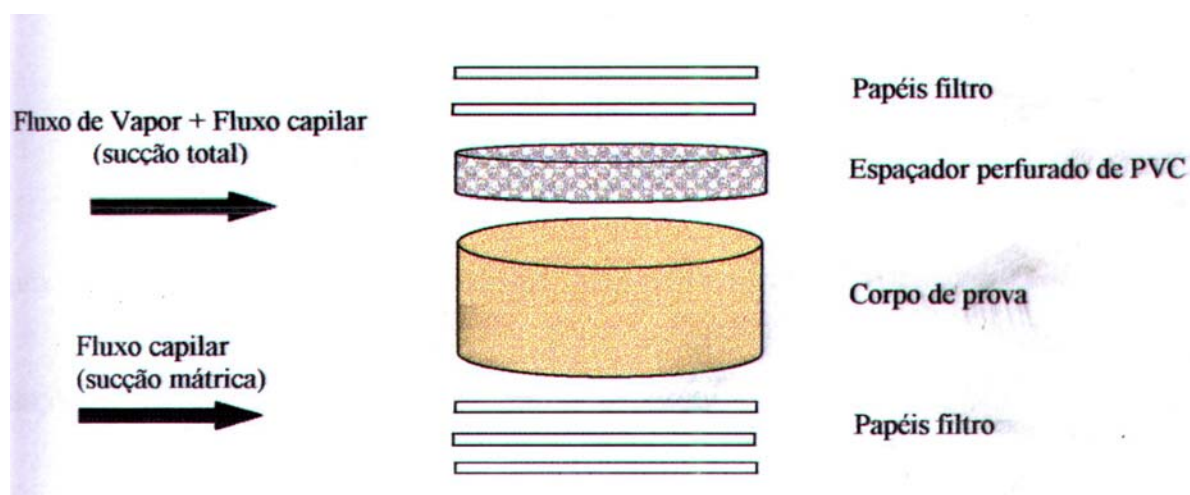


Figura 5.15 – Medidas de sucção total e matricial (modificado de Fredlund & Rahardjo, 1993 apud (Lima, 2003)).

Retiram-se os papéis filtros úmidos de cada corpo de prova e pesa-se antes de levá-los para a estufa. Após 3 horas dentro da estufa a temperatura constante de 105°C, Os papéis filtros são pesados novamente. O valor da umidade é obtido do papel central, servindo o superior apenas para validar a medida do central e aquele em contato com a amostra funciona como proteção do central.

Aqui foi acrescentado um procedimento não utilizado por Marinho (1994) o qual consiste em romper o corpo de prova aplicando-se uma carga indireta de tração, Fig.25a, para a possível determinação da coesão aparente do solo devida à sucção matricial (Valencia et al, 2005). Utilizando-se a Eq. 2 conforme a Fig. 5b.

$$c = \sigma_t \times \tan\phi \quad (5.5)$$

Onde:

c = coesão aparente do solo

σ_t = tensão de tração na ruptura

ϕ = ângulo de atrito interno do solo

Após a ruptura do corpo de prova, procede-se novamente a determinação do peso específico aparente e da umidade de cada corpo de prova utilizando os processos já descritos acima. O cálculo da sucção matricial é feito utilizando as equações 3 e 4 propostas por Chandler et al (1992), citado por Marinho (1994).

- para $w > 47\%$

$$\text{sucção} = 10^{(6,05 - 2,48 \times \log w)} \quad (5.6)$$

- para $w \leq 47\%$

$$\text{sucção} = 10^{(4,84 - 0,0622 \times \log w)} \quad (5.7)$$

Onde w = umidade do solo.

Os resultados são também apresentados em pF que corresponde ao logaritmo da altura em centímetro de coluna d'água cuja relação com valores em kPa é dado na Equação 5.8.

$$pF = \log(10 \times [\text{sucção (KPa)}]) \dots\dots\dots (5.8)$$

Caso se queira determinar a sucção total da amostra de solo, para que a partir desta obtenha-se a sucção osmótica, basta introduzir entre o corpo de prova e o papel filtro uma placa circular de PVC contendo pequenos furos, Fig. 5.16, criando uma barreira a qual permite-se passar apenas o vapor de água. O restante dos procedimentos são os mesmos utilizados na sucção matricial. A sucção osmótica é a diferença entre a sucção total e a sucção matricial.

Como há pouca variação da sucção osmótica no período da pesquisa, esta não será considerada. Pois a sucção osmótica é devida aos sais contidos no solo e que variam muito pouco durante o período de um ano quando não há contaminação do solo. Sua variação é insignificante quando há variação da umidade do solo, Fig. 5.17 (Fredlund and Rahardjo, 1993).

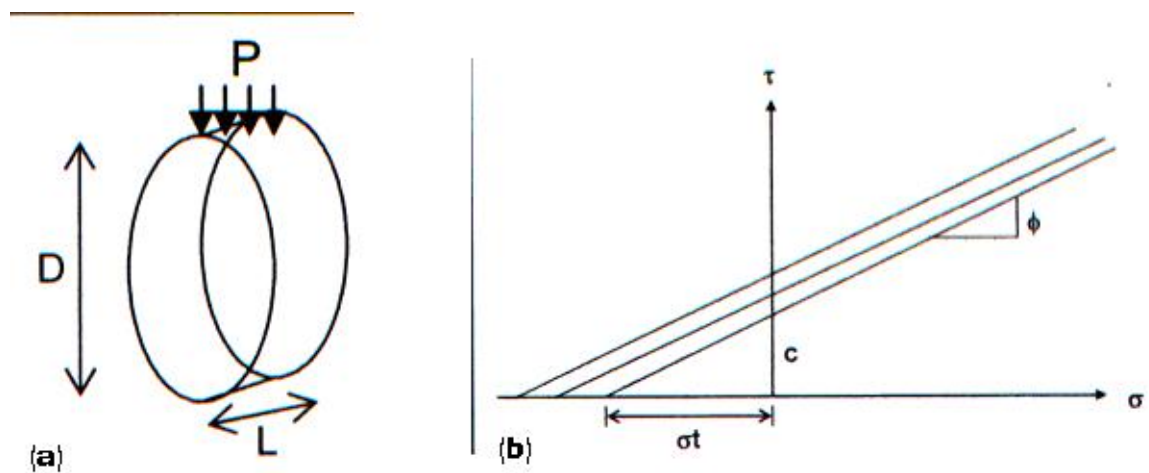


Figura 5.16 – (a) Ensaio de tração indireta. (b) Determinação da coesão aparente (Duarte & Gomes (2002) apud Valencia, 2005).

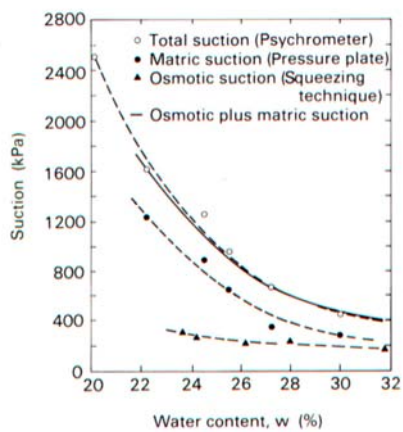


Figura 5.17 – Sucção total, matricial e osmótica medida em argila compactada (Krahn and Fredlund, 1972 apud Fredlund and Rahardjo, 1993).

CAPÍTULO 6

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1.– Introdução

Este trabalho utilizou duas ferramentas: Estudos climatológicos e estudos geotécnicos. Ambos gerando grande quantidade de dados medidos. Este capítulo apresentará estes resultados inicialmente distintos e ao final as suas correlações e interpretações conjuntas.

Apresentar-se-á, primeiramente, os resultados climatológicos cujas tabelas e relatórios se resumem na organização de banco de dados e representação de gráficos. Como os dados climatológicos não se ajustam a nenhuma distribuição estatística quando esta representa uma série em curto período de tempo, então, não se realizará análise estatística destes dados. Porém estes dados podem ser comparados com a série de dados climatológicos apresentados no Item 4.5. Onde se realizou um estudo detalhado do período de 1971-1996 para esta mesma região de Brasília.

Em seguida será apresentado todo o estudo geotécnico realizado nesta pesquisa com suas respectivas interpretações. Iniciando-se com a caracterização do solo, apresentação do perfil geotécnico, curvas características, ensaios de tração indireta, variação do perfil de umidade do solo e apresentação dos ensaios de DPL.

Para encerrar o capítulo, será realizada a análise conjunta dos resultados que será uma discussão final sobre os trabalhos realizados. Alguns dados típicos sobre clima de um modo geral são apresentados no Anexo B deste trabalho.

6.2.– Climatologia

Os dados coletados durante esta pesquisa foram organizados em relatórios mensais devido à sua grande quantidade. Alguns destes dados foram reduzidos a valores médios e acumulados, já que a mini-estação os coletavam a cada minuto. Estes estão apresentados no Anexo D organizados de 4 em 4 horas. No início da pesquisa, alguns dados não puderam ser arquivados devido a alguns problemas técnicos como: configuração do software, queda de

energia o qual foi resolvido após a instalação de um "Nobreak". Porém, o equipamento continuava em operação e sempre que o sistema voltava a funcionar os dados eram atualizados.

Para obter valores acumulados, médios, máximos e mínimos diários, também foi elaborado um relatório como o padrão do Anexo C. O relatório completo de todos os dias do ano encontra-se em arquivo digital gravado no CD anexo a este trabalho. Este relatório serviu para se obter as várias informações apresentadas a seguir.

Procurou-se obter alguns dados relevantes do clima de Brasília neste período de estudo (outubro/2004 a setembro/2005). A temperatura máxima registrada foi de 40,9 °C no dia 18/09/2005 e a mínima foi 7,6 °C no dia 07/07/2005. A umidade relativa do ar máxima registrada foi de 100% em vários dias do mês de dezembro e janeiro, enquanto a mínima foi de 12% no dia 12/07/2005. A máxima precipitação pluviométrica diária registrada foi de 120,8mm no dia 01/03/2005. A máxima velocidade do vento registrada foi de 20km/h nos meses de novembro, dezembro e fevereiro. A máxima variação de temperatura diária foi registrada no dia 18/07/2005, Fig. 6.1. A temperatura variou de 11,6 °C a 37,9 °C num total de 26,3°C. A Figura 6.1 mostra também a variação da umidade no mesmo dia e a Fig. 6.2 mostra a variação da pressão atmosférica.

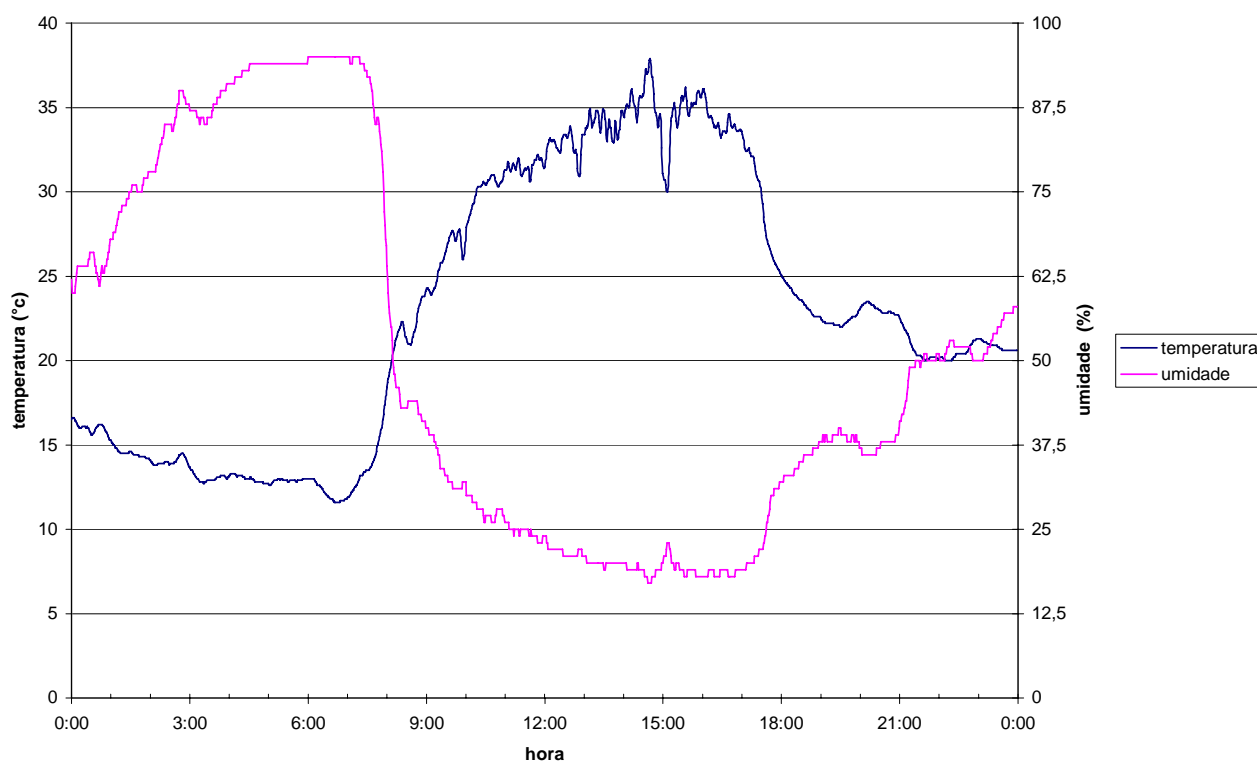


Figura 6.1 – Variação diária da temperatura e umidade no dia 18/07/2005.

Embora os gráficos da variação de umidade relativa do ar e pressão atmosférica não correspondam a sua maior variação durante o ano da pesquisa, optou-se por exibi-los com o mesmo intervalo de tempo, em que a temperatura sofreu a sua maior variação, para se saber como estas se comportam em relação à temperatura.

As temperaturas médias diárias, as mínimas e as máximas diárias, bem como as umidades relativas do ar médias, máximas e mínimas diárias estão plotadas nos gráficos mensais das Fig. 6.3 a Fig. 6.26. Alguns destes gráficos não estão completos devido à falha no equipamento ocorridos principalmente no início do monitoramento. Porém estas falhas não afetaram de modo global os resultados aqui apresentados.

Observa-se, que durante todos os meses do ano, os valores das temperaturas máximas, mínimas e médias variam muito pouco em relação às estações do ano. Já a umidade relativa do ar tem uma variação mais significativa ao longo do ano principalmente devido aos períodos chuvosos e de estiagem.

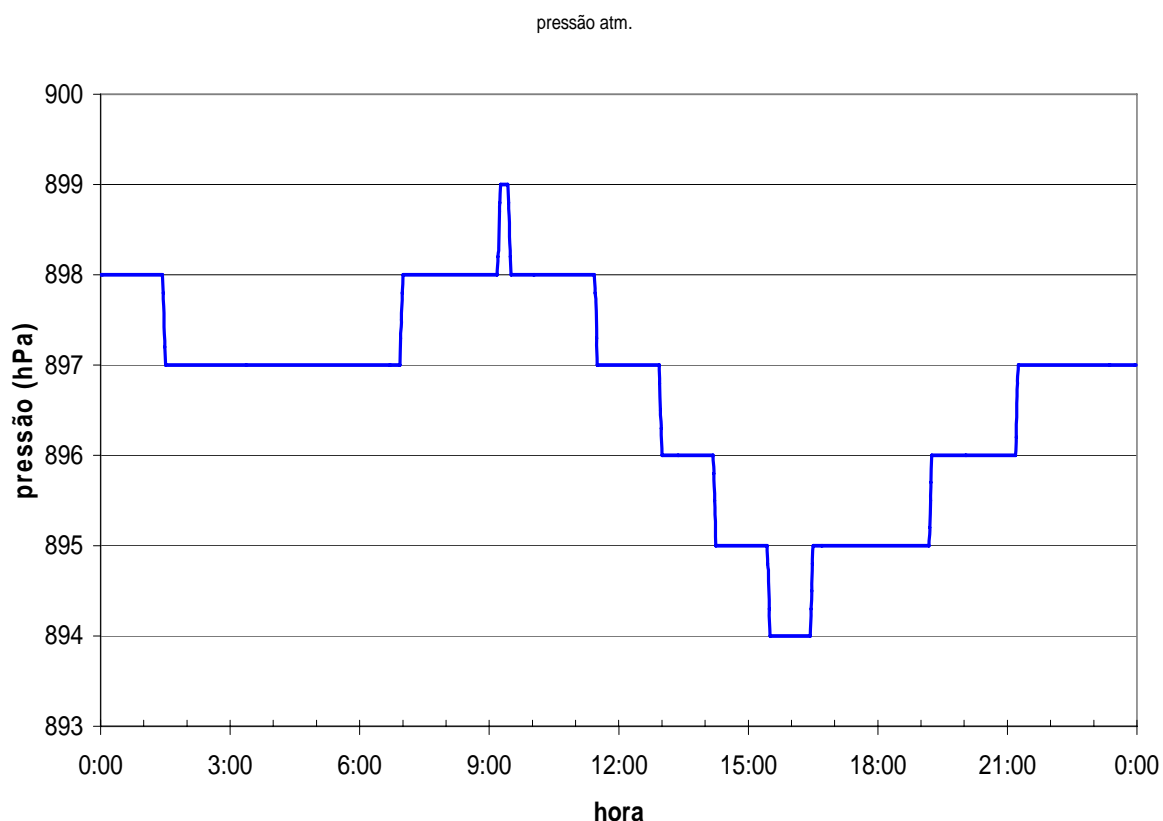


Figura 6.2 – Variação da pressão atmosférica durante o dia 18/07/2005.

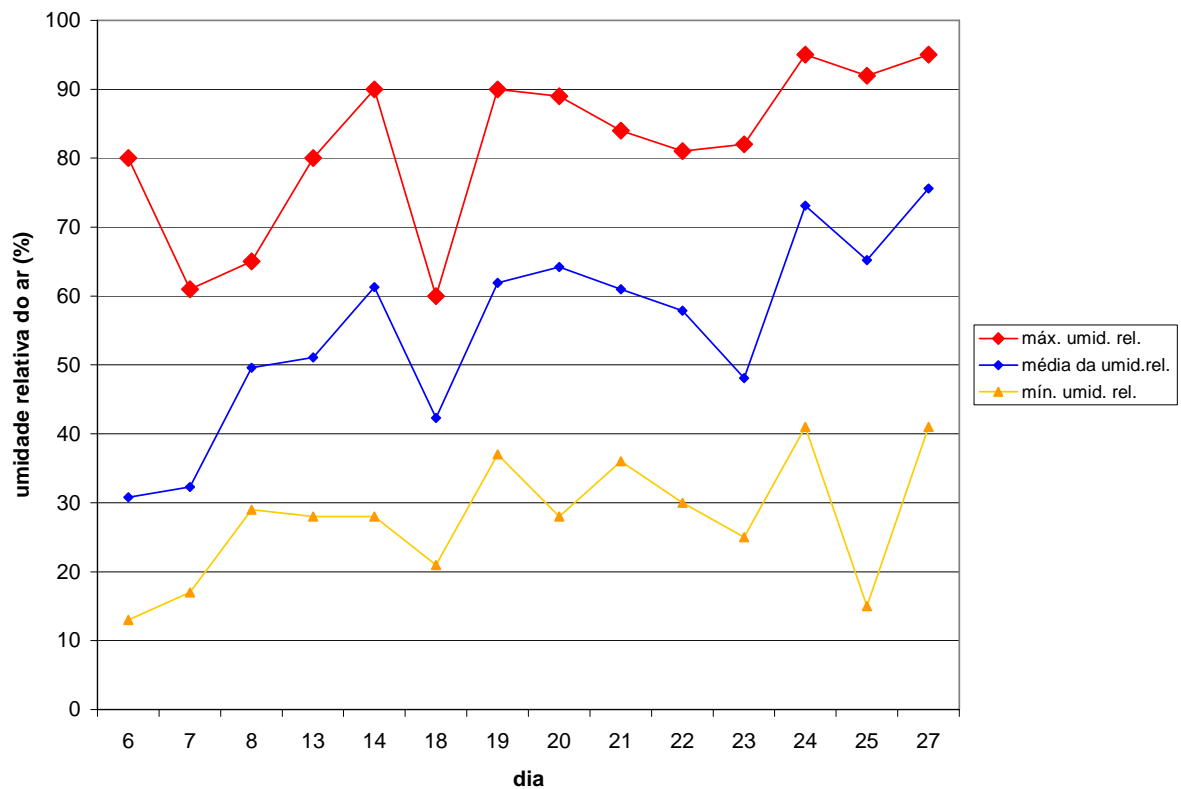


Figura 6.3– Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de out/2005.

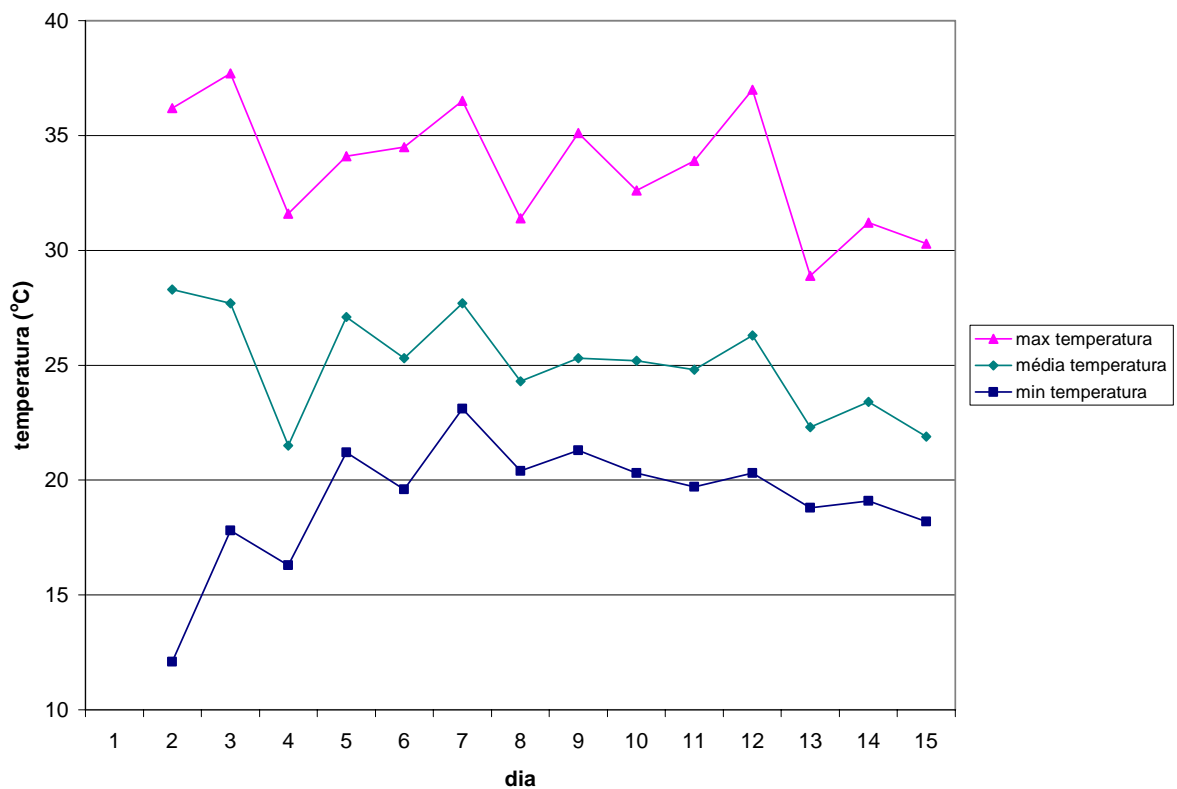


Figura 6.4 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em out/2005.

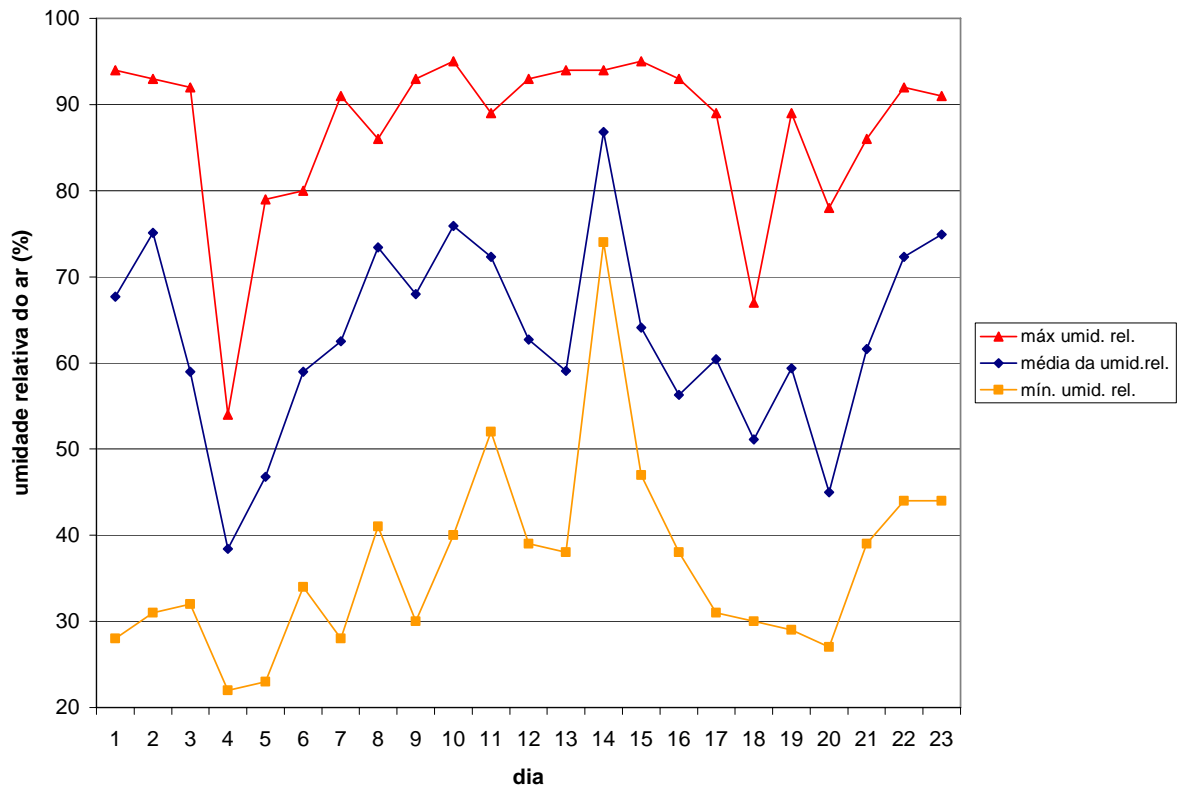


Figura 6.5 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade em nov/2005.

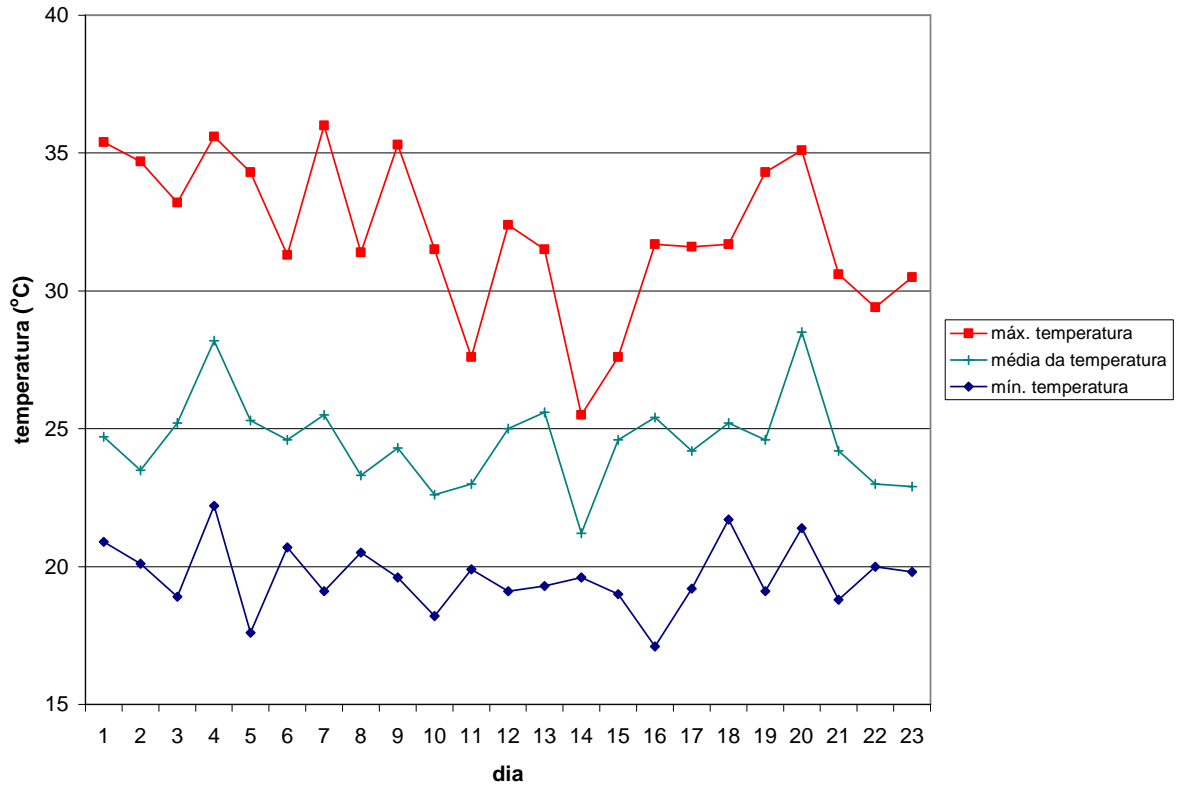


Figura 6.6 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em nov/2005.

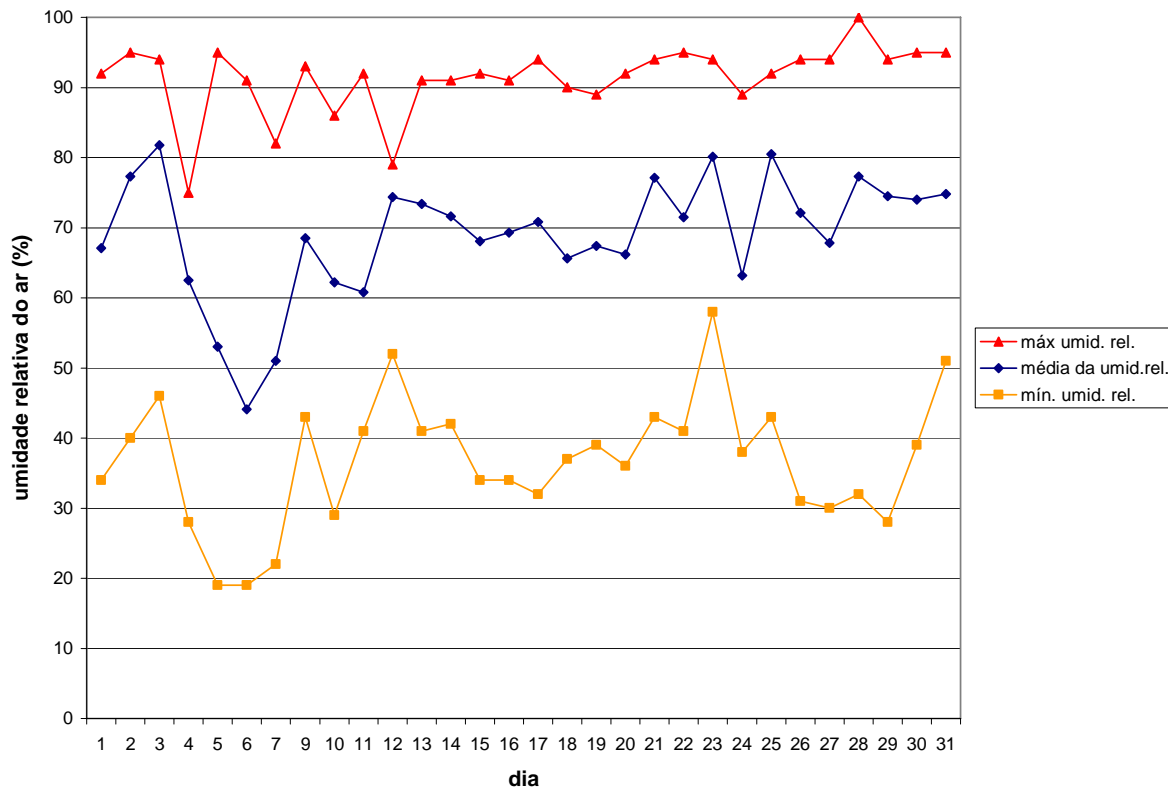


Figura 6.7 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de dez /2005.

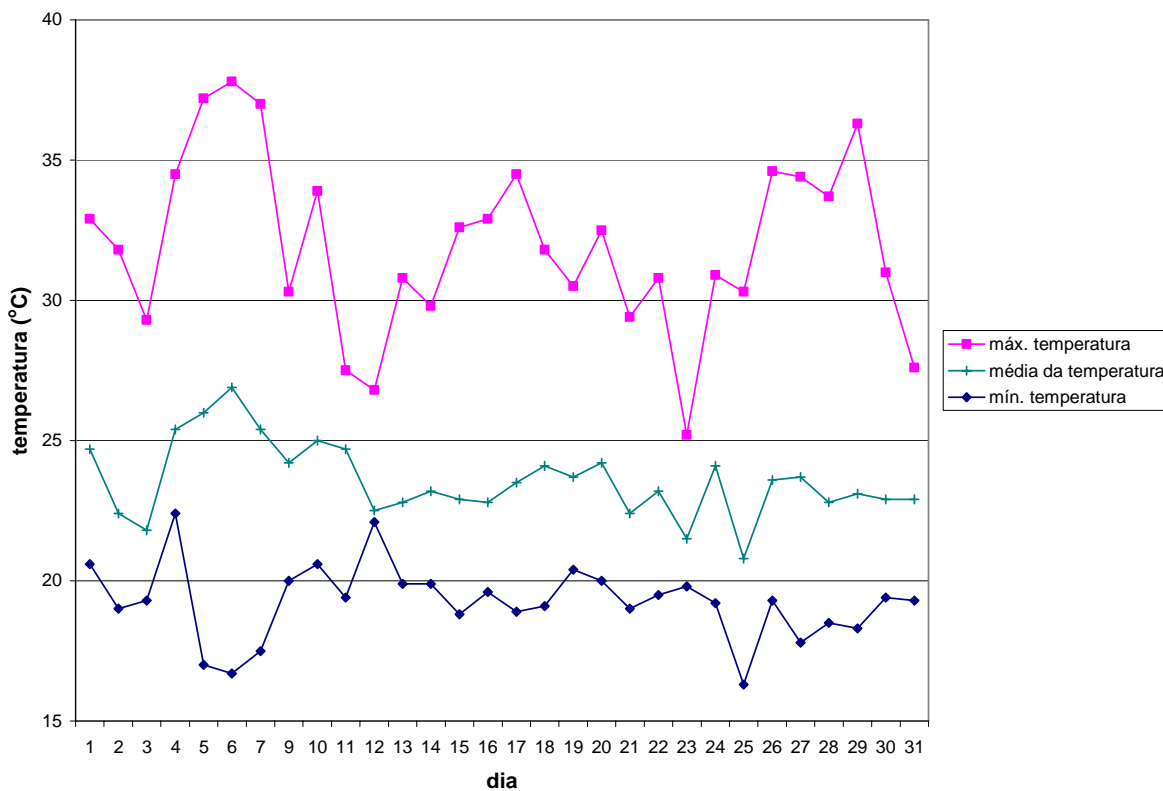


Figura 6.8 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em dez /2005.

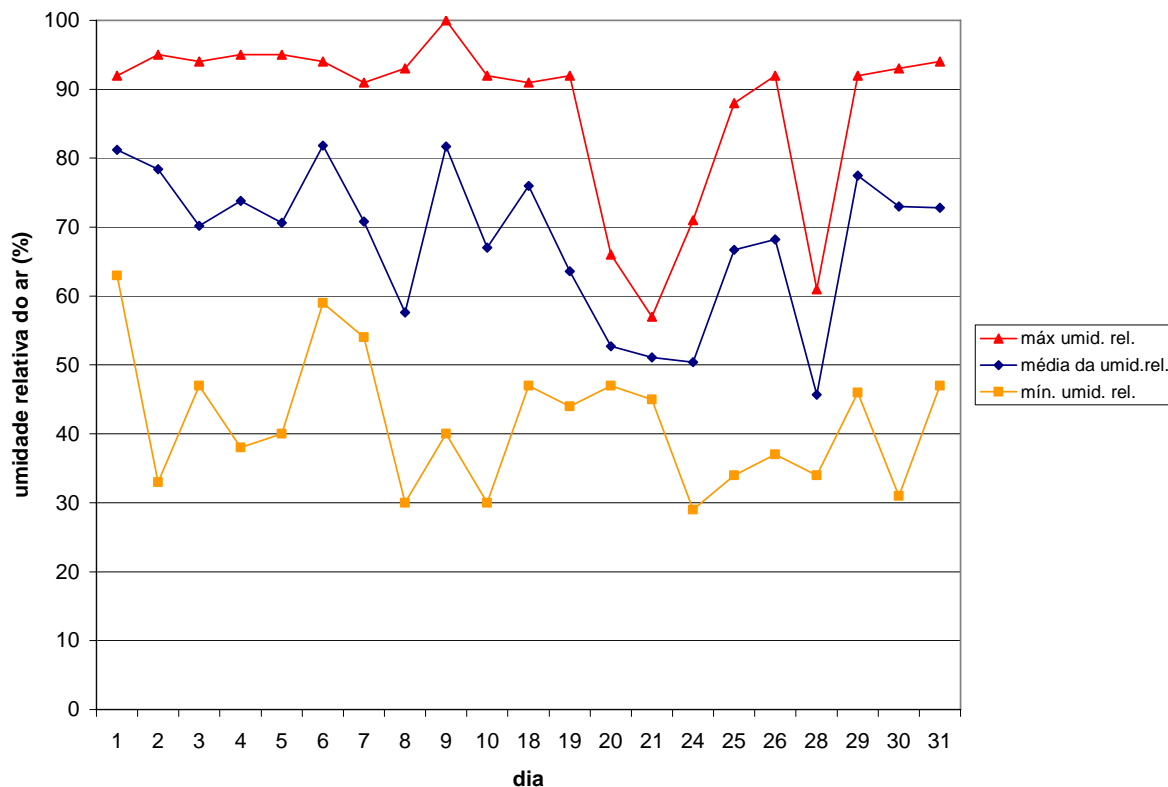


Figura 6.9 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jan /2005.

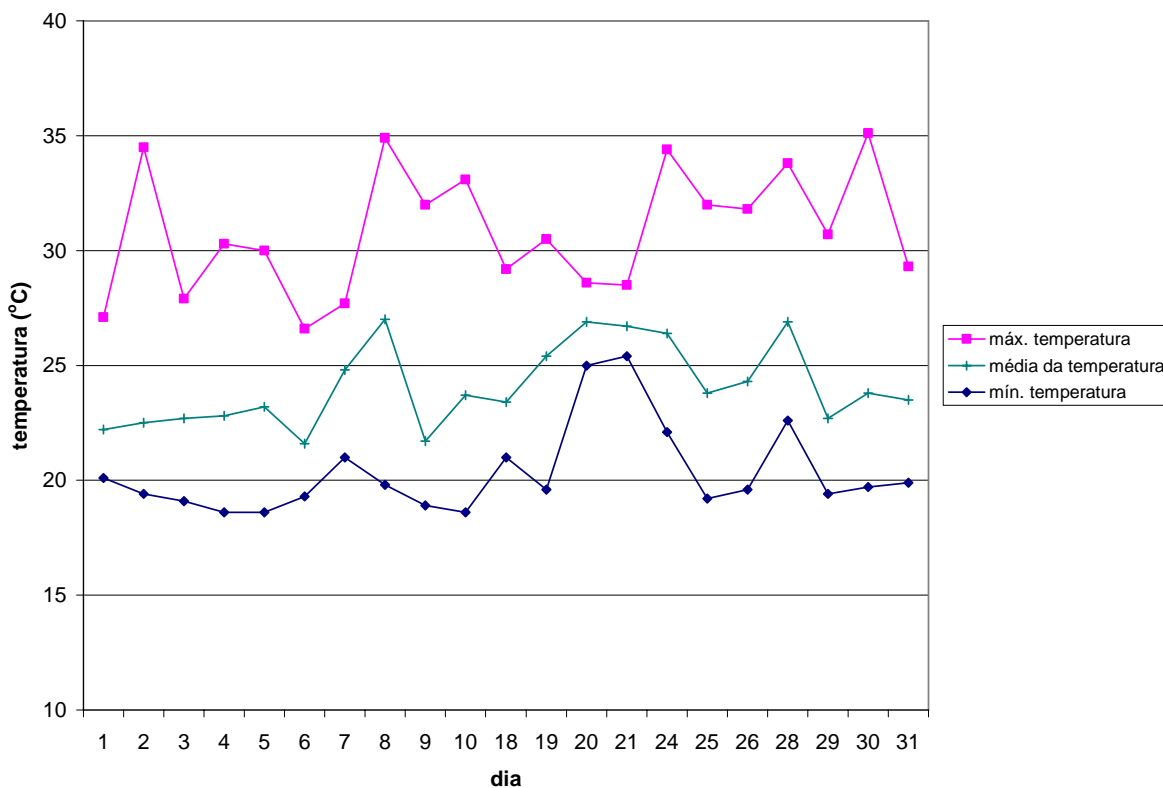


Figura 6.10 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jan /2005.

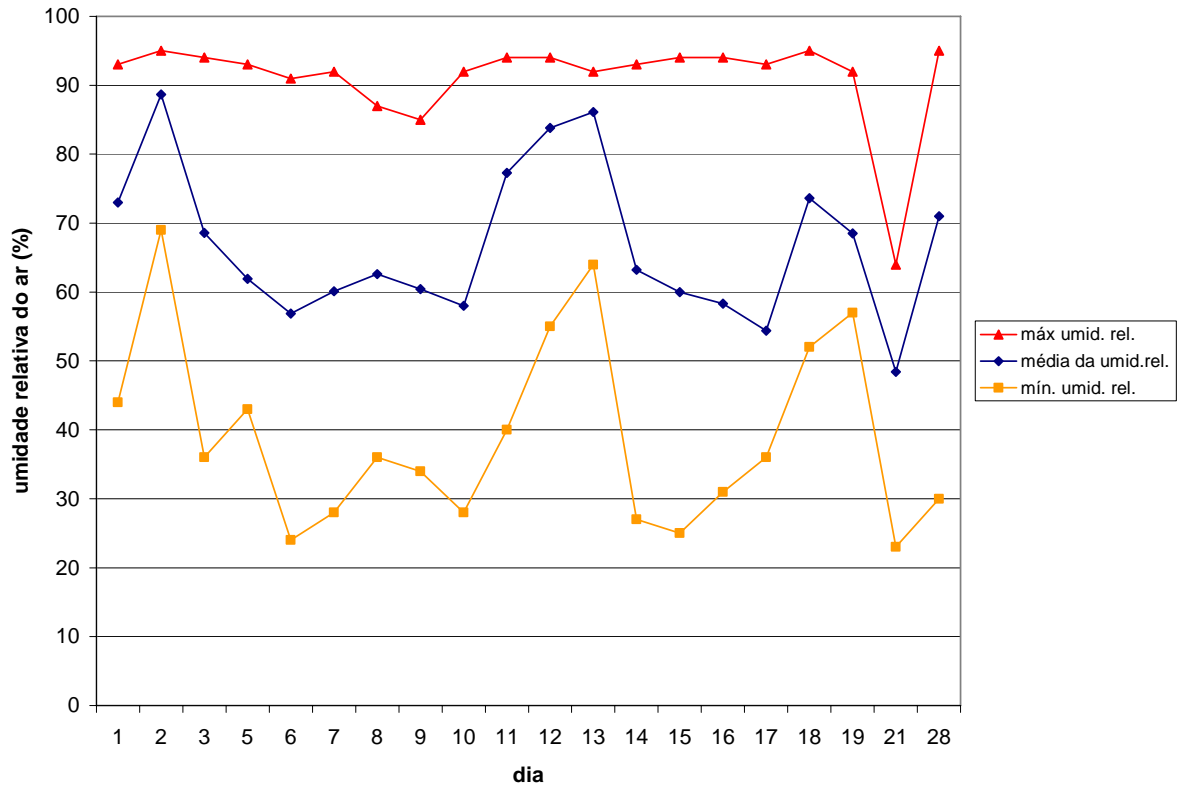


Figura 6.11 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de fev /2005.

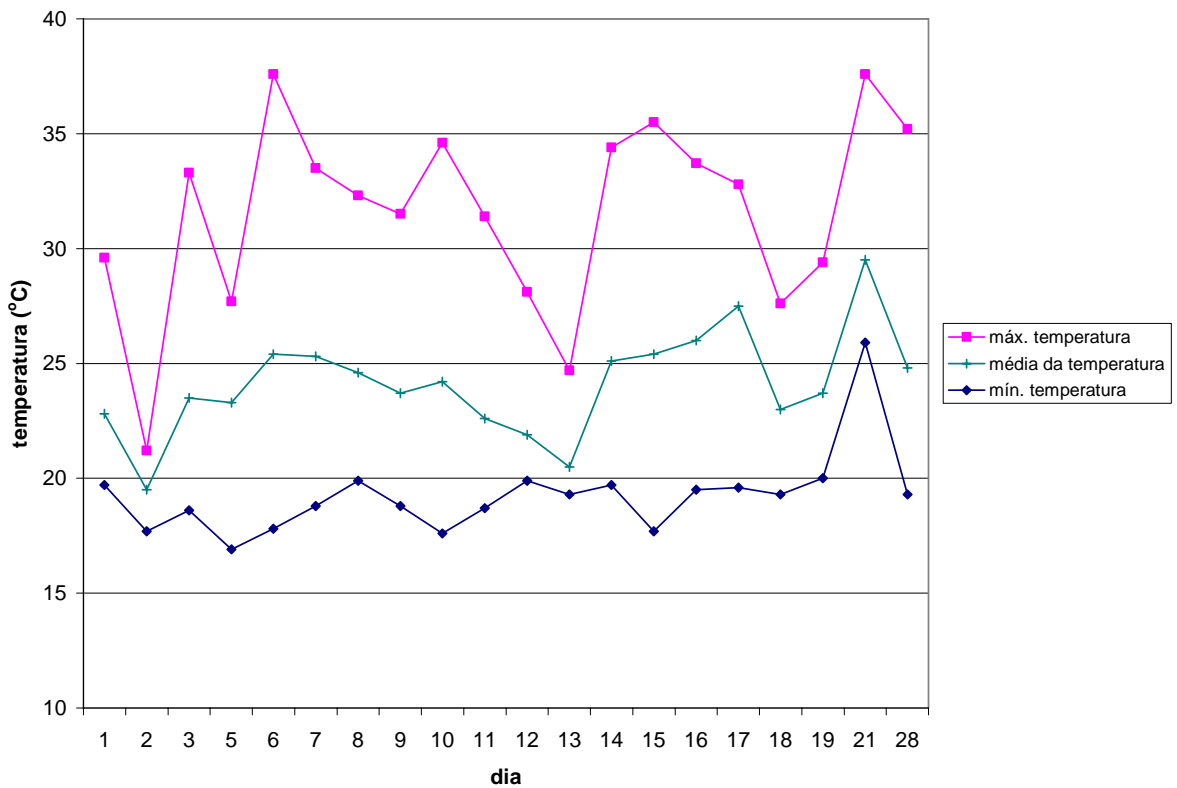


Figura 6.12 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em fev /2005.

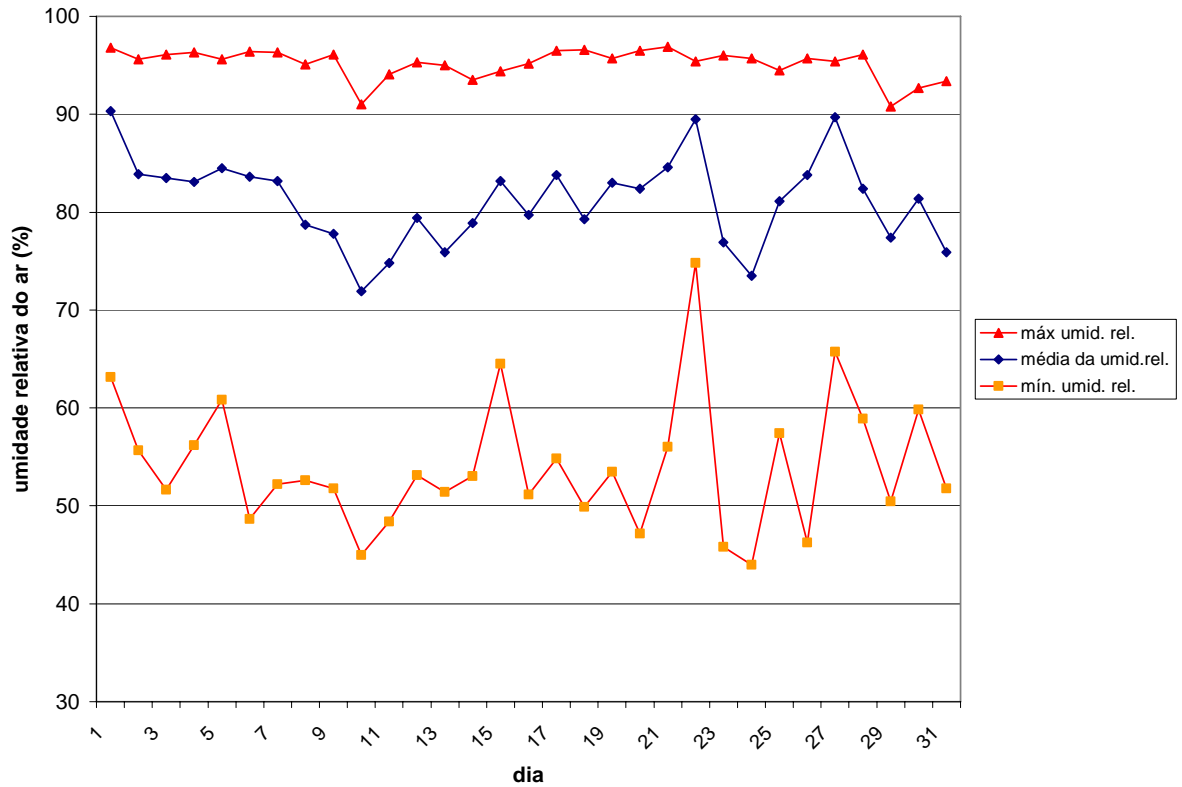


Figura 6.13 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de mar /2005.

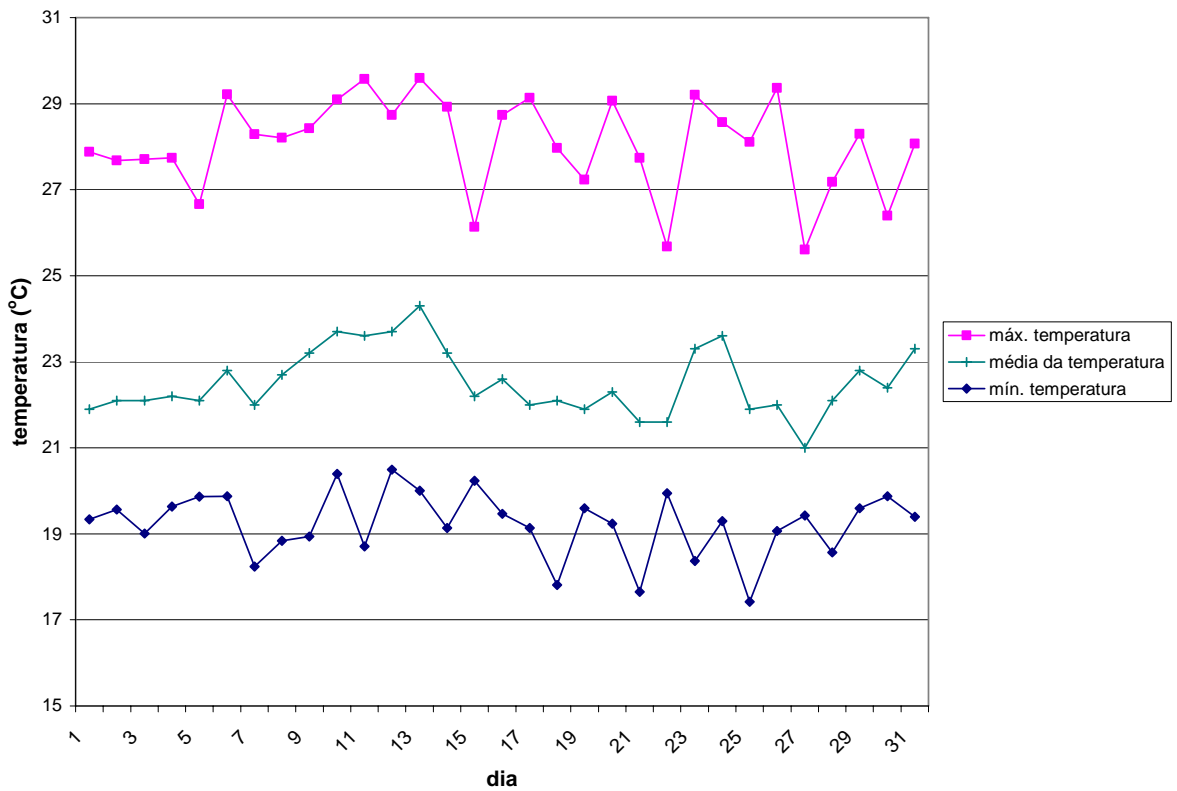


Figura 6.14 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em mar /2005.

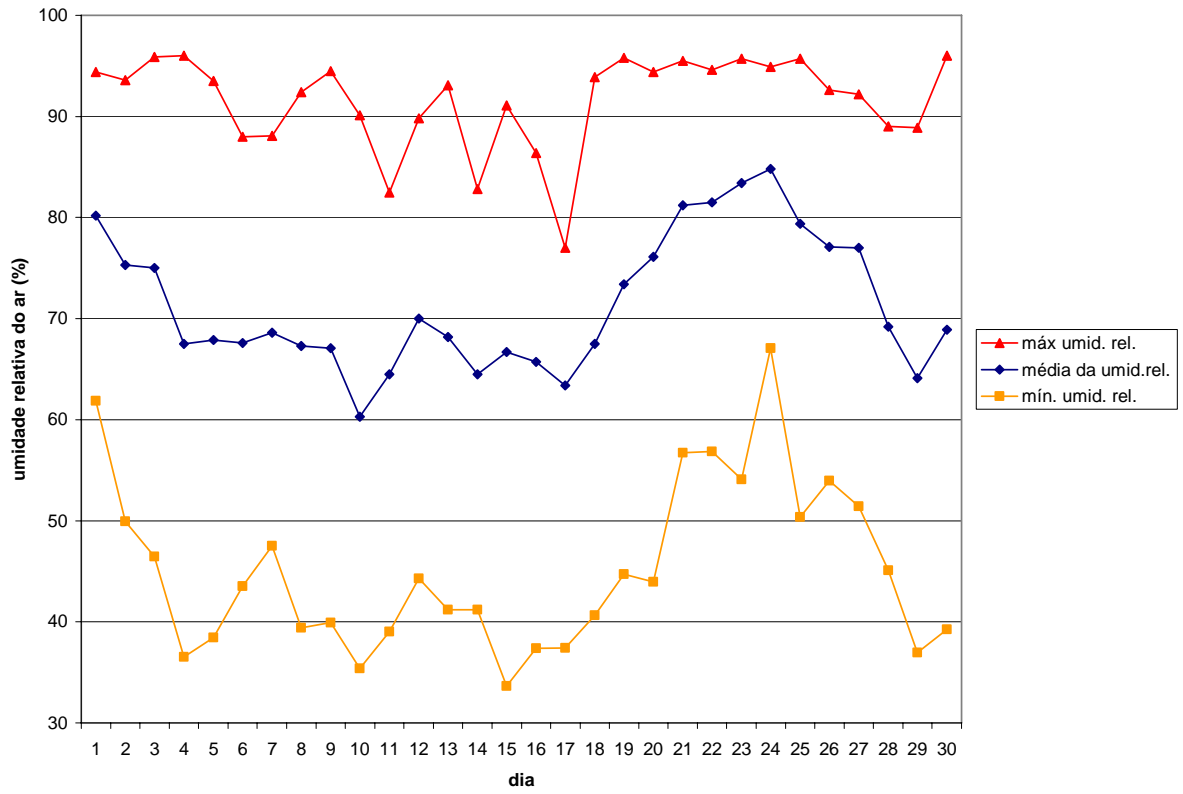


Figura 6.15 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de abr /2005.

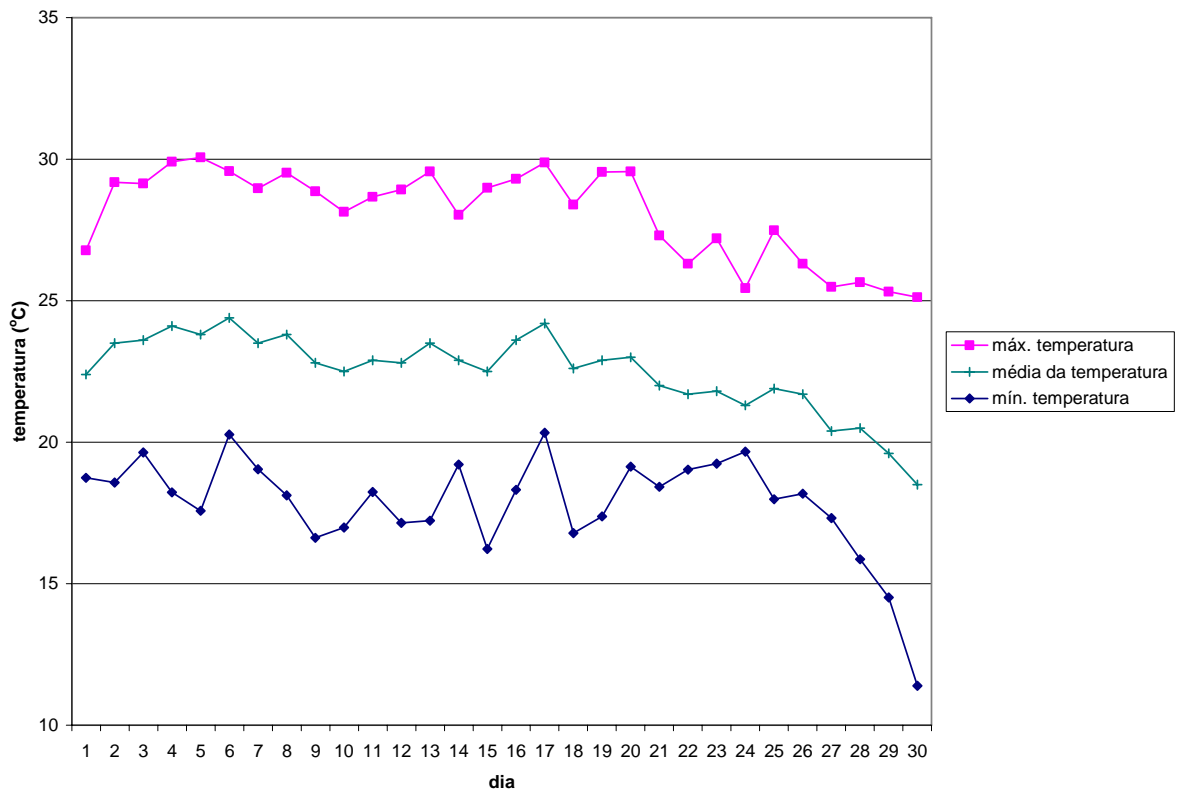


Figura 6.16 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em abr /2005.

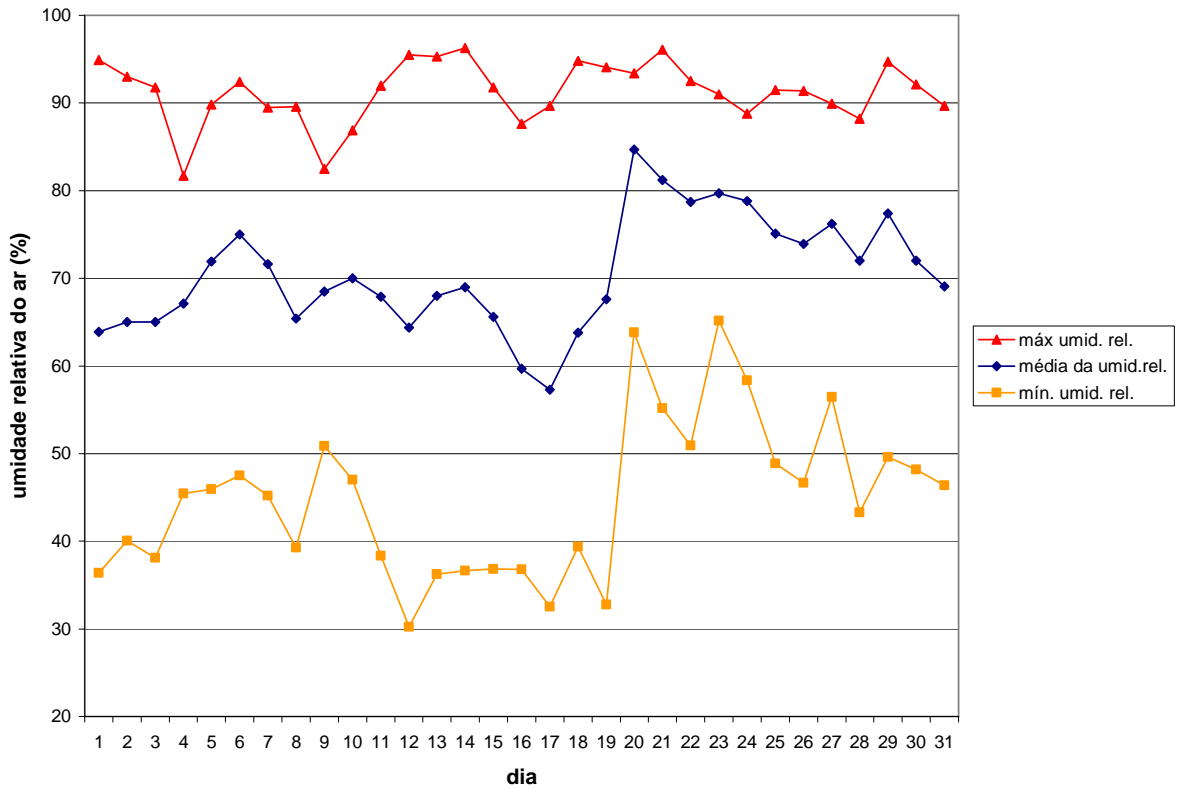


Figura 6.17 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de mai /2005.

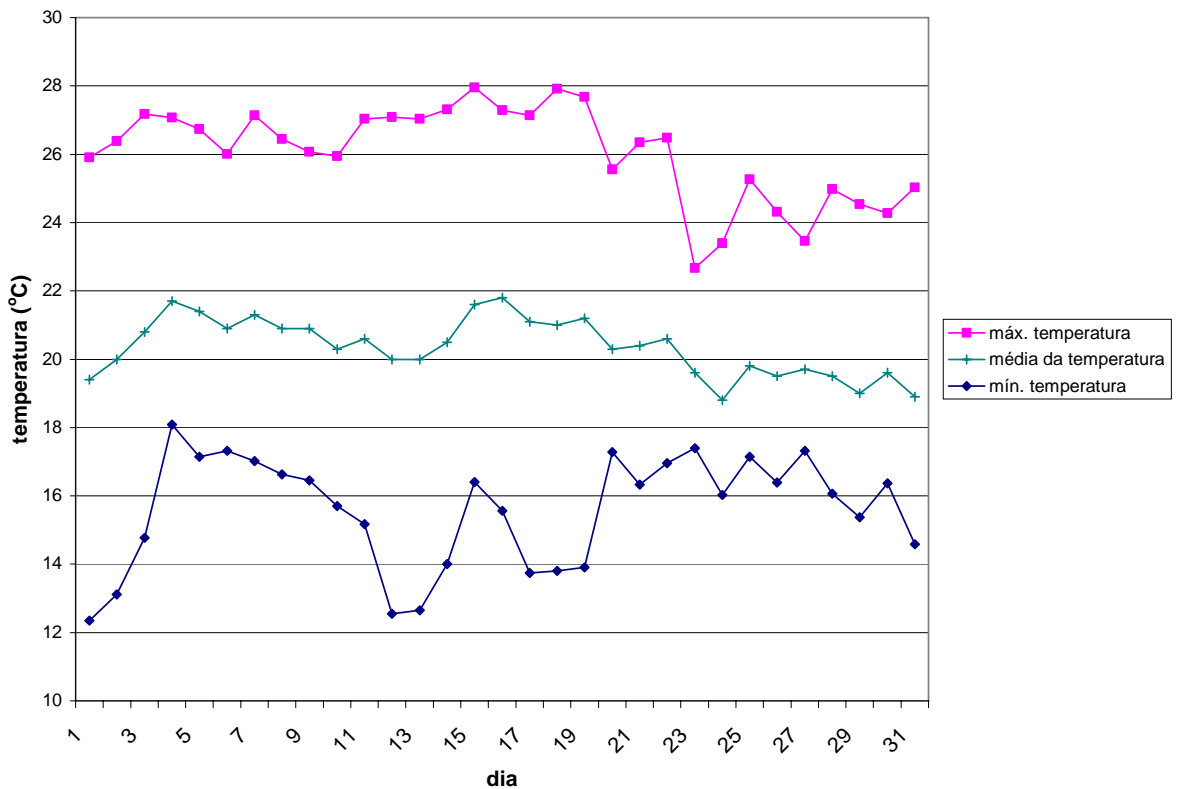


Figura 6.18 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em mai /2005.

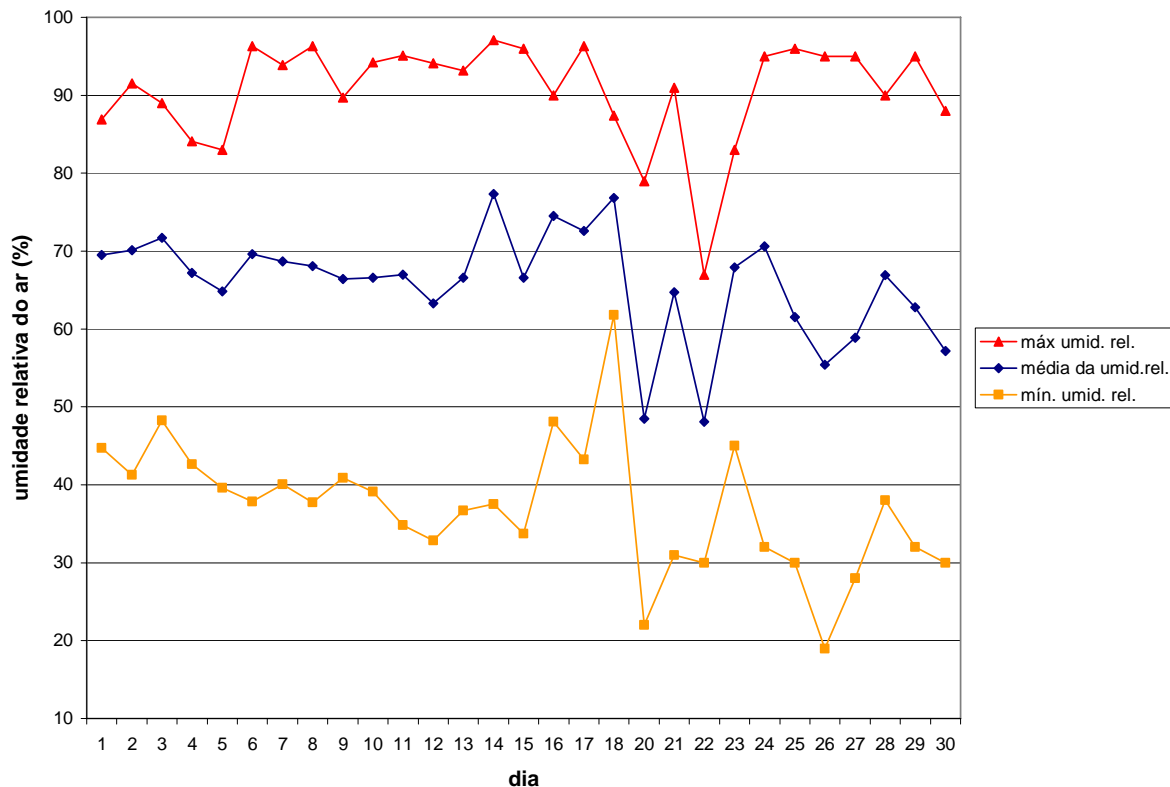


Figura 6.19 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jun /2005.

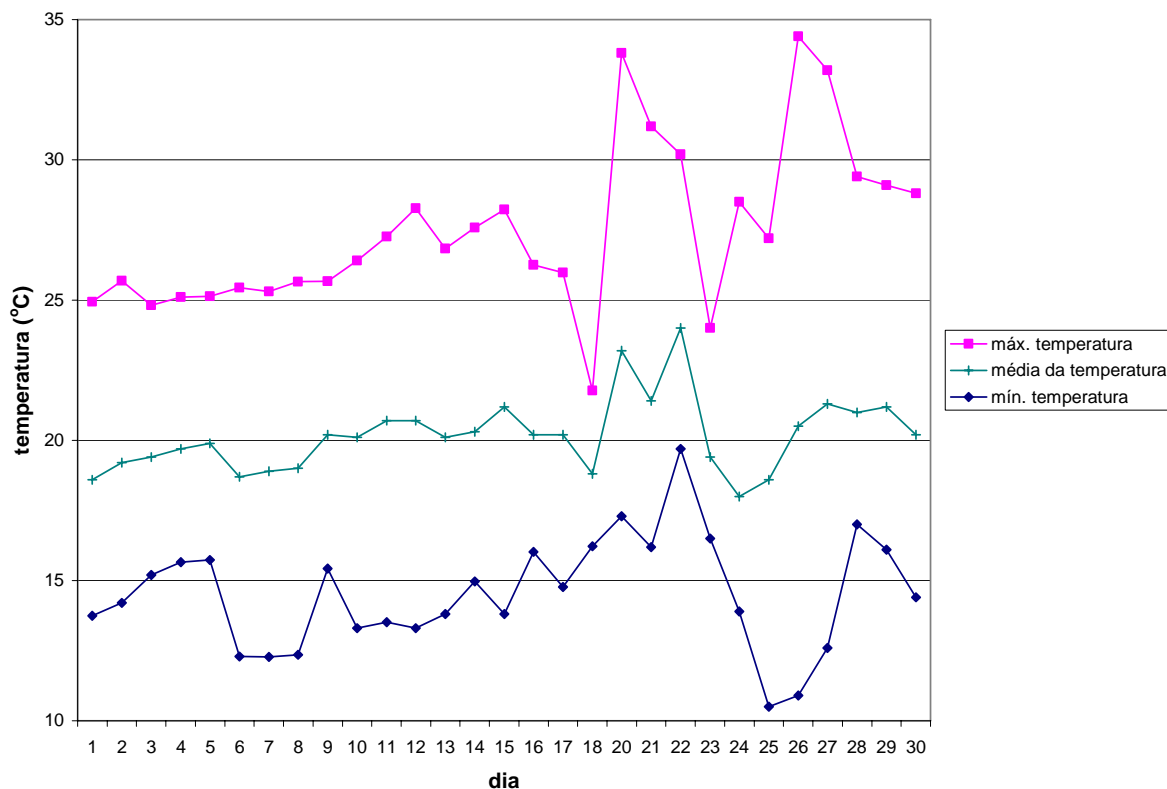


Figura 6.20 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jun /2005.

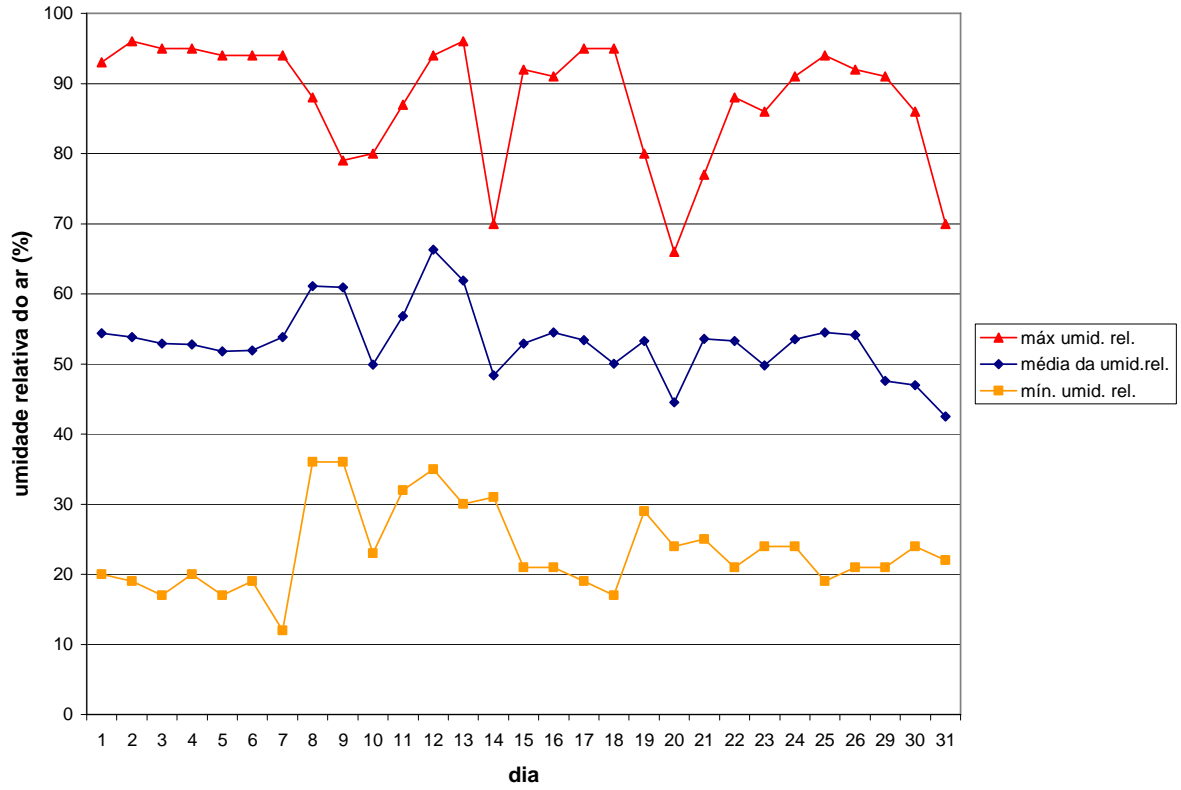


Figura 6.21 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de jul /2005.

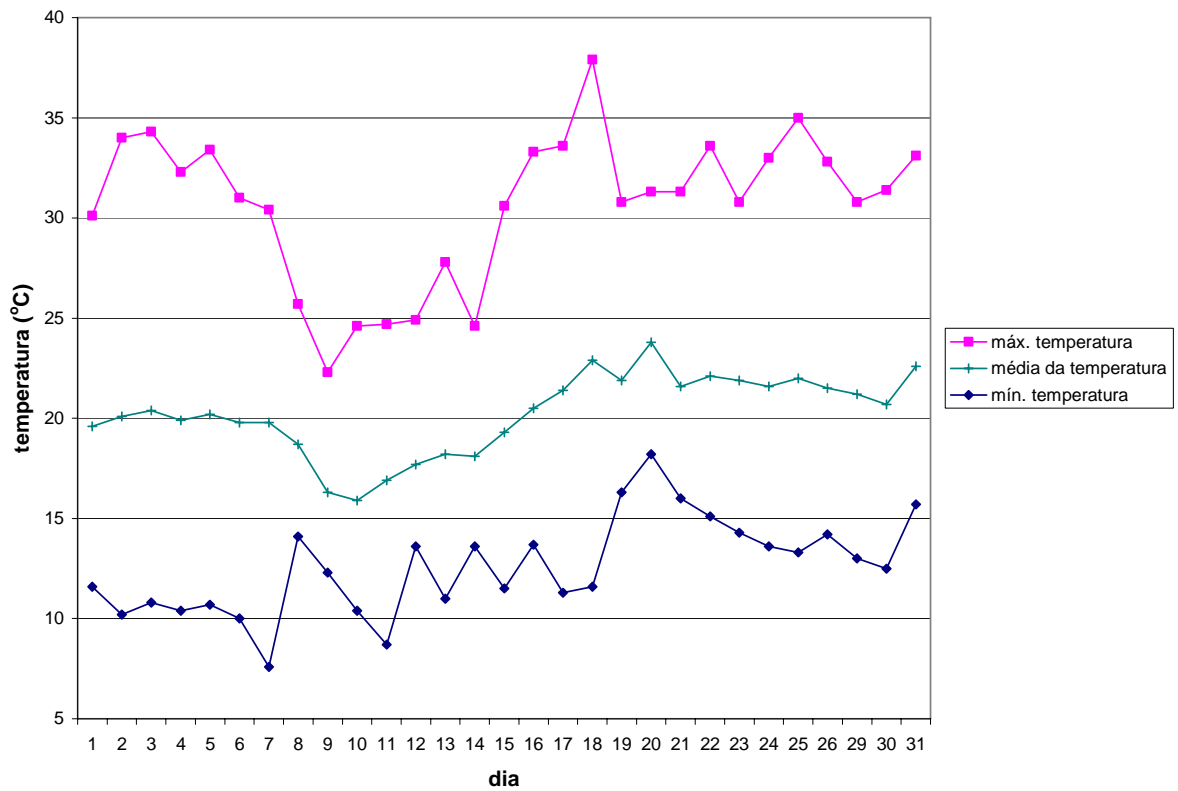


Figura 6.22 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em jul/2005.

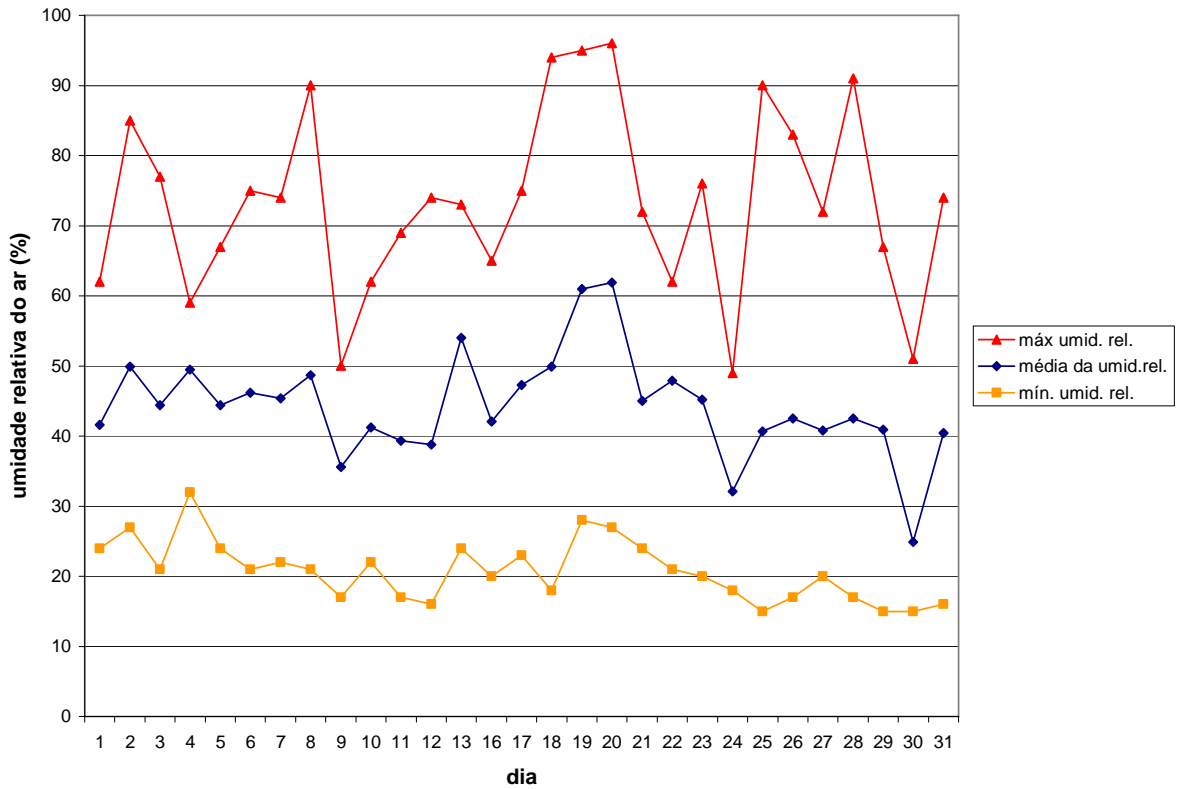


Figura 6.23 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de ago /2005.

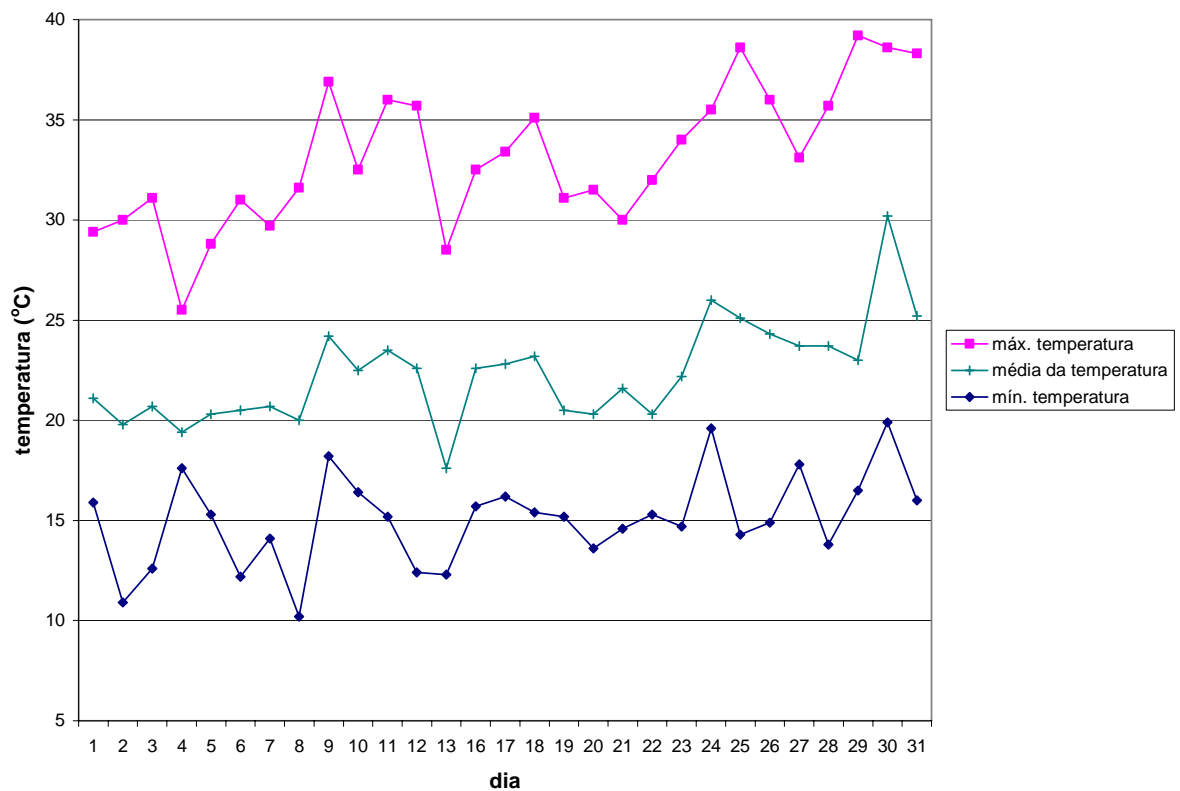


Figura 6.24 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em ago/2005.

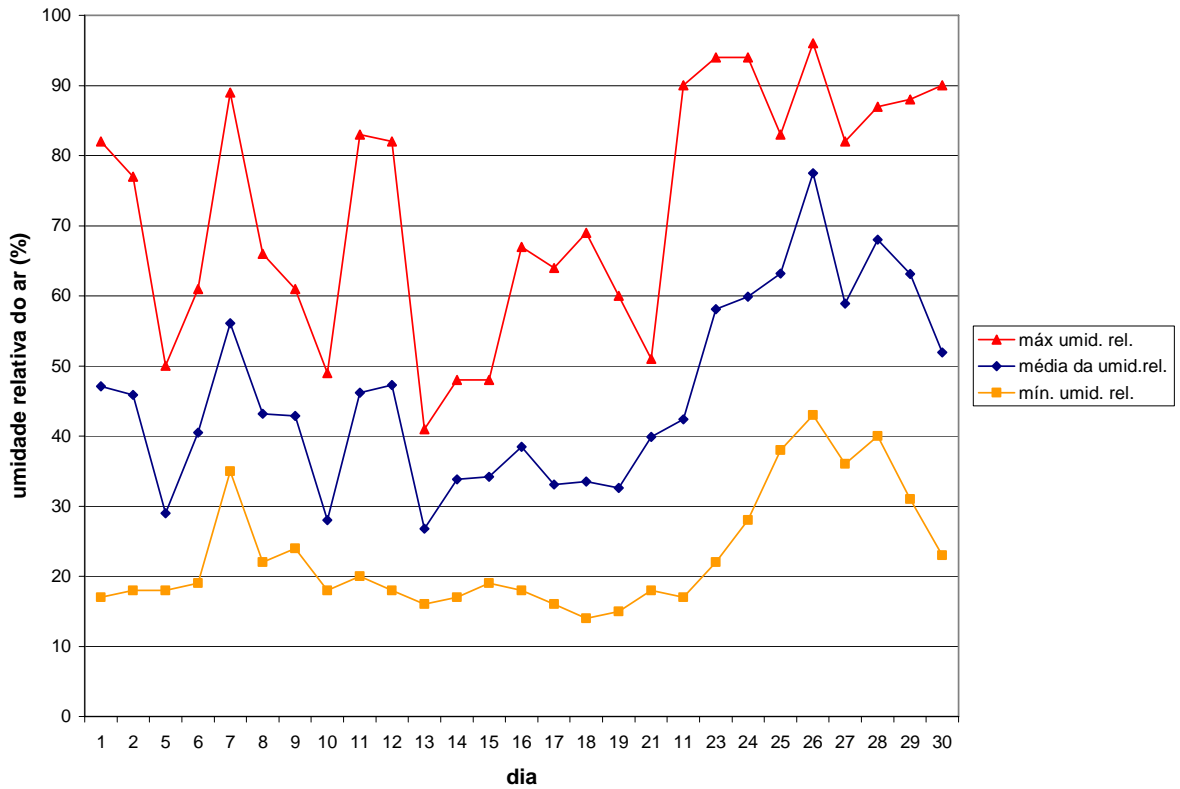


Figura 6.25 – Valores médios, máximos e mínimos diários da umidade no mês de set /2005.

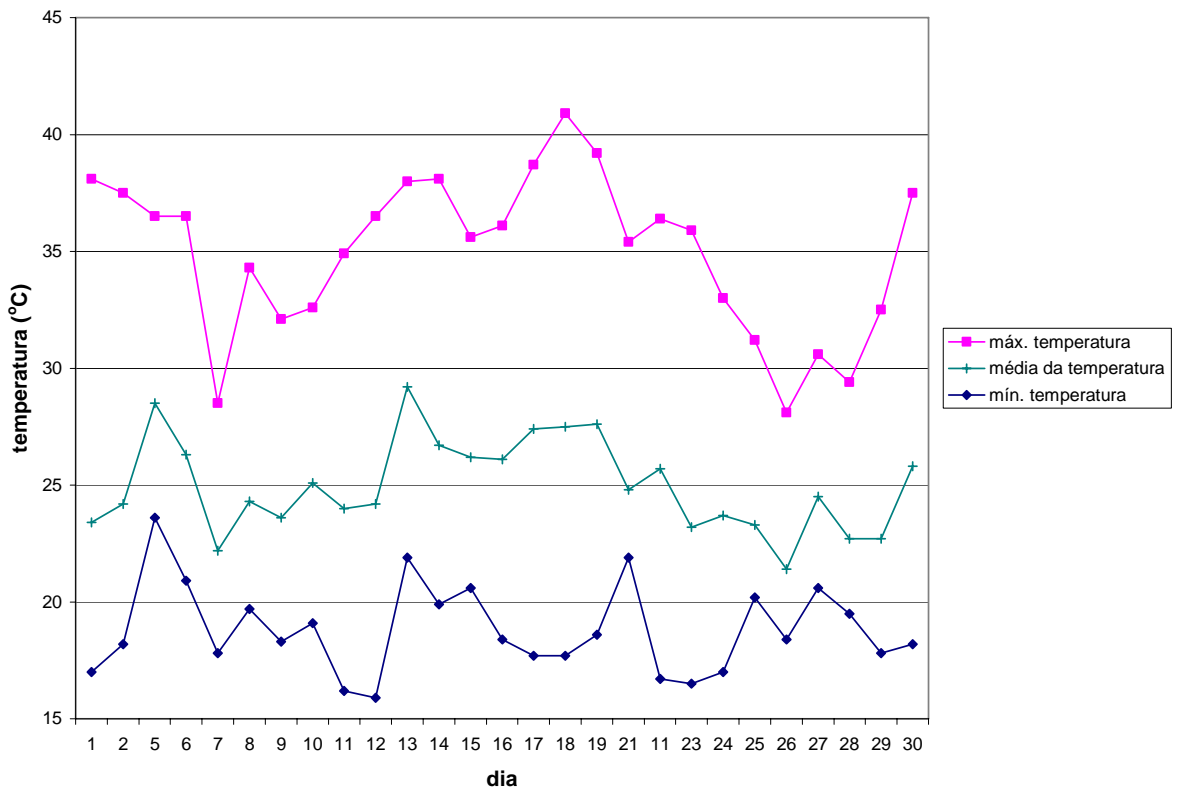


Figura 6.26 - Valores médios, máximos e mínimos diários da temperatura em set /2005.

Todos esses gráficos mostram como é grande a variação de temperatura e de umidade ao longo do período estudado. Portanto, indiretamente, outros índices climatológicos como evaporação e temperatura de orvalho também variam muito. Essa constante variação contribui bastante para acelerar o processo de evolução do solo. Somado a isto, temos os altos índices pluviométricos, verificados no período chuvoso, em contrapartida aos baixos índices, verificados no período de estiagem. Esta concentração de precipitações pluviométricas, em certos períodos, pode ser observada na Figura 6.27, cujos dados foram obtidos durante o período desta pesquisa.

Comparando os dados obtidos neste trabalho, observados na Figura 6.27, com os dados da série pluviométrica de 1971-1996, Item 4.5, observa-se que todos os valores mensais de precipitação pluviométrica deste trabalho estão dentro da variação média dos dados da série do Item 4.5. Mostrando que este ano foi um ano normal de chuva, inclusive em relação ao total anual que foi de 1348,4 mm, Tab. 6.1.

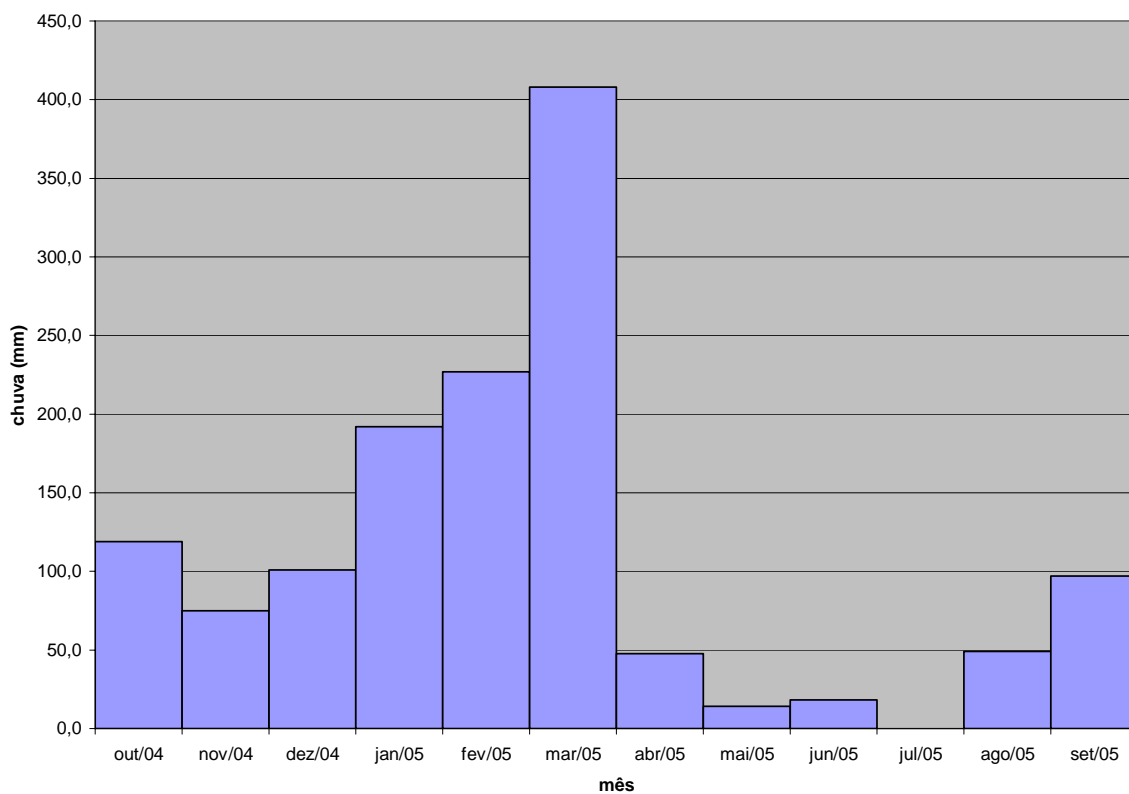


Figura 6.27 – Distribuição mensal dos índices pluviométricos no período da pesquisa.

Tabela 6.1 – Distribuição mensal de chuva.

mês	Precipitação dur. Pesquisa (mm)	Precipitação média 71-96* (mm)
out	119	148,4
nov	75	218,3
dez	101	237,9
jan	192	213,0
fev	227	167,7
mar	408	184,5
abr	47,8	108,4
mai	14,2	31,7
jun	18,4	8,3
jul	0	7,2
ago	49	13,2
set	97	44,8
Total	1348,4	1383,4

* série 1971-1996 (Freitas-Silva & Campos, 1998)

6.3. – Resultados do estudo geotécnico

6.3.1.- Caracterização

Nesta pesquisa, alguns parâmetros geológico-geotécnicos foram obtidos a partir das amostras indeformadas retiradas do poço de investigação. Estes parâmetros estão apresentados na Tabela 6.2 e na Figura 6.28 indicando sua variação no perfil do solo.

Tabela 6.2 - Parâmetros do solo do campo experimental de geotecnia da UnB.

Parâmetro	Profundidade (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
γ (kN/m ³)	14,01	12,38	14,12	15,14	15,00	15,53	16,31	18,03	17,32	19,58
γ_s (kN/m ³)	25,49	26,58	25,69	25,89	25,89	26,28	26,28	26,97	25,89	26,87
γ_d (kN/m ³)	11,61	10,31	11,13	11,79	11,64	12,15	13,08	14,02	14,96	15,56
e	1,20	1,58	1,31	1,20	1,23	1,16	1,01	0,92	0,73	0,73
n (%)	54,52	61,21	56,76	54,48	55,09	53,77	50,23	48,03	42,23	42,14

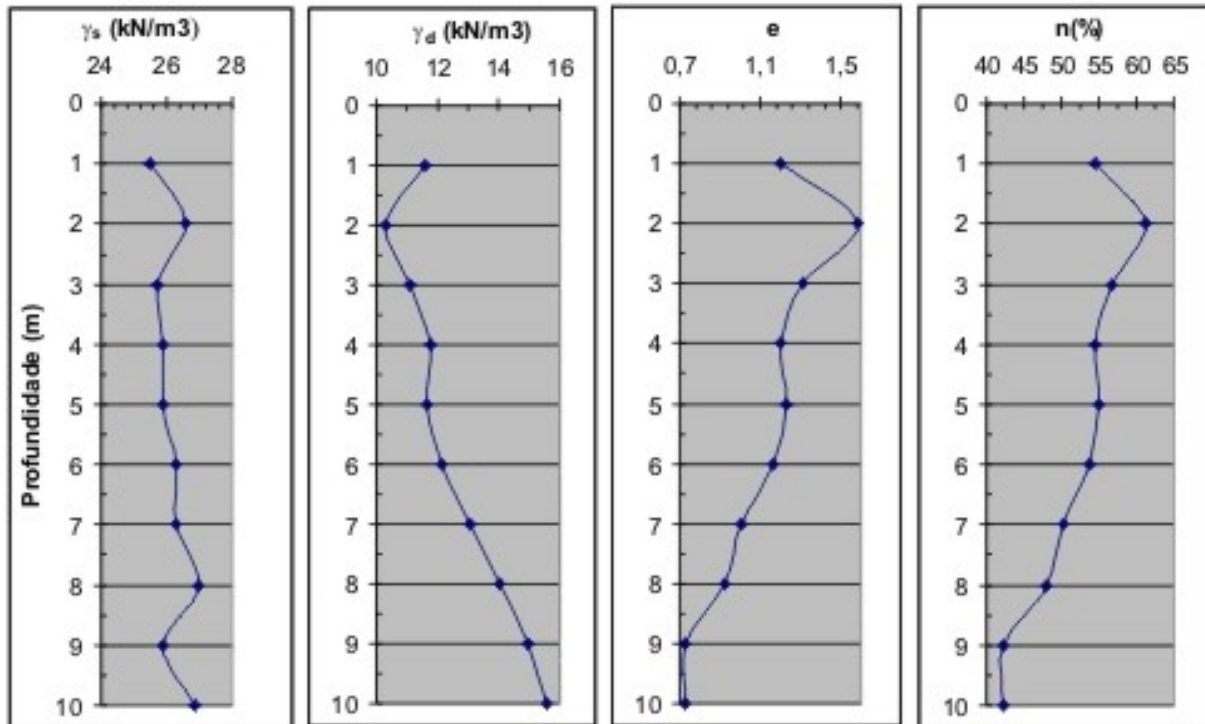


Figura 6.28 – Gráfico da variação de parâmetros geotécnicos com a profundidade em um perfil de solo no campo experimental de geotecnia da UnB.

Pode-se observar, na Figura 6.28, a existência dos macroporos neste solo nas camadas superficiais até o oitavo metro, representado pelo alto valor do índice de vazios e da porosidade. Observa-se o acréscimo do peso específico aparente seco, a partir do segundo metro para as camadas mais profundas, enquanto que, o peso específico dos grãos varia muito pouco com a profundidade. Todo esses dados confirmam os valores já apresentados por Guimarães (2002).

6.3.2. –Perfil Geotécnico

Um dos objetivos deste trabalho foi a definição do perfil geotécnico do campo experimental de geotecnia da UnB. Com base nas informações de outros trabalhos e no aprofundamento da investigação neste trabalho foi possível estabelecer este perfil a partir da exploração táctil visual realizada pela orientadora no poço de investigação aberto no local da pesquisa, Fig. 6.29.

Na classificação granulométrica deste solo há duas especificações para a mesma camada (Guimarães, 2002). Embora a maior parte do perfil seja classificada como solo argiloso, em função da granulometria com defloculante, este solo *in situ* comporta-se como

solo arenoso devido a forte ligação entre as partículas de argila dando origem a pequenos grãos micro agregados, cujos valores do coeficiente de permeabilidade são os mesmos de areia.

A Figura 6.29 descreve o perfil de solo tropical do Campo Experimental. Este poderia ser generalizado como perfil típico para boa parte da cidade de Brasília, como pode ser visto na Fig. 4.4 (Mapa geológico do Distrito Federal) onde se encontra a unidade de ardósia pertencente ao grupo Paranoá. Isto é válido principalmente nas áreas que apresentam o mesmo relevo, já que as demais condições são as mesmas, pois as condições do clima variam muito pouco nesta pequena área.

Esta evolução pedogenética é mostrada nas diversas transições das camadas que constituem o perfil do solo. Na superfície ocorre uma camada de aproximadamente três metros constituída de Aterro/Colúvio que apresenta grande quantidade de raízes de gramíneas. A grande quantidade de raízes encontradas nesta camada é justificada pela grande variação de sua umidade em relação à camada inferior. Esta camada contém um solo bem laterizado com alto índice de vazios e, portanto sujeito ao colapso quando varia o seu estado de tensões ou aumento do grau de saturação.

A camada de 3,0 m a 6,5 m que é constituída por residual maduro, possui a característica do solo de ser altamente poroso e conseqüentemente meta-estável. Até esta camada a resistência à penetração em ensaios estáticos e principalmente dinâmicos é muito pequena.

Há em seguida uma pequena camada entre 6,5 m e 8,0 m composta de solo argiloso ainda meta-estável, porém em menor grau, apresentando índice de vazios variando entre 1,16 e 0,92. Esta possui veios preenchidos por grãos de quartzo que avançam até as camadas seguintes. Esta camada é denominada solo residual jovem conforme é mostrado na Figura 6.29.

A camada que vai de 8,0m a 10m é constituído de silte roxo formado por saprolito de ardósia com estruturas reliquiares e intercalações de extratos muitos finos de argila. Possui resistência a penetração mais considerável nos ensaios estáticos e dinâmicos. Nesta camada ainda, foi observado tubo de extensão centimétrico e diâmetro milimétrico, correspondente à marca de raiz, preenchido com argila vermelha. A última camada que está abaixo desta camada é o topo rochoso de ardósia foliada variegada a rosa, Figura 6.30.

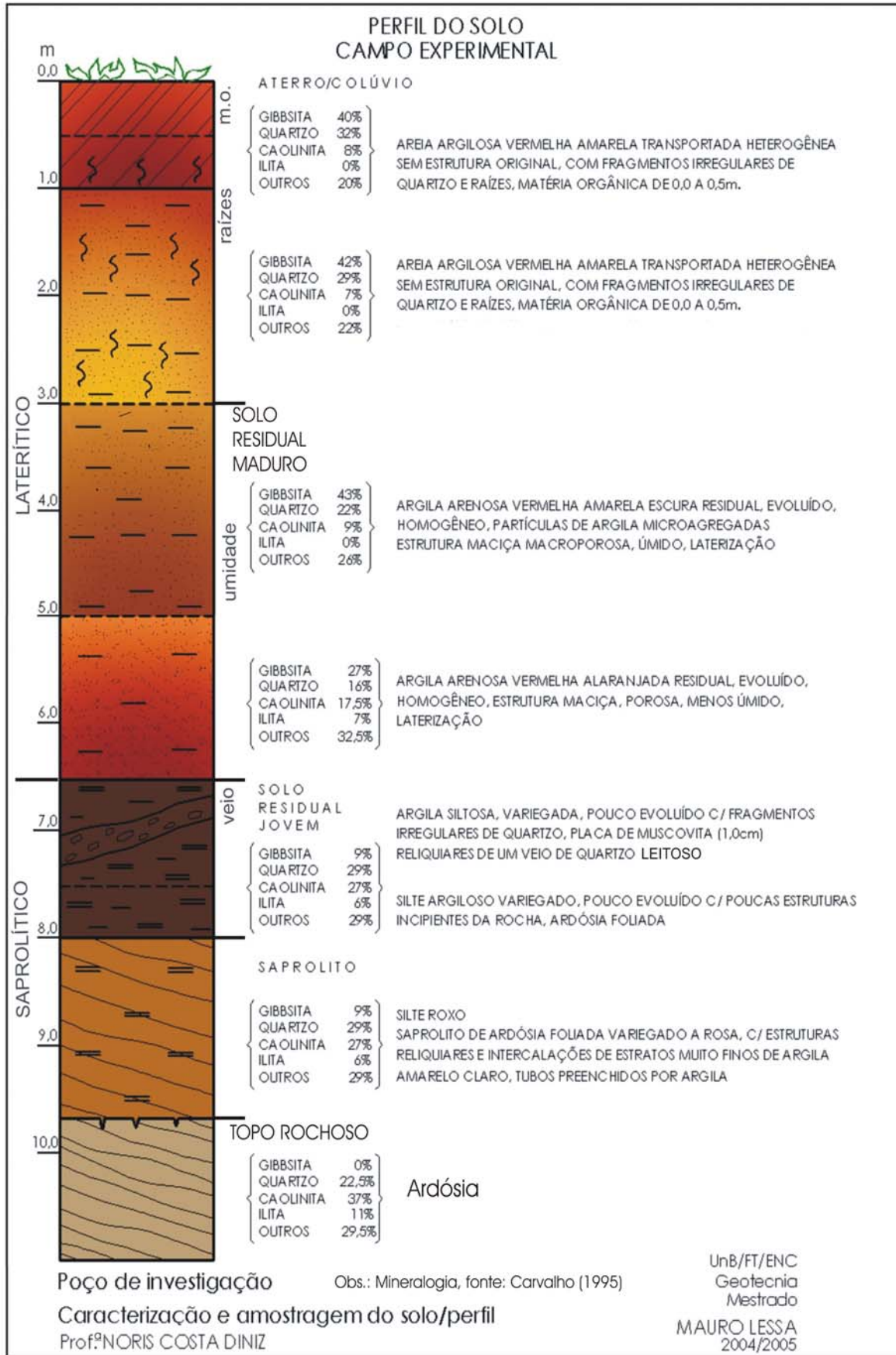


Figura 6.29-Perfil Geotécnico do Campo Experimental de Geotecnia da UnB.



Figura 6.30 – Bloco moldados *in loco* do Campo Experimental da UnB, Profundidade = 9m.

6.3.3. – Curvas características

A variação da sucção matricial em função do grau de saturação, representada pelas curvas características, estão inseridas nas Figuras 6.31 a 6.41 para cada metro do perfil de solo no Campo Experimental de Geotecnia da UnB. Estas mesmas curvas, em função da umidade do solo, estão em arquivo digital no CD que está anexo. Como já foi dito no capítulo anterior, estas curvas características foram obtidas por meio do método do papel filtro com a umidade do corpo de prova sempre partindo da umidade natural.

O fato de as curvas características terem sido obtidas a partir da secagem e umedecimento dos corpos de prova sempre partindo da umidade natural não alterou a forma das curvas. Alguns pontos, porém, mudaram seus valores, fato conhecido como histerese.

Porém, este fenômeno pode ser considerado normal quando se tenta obter a curva característica em laboratório. Este efeito pode ser atribuído às seguintes causas:

- geometria não-uniforme dos poros individuais,
- efeito do ângulo de contato,
- entrada de ar, a qual diminui a umidade no novo solo molhado,
- expansão, contração ou outros fenômenos que dependem da estrutura do solo, ou do processo de umedecimento ou secagem da amostra (efeito "ink-bottle").

De acordo com estas condições, e como já foi mostrado nos gráficos do Item 2.2.3, independente do caminho percorrido para a secagem ou umedecimento do corpo de prova, haverá sempre uma diferença na curva característica, entretanto, a metodologia adotada neste trabalho é a que mais se aproxima da realidade do campo, pois *in loco* a umidade varia sempre partindo de um valor compreendido na faixa de variação da umidade de equilíbrio natural.

Todas as curvas características de solos situados de 0,0 até 6 metros de profundidade, Fig. 6.31, apresentam praticamente o mesmo padrão, isto porque, o formato destas curvas depende do tipo de solo e da distribuição e tamanho dos poros. Visto que esta camada é exatamente aquela formada pelo horizonte laterítico, constituído de colúvio / aterro e solo residual maduro cujas características físicas são praticamente as mesmas, ou seja, solo argiloso com alto índice de vazios com características de solo arenoso, Fig. 6.29.

Este solo tropical, devido à característica de sua estrutura física, ou seja, formação de macroporos, apresenta distribuição dos poros mal graduada ou de graduação aberta e considerada como bimodal. Os macroporos são os vazios entre os agregados e os microporos caracterizam a estrutura interior dos agregados.

Segundo Camapum de Carvalho & Leroueil (2004) a forma da curva característica de sucção está principalmente relacionada com a graduação dos poros e com os índices de vazios, os outros fatores são as propriedades químicas e mineralógicas, a variação iônica do solo e a orientação das partículas. Como para um mesmo solo as características químicas e mineralógicas praticamente não variam, então, sua principal dependência é o índice de vazios. Isto pode ser observado na Figura 6.31, onde para as curvas de 1,0 a 6,0 m têm-se praticamente a mesma forma, com exceção da curva referente ao segundo metro, que possui um pequeno deslocamento, condizente com os valores de índice de vazios mostrado na Tabela 6.2, cujo valor referente à profundidade de dois metros também apresenta valor maior.

Estas curvas têm em comum, quase os mesmos valores que representam o ponto do término da entrada de ar nos macroporos e o ponto que corresponde à entrada de ar nos microporos, em torno de 10 kPa e 9000 kPa respectivamente.

Para os solos bimodais (Camapum de Carvalho et al, 2000), a forma genérica da curva característica de sucção tem o mesmo modelo apresentado como detalhe na Figura 6.31. O solo saturado quando há acréscimo da sucção, inicialmente provoca retração, diminuição do índice de vazios em função da tensão negativa de sucção, mantendo-se o solo praticamente saturado, até atingir o início da entrada de ar nos macroporos, Ponto A da Figura 6.31. Prosseguindo o processo de aumento da sucção (Trecho II), começa a haver decréscimo do grau de saturação, pois o índice de vazios mantém-se constante até o Ponto B onde há o término da entrada de ar nos macroporos. Ao continuar o acréscimo da sucção começa o Trecho III onde novamente pode ocorrer alguma retração e a curva apresenta a posição mais verticalizada até atingir o Ponto C, início da entrada de ar nos microporos. No trecho III, a variação do grau de saturação é pequena, pois a variação de umidade se dá em poros intermediários e na água de recobrimento dos agregados que apresentam superfície específica externa pequena. Aumentando-se ainda mais a sucção, entra-se no Trecho IV, onde há grande variação do grau de saturação sem variação do índice de vazios até o Ponto D onde se inicia o grau de saturação residual correspondente em certos casos à umidade higroscópica, Trecho V (Camapum de Carvalho et al 2002). As curvas da Figura 6.31 não chegam a alcançar o Trecho I em função da dificuldade de se saturar o corpo de prova no ensaio de sucção utilizando o método do papel filtro.

Depois do sexto metro, na medida em que se vai aprofundando, as curvas características tendem a assumir uma forma mais horizontal. O sétimo metro já apresenta esta característica de maneira bem sutil. Em termos de caracterização, esta camada também é de transição do solo residual maduro para o residual jovem, porém, ainda é um solo laterítico e talvez por isso ela se aproxima mais das curvas características da camada anterior.

As curvas de 8 e 9 metros, que fazem parte da camada de solo saprolítico, possuem formas um pouco mais horizontalizadas, aumentando a tendência citada anteriormente, característica justificada pela graduação melhor dos poros. Esta tendência culmina com a curva característica da profundidade de 10 metros que possui uma forma quase horizontal, bem diferenciada de todas as outras curvas características. Nesta profundidade se encontra o topo rochoso da ardósia e por isso a curva característica tem um formato tão diferenciado.

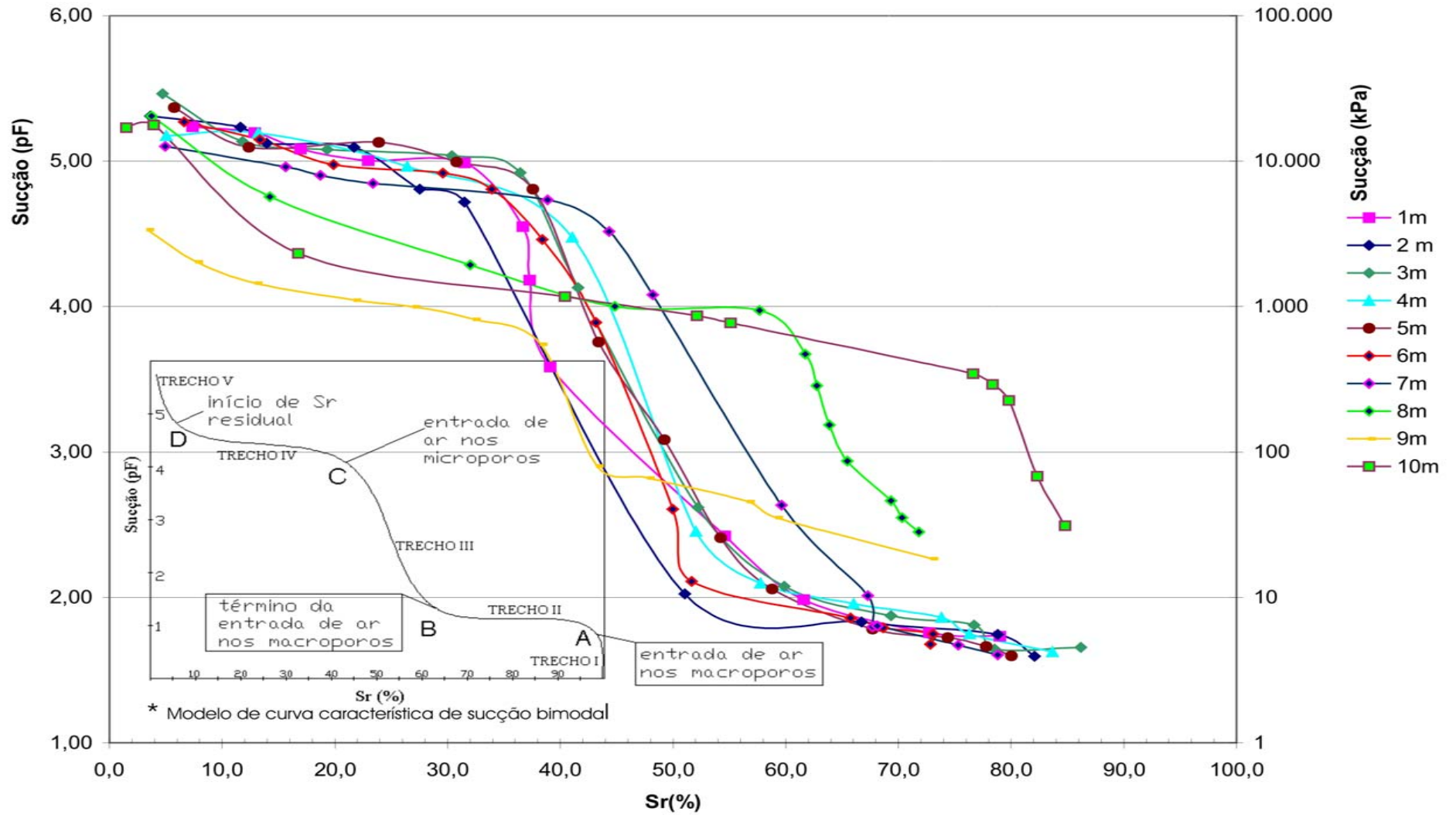


Figura 6.31– Curvas características do Campo Experimental de Geotecnia da UnB.

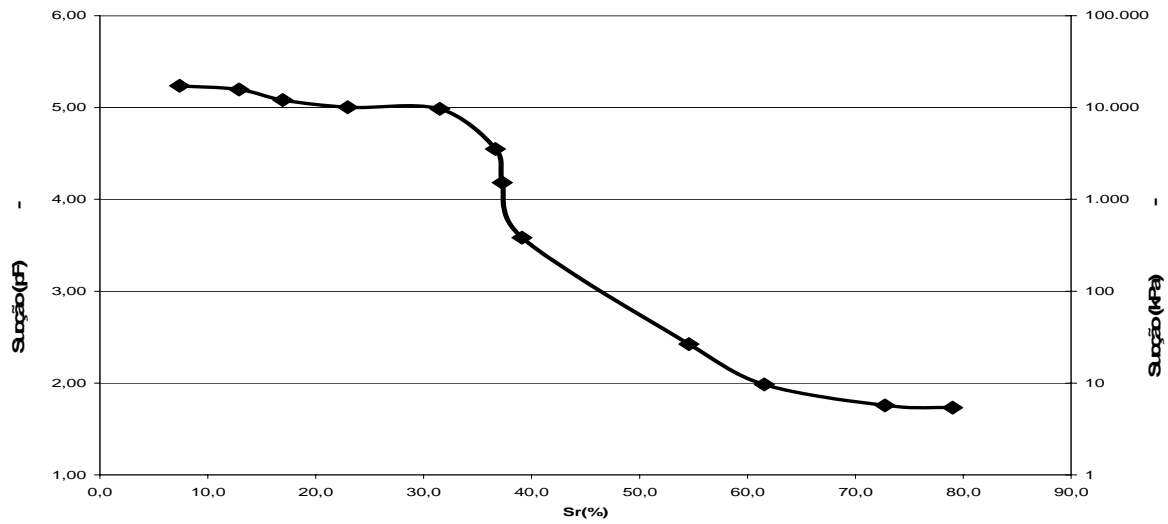


Figura 6.32– Curva característica, profundidade = 1m.

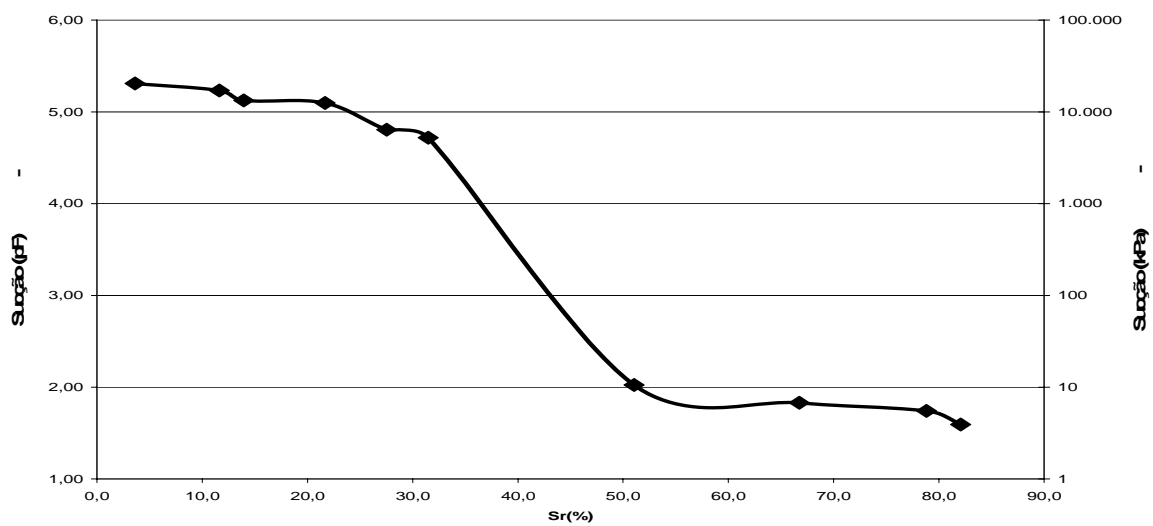


Figura 6.33– Curva característica, profundidade = 2m.

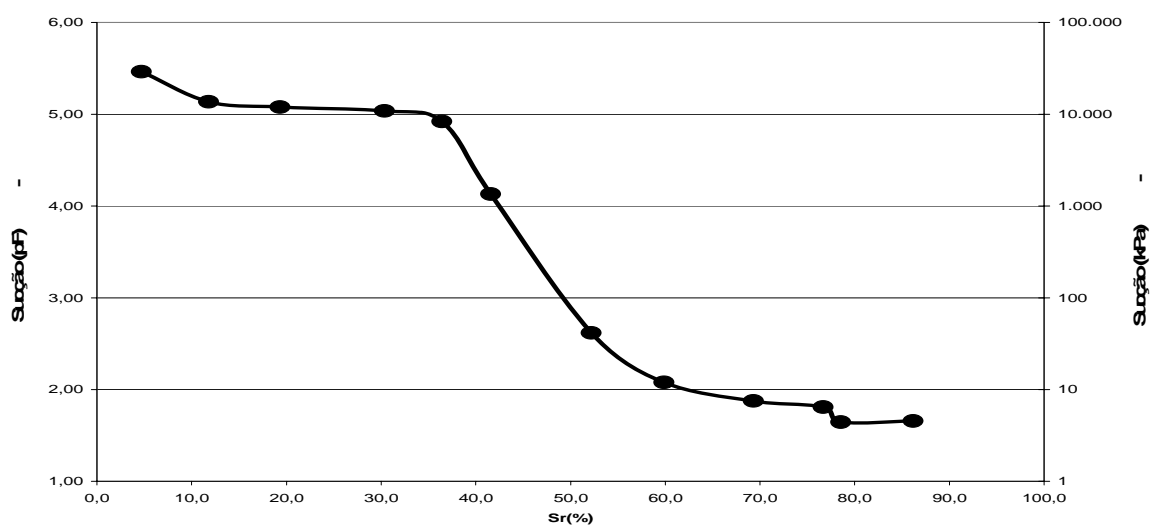


Figura 6.34– Curva característica, profundidade = 3m.

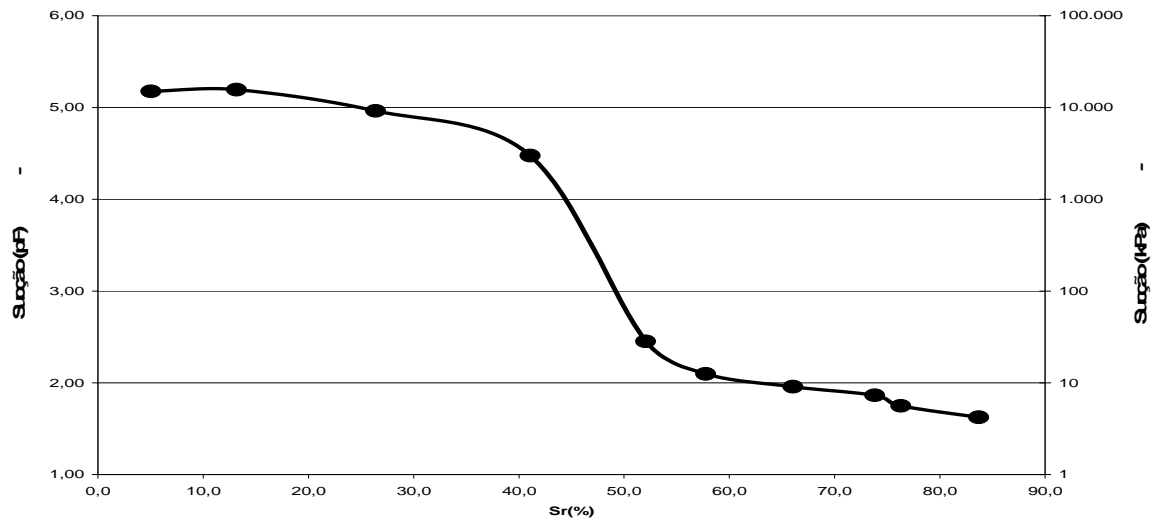


Figura 6.35 – Curva característica, profundidade = 4m.

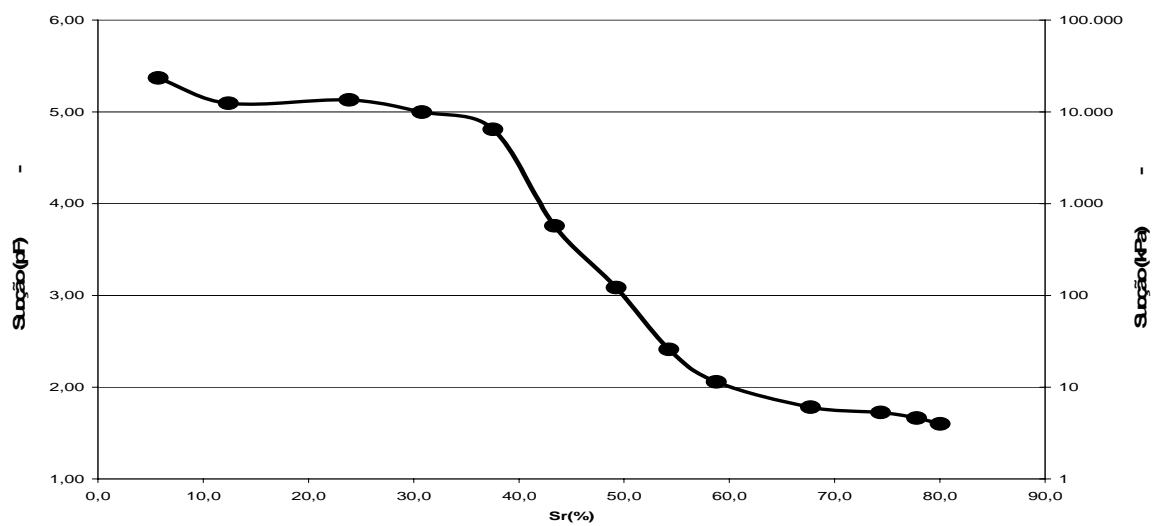


Figura 6.36 – Curva característica, profundidade = 5m.

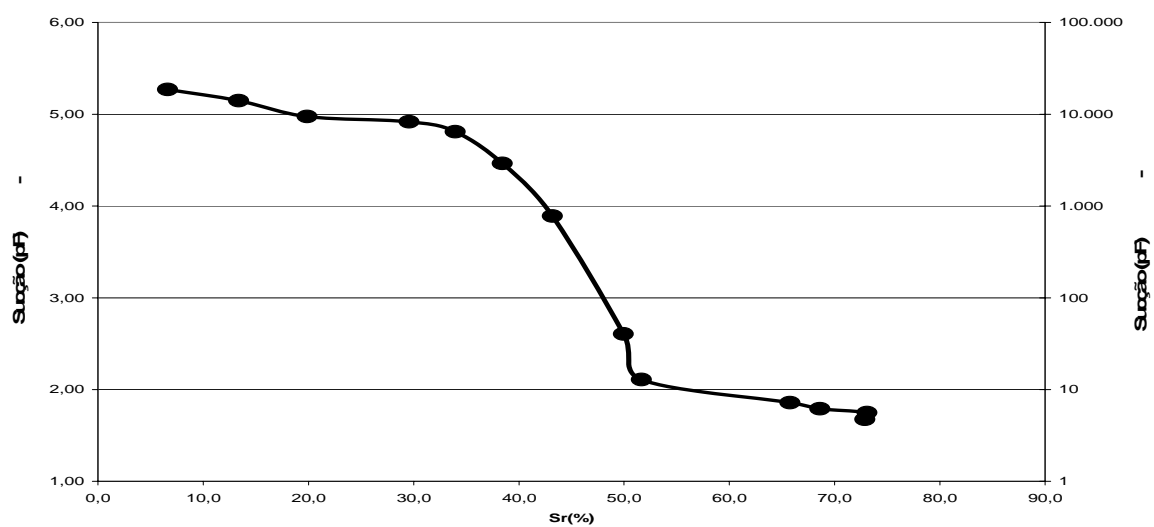


Figura 6.37 – Curva característica, profundidade = 6m.

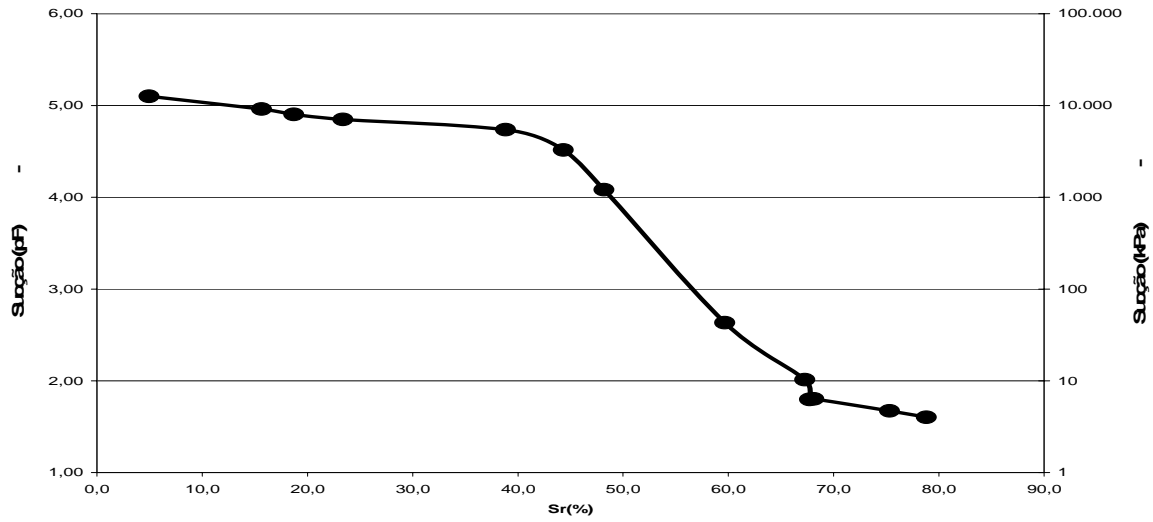


Figura 6.38 – Curva característica, profundidade = 7m.

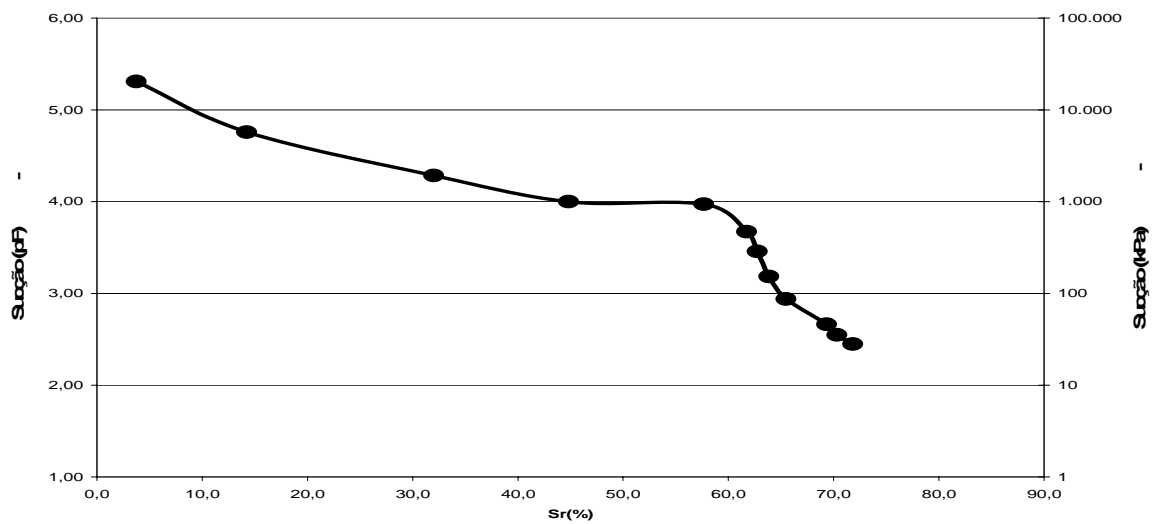


Figura 6.39 – Curva característica, profundidade = 8m.

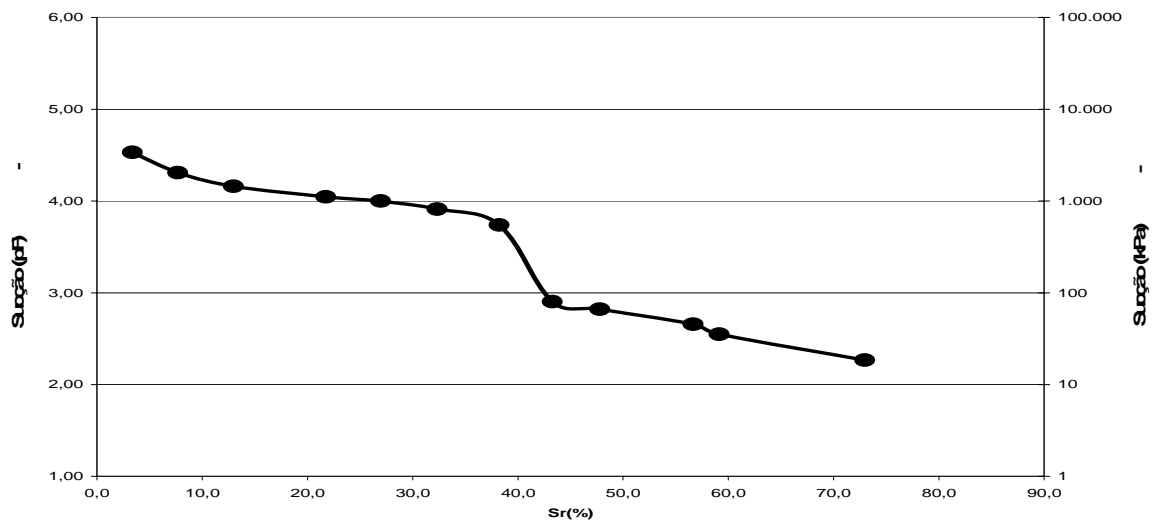


Figura 6.40 – Curva característica, profundidade = 9m.

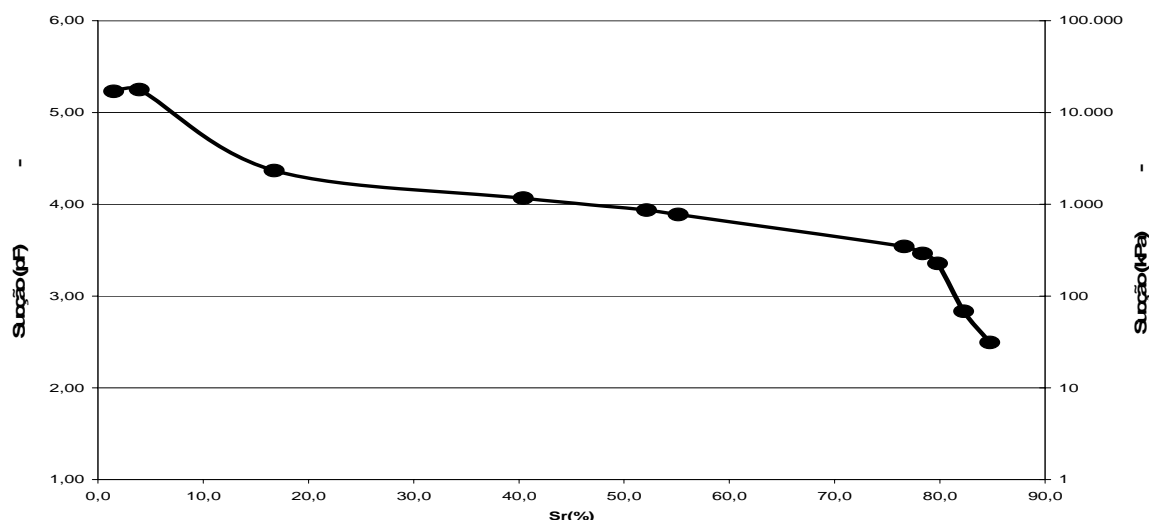


Figura 6.41 – Curva característica, profundidade = 10m.

6.4.4. – Ensaio de tração indireta

Para realização do ensaio de tração indireta foi utilizada a célula de carga cuja calibração e características do equipamento encontram-se no Anexo A.

O ensaio de tração indireta, realizado com os corpos de prova após a medição da tensão de sucção através da técnica do papel filtro, pôde ser realizado apenas em parte porque os corpos de prova cuja umidade eram muito baixas não puderam ser rompidos devido a sua maioria quebrar-se mesmo antes do ensaio. Provavelmente devido às grandes deformações de retração provocadas pela força de sucção, ou seja, quando o corpo de prova é moldado na umidade natural do solo ele se dilata por não haver mais tensão de confinamento, e ao se secar as tensões de sucção podem não ser igualmente distribuídas no corpo de prova causando trincas nos pontos onde se seca mais rapidamente.

Assim como os corpos de prova muito secos, com alguns que estavam muito úmidos também não se pôde executar o ensaio de tração indireta, pois haviam se quebrado antes do ensaio.

Com as amostras que puderam ser realizados o ensaio de tração indireta, Fig. 6.42, os dados obtidos não foram satisfatórios em relação ao que se pretendia com o ensaio, ou seja, obter o valor da coesão aparente do solo devido à tensão de sucção. Os valores da tensão de ruptura, Tab. 6.3, não obedecem nenhuma relação com o teor de umidade do corpo de prova e por sua vez com a tensão de sucção. Porque os valores de σ_t deveriam ser proporcional aos valores de sucção até um certo valor, a partir deste ponto os valores de σ_t tenderiam a ser

constantes, porém, nos ensaios, os corpos de provas com maiores valores de σ_t não foram necessariamente os que tinham a maior tensão de sucção.

Estes resultados inesperados para os valores da tensão de ruptura podem ter sido causados por falha na execução do ensaio. Possíveis causas que podem ser apontadas para esta falha podem ser: A velocidade de execução do ensaio e o adaptador utilizado para transferir a carga da célula de carga para o corpo de prova. Para a velocidade foi utilizado o valor de $v = 0,2286$ mm/min, talvez um pouco alta para a fragilidade do corpo de prova. Já o adaptador utilizado no ensaio tinha a secção muito grande para o tamanho do corpo de prova e talvez por isso não estava aplicando a carga pontual como era necessário.

Porém neste ensaio pôde-se observar claramente para os corpos de prova retirados da camada entre 9 e 10 metros, que as trincas surgiram nas clivagens da rocha, devido à sua intensa orientação planar, características do solo residual jovem e saprolito com estrutura reliquiares da ardósia, pontos preferenciais para a ruptura. A Figura 6.43 mostra nitidamente a trinca surgida no corpo de prova durante este ensaio.



Figura 6.42 – Corpos de provas moldados para o ensaio de sucção, profundidade = 10m.

Tabela 6.3 - Dados do ensaio de tração indireta.

Prof.	Corpo de Prova	CP 01	CP 02	CP 03	CP 04	CP 05	CP 06	CP 07	CP 08	CP 09	CP 10	CP 11	CP 12	CP 13
1,0m	sucção (kPa)	-	158.489	120.226	100.000	-	35.481	15.136	3.802	263	95	58	54	68
	e	-	0,98	1,08	1,05	-	1,04	1,12	1,25	1,15	1,13	1,19	1,31	1,18
	deformação (mm)	-	0,48	6,46	0,70	-	0,58	0,54	0,73	0,60	0,75	0,40	2,40	1,40
	σ_t (kPa)	-	13,65	2,70	16,92	-	16,67	0,11	0,12	0,09	0,09	0,04	0,26	0,12
2,0m	sucção (kPa)	-	-	131.826	-	125.893	-	-	-	-	-	55	39	43
	e	-	-	1,29	-	1,40	-	-	-	-	-	1,28	1,31	1,32
	deformação (mm)	-	-	0,80	-	0,87	-	-	-	-	-	1,28	2,23	2,71
	σ_t (kPa)	-	-	17,94	-	8,86	-	-	-	-	-	0,90	1,00	1,00
3,0m	sucção (kPa)	-	138.038	120.226	-	83.176	6.457	13.490	-	-	74	-	44	46
	e	-	1,29	1,25	-	1,20	1,42	1,52	-	-	1,22	-	1,30	1,32
	deformação (mm)	-	0,55	1,05	-	0,73	0,63	0,63	-	-	0,63	-	1,68	1,33
	σ_t (kPa)	-	27,23	14,00	-	23,86	2,72	4,34	-	-	1,70	-	0,55	0,90
4,0m	sucção (kPa)	-	154.882	93.325	104.713	30.200	27.542	3.467	282	126	91	72	56	52
	e	-	1,23	1,10	1,12	1,18	1,25	1,24	1,42	1,40	1,33	1,31	1,34	1,27
	deformação (mm)	-	0,13	0,40	1,40	0,60	1,20	0,55	0,75	0,60	0,55	0,92	0,83	0,63
	σ_t (kPa)	-	20,66	24,81	45,74	30,17	8,04	6,26	2,72	1,92	3,27	2,20	1,25	1,05
5,0m	sucção (kPa)	234.423	123.027	134.896	100.000	64.565	5.754	1.230	257	-	60	52	46	40
	e	1,21	1,19	1,08	1,16	1,24	1,37	1,26	1,35	-	1,34	1,24	1,20	1,25
	deformação (mm)	0,70	0,35	0,41	0,20	0,55	0,70	0,42	0,43	-	0,75	0,50	0,43	0,28
	σ_t (kPa)	16,37	18,84	20,39	23,43	17,04	4,59	4,79	3,49	-	2,45	3,39	1,17	0,85
6,0m	sucção (kPa)	186.209	141.254	95.499	83.176	64.565	28.840	7.762	398	129	72	62	-	48
	e	1,20	1,19	1,33	1,23	1,39	1,44	1,40	1,39	1,41	1,20	1,29	-	1,35
	deformação (mm)	0,46	0,36	0,22	0,42	0,49	0,64	0,60	0,45	0,60	0,20	0,20	-	0,55
	σ_t (kPa)	19,39	19,76	23,06	10,48	16,75	20,91	6,11	4,62	3,09	1,57	2,50	-	1,47
7,0m	sucção (kPa)	125.893	91.201	-	-	-	-	-	-	-	-	63	47	40
	e	1,06	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	1,10	1,08	1,10
	deformação (mm)	0,20	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	0,50	0,50
	σ_t (kPa)	14,37	5,12	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,67	1,32
8,0m	sucção (kPa)	204.174	57.544	-	19.498	10.000	9.333	4.677	2.884	1.549	871	457	355	282
	e	1,11	1,06	-	1,16	1,10	1,07	1,11	1,12	1,12	1,12	1,08	1,09	1,09
	deformação (mm)	0,62	0,40	-	0,64	0,48	0,66	0,42	0,78	0,30	0,88	0,50	1,32	1,23
	σ_t (kPa)	20,29	21,54	-	13,80	11,33	17,02	10,21	16,00	11,48	6,14	8,09	8,98	5,47
9,0m	sucção (kPa)	33.884	20.417	14.454	10.965	10.000	8.128	5.495	-	661	457	-	-	-
	e	0,92	0,94	0,86	0,90	0,94	0,96	0,90	-	0,89	0,94	-	-	-
	deformação (mm)	0,55	0,73	1,39	0,35	0,80	0,95	0,58	-	0,70	0,48	-	-	-
	σ_t (kPa)	8,73	12,35	18,39	14,27	15,07	18,17	13,28	-	7,26	3,94	-	-	-
10m	sucção (kPa)	-	177.828	23.442	11.749	-	7.762	3.467	2.884	2.291	1.148	676	309	468
	e	-	0,787	0,955	0,946	-	0,933	0,949	0,949	0,938	0,966	0,947	0,925	0,911
	deformação (mm)	-	0,48	6,46	0,70	-	0,58	0,54	0,73	0,60	0,75	0,40	2,40	1,40
	σ_t (kPa)	-	13,65	2,70	16,92	-	16,67	10,81	11,95	9,31	8,83	3,77	25,35	12,18

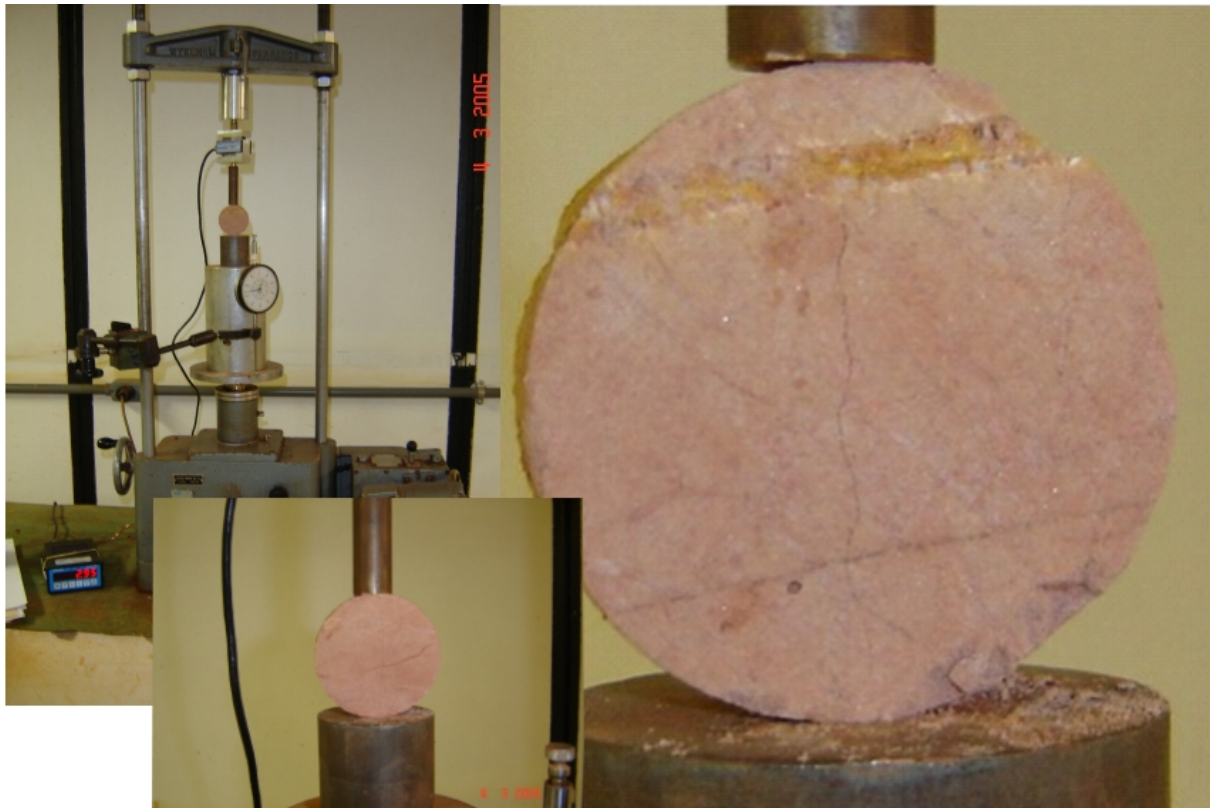


Figura 6.43 – Execução do ensaio de tração indireta.

6.3.5. – Perfil de umidade

A distribuição da água da chuva tem comportamento diferente nas diferentes camadas do perfil de solo estudado. Em solos não saturados as primeiras chuvas têm mais dificuldades de se infiltrarem na camada superficial. Porém, à medida que a água vai se infiltrando, torna-se mais fácil para que a água chegue a camadas mais profundas. Isso ocorre porque a água preenche parte dos vazios do solo e com isso aumenta-se a secção do fluxo. Este processo, chamado de frente de saturação, pode ser observado na Tabela 6.4. A distribuição das umidades máximas e mínimas em camadas diferentes para diferentes períodos do ano é claramente mostrada nesta tabela.

Os 50cm iniciais é o que mais apresenta variação de umidade sendo quase linear o incremento e decremento de umidade ,Fig. 6.44. Esta profundidade apresenta o seu máximo exatamente no período de máxima precipitação. A camada que vai até dois metros, também apresenta esta característica de ter a máxima neste período. Embora no mês de maior precipitação, Março, não tenha sido medido a umidade do solo, as tendências destas curvas indicam a umidade máxima neste mês.

Tabela 6.4 – Valores do Perfil de Umidade do Campo Experimental em vários períodos.

Prof.	Umidade					Prof.	Umidade				Prof.
	OUT	DEZ	FEV	ABR	JUL		Máximo	Data (Máx)	Mínimo	Data (Mín)	
(m)	25/10/2004	13/12/2004	14/2/2005	19/4/2005	6/7/2005	(m)					(m)
0,5	15,2%	21,2%	24,9%	21,8%	16,6%	0,5	24,9%	FEV	15,2%	OUT	0,5
1	16,9%	19,5%	26,7%	23,0%	20,9%	1	26,7%	FEV	16,9%	OUT	1
1,5	19,1%	19,1%	27,2%	25,0%	23,0%	1,5	27,2%	FEV	19,1%	OUT	1,5
2	21,2%	21,7%	27,2%	26,1%	23,7%	2	27,2%	FEV	21,2%	OUT	2
2,5	26,4%	23,9%	28,3%	30,2%	26,5%	2,5	30,2%	ABR	23,9%	DEZ	2,5
3	27,4%	27,0%	27,4%	30,9%	27,3%	3	30,9%	ABR	27,0%	DEZ	3
3,5	28,4%	28,4%	27,4%	31,8%	28,2%	3,5	31,8%	ABR	27,4%	FEV	3,5
4	28,7%	29,2%	27,3%	30,9%	28,6%	4	30,9%	ABR	27,3%	FEV	4
4,5	28,1%	29,1%	27,8%	30,7%	28,8%	4,5	30,7%	ABR	27,8%	FEV	4,5
5	28,1%	29,3%	27,7%	29,4%	29,2%	5	29,4%	ABR	27,7%	FEV	5
5,5	28,6%	28,6%	27,4%	30,1%	29,2%	5,5	30,1%	ABR	27,4%	FEV	5,5
6	27,9%	28,6%	26,8%	29,8%	29,0%	6	29,8%	ABR	26,8%	FEV	6
6,5	27,1%	26,5%	27,4%	30,0%	28,7%	6,5	30,0%	ABR	26,5%	DEZ	6,5
7	27,8%	26,2%	25,5%	29,1%	27,0%	7	29,1%	ABR	25,5%	FEV	7
7,5	26,9%	27,1%	25,1%	28,5%	26,9%	7,5	28,5%	ABR	25,1%	FEV	7,5
8	30,1%	27,8%	29,1%	28,0%	25,7%	8	30,1%	OUT	25,7%	JUL	8
8,5	29,7%	25,8%	28,7%	27,6%	25,7%	8,5	29,7%	OUT	25,7%	JUL	8,5
9	29,4%	28,5%	28,0%	25,1%	26,7%	9	29,4%	OUT	25,1%	ABR	9
9,5	31,7%	27,8%	27,2%	25,3%	26,9%	9,5	31,7%	OUT	25,3%	ABR	9,5
10	31,0%	29,4%	27,1%	25,3%	27,0%	10	31,0%	OUT	25,3%	ABR	10

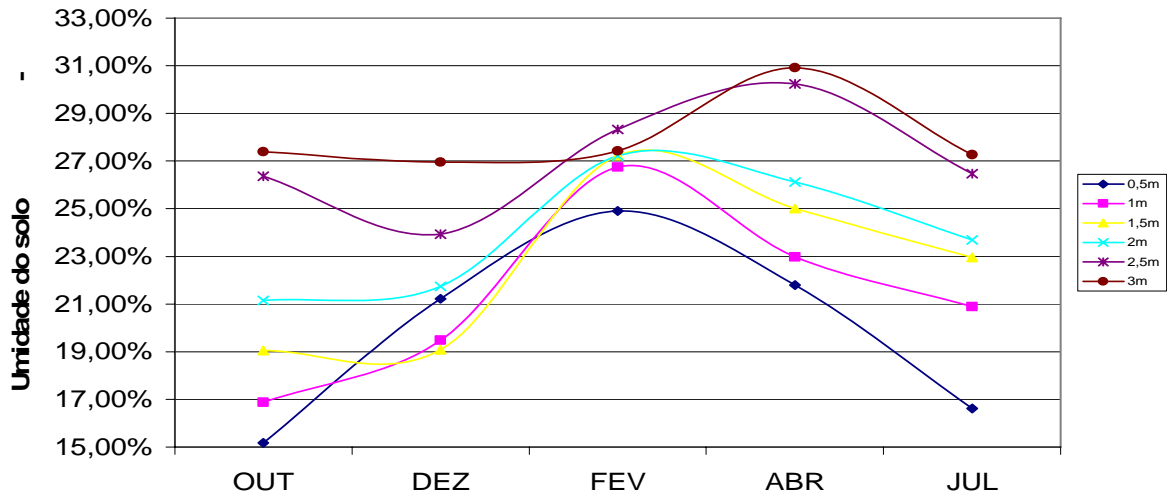


Figura 6.44 – Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 0,5-3,0m.

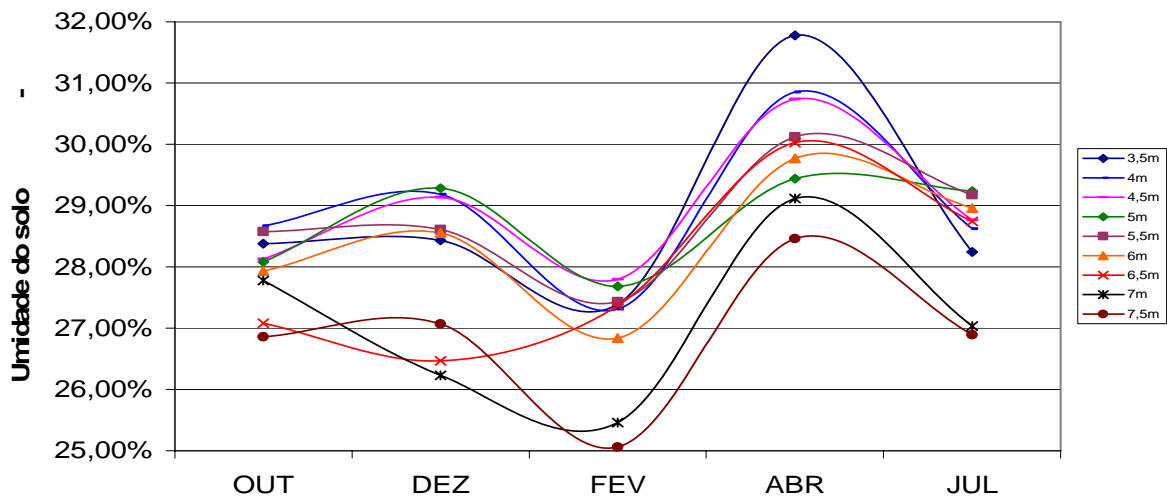


Figura 6.45 – Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 3,5-7,5m.

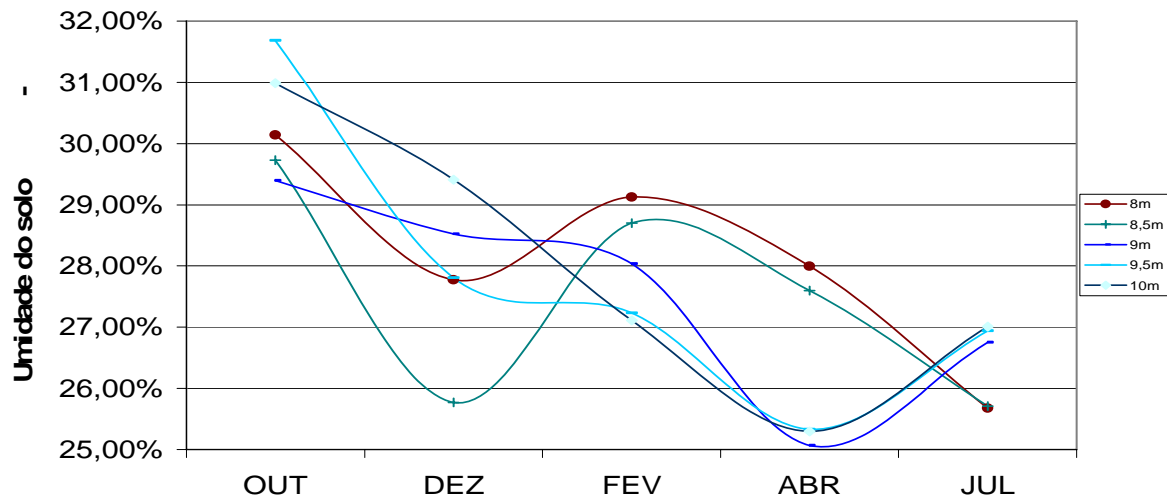


Figura 6.46 - Variação da umidade ao longo do ano, profundidade 8,0-10,0m.

A camada que vai de 2,5 a 7,5m apresenta a máxima umidade no mês de Abril, logo após o período de máxima precipitação (Março). A umidade máxima é maior na camada de 3,5 m a partir dela vai havendo um decréscimo de umidade neste período em relação à profundidade do perfil, Fig. 6.45.

Nas camadas mais profundas 8,0 – 10m a máxima umidade do solo é atingida no mês de Outubro, 8 meses após o período de máxima precipitação, Fig.6.46. Uma vez que no ano de 2004 a precipitação máxima anterior ao mês de Outubro foi no mês de fevereiro / 2004.

Observa-se neste processo de saturação do solo em função dos índices pluviométricos que o solo atinge a umidade máxima em diferentes períodos em função da profundidade, como já foi dito antes. A chuva cria uma frente de saturação nas camadas superficiais que vai favorecendo a infiltração de água nas camadas mais profundas. Esta frente de saturação que chega na camada de 8 a 10 metros de profundidade tem uma defasagem de aproximadamente um ano desde o início das primeiras chuvas. Quando a camada mais profunda atinge o ponto de máxima umidade (outubro) a camada superficial atinge o ponto mais seco do ano, Tab. 6.4.

O comportamento do perfil deste solo com relação à umidade mínima também é bem definido ao longo do ano. O ponto de mínima umidade na camada superficial, que vai de 0 a 2 metros de profundidade, é atingida no mês de Outubro, Fig. 6.44. Esta camada é a mesma que possui a máxima umidade no mês de fevereiro. É a camada que está sujeita ao processo de evaporação da água do solo devido às condições climáticas atmosféricas (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e pressão atmosférica).

Esta camada de 0 a 2 metros é formada por colúvio / aterro. É um solo heterogêneo que contém matéria orgânica (raízes). A camada seguinte deste perfil que vai de 2 a 3 metros cujas características do solo é a mesma possui a defasagem de dois meses para a umidade mínima em relação à camada anterior.

A camada que vai de 3 a 7,5 metros é composta de solo residual maduro, com alto índice de vazios, possui a umidade mínima no mês de Fevereiro, dois meses antes de apresentar a umidade máxima.

Este pequeno período entre a mínima umidade e a máxima umidade do solo que pode ser vista nas curvas da Figura 6.45 é devido à alta drenabilidade desta camada. Por outro lado esta camada quando atinge o ponto de máxima saturação leva-se muito tempo (10 meses) para drenar esta água contida nos vazios do solo para as camadas inferiores. Pode-se atribuir esta característica à tensão negativa de sucção que tende a reter as moléculas de água nas microesturas dos grãos de argila. A exceção desta camada está na profundidade de 6,5 m, quando a umidade mínima está no mês de Dezembro. Este fato pode ser justificado devido

aos veios preenchidos por grãos de quartzo contidos neste ponto do perfil do solo, onde há a transição do residual maduro para o residual jovem. Estes veios possuem o coeficiente de permeabilidade maior do que o solo em sua volta e, portanto seca mais rápido que o restante da camada de solo a que pertence.

A última camada é composta de duas subcamadas, uma que vai de 7,5 a 8,5 metros, transição do residual jovem para o saprolito, cuja umidade mínima é atingida no mês de julho e a outra subcamada que vai de 8,5 a 10m, composta de saprolito e da própria rocha cuja umidade mínima é atingida no mês de Abril, Fig. 6.46.

A Figura 6.47 mostra o perfil de umidade do Campo Experimental de Geotecnia da UnB para vários períodos do ano. Nele, pode-se constatar o que já havia sido feito por Guimarães (2002) e Mota (2003) que a maior variação de umidade está na camada superficial que vai até 3 metros de profundidade. A partir do perfil de umidade obtido no dia 25/10/2004 pode-se observar também que ele contém a mínima umidade na camada superficial, a umidade média na camada intermediária e a máxima umidade na camada mais profunda.

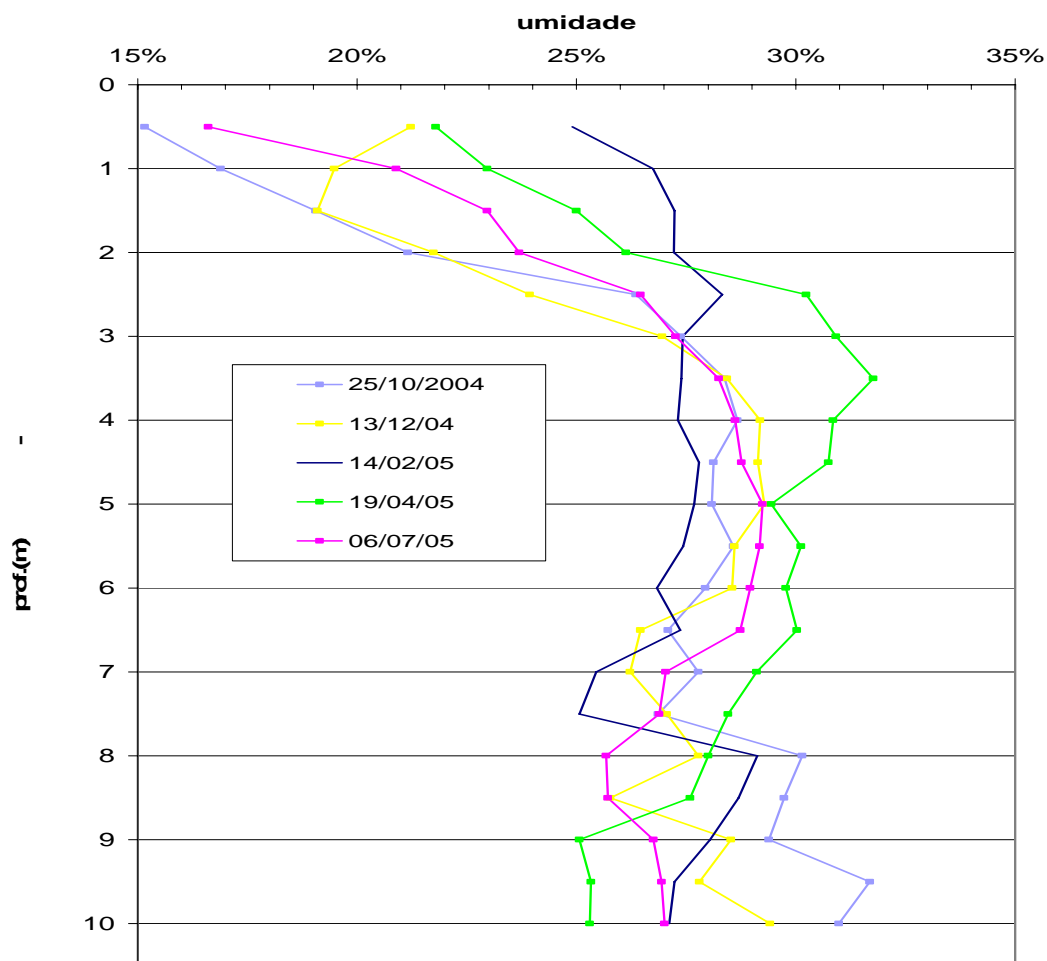


Figura 6.47 – Perfil de umidade do Campo Experimenta de Geotecnia da UnB.

6.3.6. – Ensaio de campo

Devido a semelhança do SPT – Sondagem de Simples Reconhecimento com o DPL – Penetrômetro Dinâmico Leve, ambos são ensaios dinâmicos, optou-se por fazer uma relação do DPL com o SPT para este solo do Campo Experimental de Geotecnia da UnB. Os dados do ensaio de SPT foram retirados do trabalho de Guimarães (2002), distribuído ao longo de um ano, Tab. 6.5.

A distribuição de N_{SPT} registrados na Tab. 6.5, mostra que o SPT não é um ensaio muito sensível à intensidade da tensão de sucção matricial, pois a distribuição cronológica dos valores máximos e mínimos não coincide com a distribuição anual do perfil de umidade visto na Tabela 6.4.

Da mesma forma o DPL é pouco sensível à intensidade da tensão de sucção quando se compara o perfil de umidade distribuído ao longo do ano, Tab. 6.4, e a distribuição do número de golpes ao longo do perfil durante vários períodos do ano, Tab. 6.6.

Para haver compatibilidade das medidas do DPL com o SPT, os dados do DPL foram pegos como a média dos 40cm que continham os 30cm obtidos do ensaio do SPT, Tab. 6.7. A correlação linear obtida para estes dois ensaios a partir da análise estatística de regressão linear sobre os valores médios para cada profundidade foi muito boa, coeficiente de determinação $r^2= 0,93$, Fig. 6.48, apesar deste valor estar inflacionado porque foi obtido de valores médios, que não é aconselhável numa análise de regressão, obteve-se o valor de $r^2=0,776$ quando se usaram os dados distribuídos normalmente, Fig. 6.49.

Visto que as duas equações têm coeficientes com valores bem próximos, optou-se pela simplicidade da primeira equação para ser recomendado como uma relação dos valores de DPL com valores de SPT para este solo em estudo, Eq. 6.1.

$$N_{SPT} = 0,4 N_{DPL} + 1,0 \quad (6.1)$$

A Tabela 6.8 mostra os resultados obtidos quando se usa esta equação, com dados de DPL, para se obter valores de SPT.

Esta tabela mostra que muitos valores calculados a partir do DPL coincidem com os valores do SPT medido, a maioria estima valores bem próximos, sendo que pouquíssimos valores divergem dos previstos.

É importante se ter o cuidado ao se relacionar valores de DPL com SPT medidos no mesmo período do ano, caso contrário a correlação linear entre os dois valores fica muito ruim, conforme foi experimentado neste trabalho.

Tabela 6.5 – Valores de SPT em vários períodos do ano (Guimarães (2002) – adaptado)

N (SPT)						N (SPT)					
Prof. (m)	OUT 23/10/00	FEV 24/02/00	MAR 08/03/01	JUN 21/06/00	AGO 11/08/00	Prof. (m)	Máximo	Data (Máx)	Mínimo	Data (Mín)	Prof. (m)
1	3	2	2	4	4	1	4	JUN	2	FEV	1
2	2	2	2	2	2	2	2	OUT	2	OUT	2
3	4	2	3	2	3	3	4	OUT	2	FEV	3
4	4	2	3	3	3	4	4	OUT	2	FEV	4
5	4	4	3	4	4	5	4	OUT	3	MAR	5
6	7	6	5	7	5	6	7	OUT	5	MAR	6
7	9	9	7	7	5	7	9	OUT	5	AGO	7
8	13	7	11	6	5	8	13	OUT	5	AGO	8
9	13	10	16	9	9	9	16	MAR	9	JUN	9
10	20	13	13	12	38	10	38	AGO	12	JUN	10
11	20	15		12		11	20	OUT	12	JUN	11
12	17	16		16		12	17	OUT	16	FEV	12

Tabela 6.6 – Valores de N_{DPL} para cada camada de meio metro (média dos valores de N_{10}).

Prof. (m)	Golpes (N)					Prof. (m)	Golpes (N)				Prof. (m)
	OUT 27/10/04	DEZ 16/12/04	FEV 15/02/05	ABR 20/04/05	JUL 05/07/05		Máximo	Data (Máx)	Mínimo	Data (Mín)	
0,5	57,3	15,0	7,3	10,3	67,3	0,5	67,3	JUL	7,3	FEV	0,5
1	25,0	9,8	3,6	5,2	13,0	1	25,0	OUT	3,6	FEV	1
1,5	13,2	8,6	3,8	3,6	5,2	1,5	13,2	OUT	3,6	ABR	1,5
2	6,6	7,0	4,6	2,8	3,2	2	7,0	DEZ	2,8	ABR	2
2,5	6,0	5,6	3,4	2,6	2,8	2,5	6,0	OUT	2,6	ABR	2,5
3	5,2	5,2	5,8	2,6	3,6	3	5,8	FEV	2,6	ABR	3
3,5	4,0	5,0	5,8	3,2	3,2	3,5	5,8	FEV	3,2	ABR	3,5
4	4,2	4,8	4,8	5,2	4,2	4	5,2	ABR	4,2	OUT	4
4,5	4,6	4,2	5,2	6,6	5,6	4,5	6,6	ABR	4,2	DEZ	4,5
5	5,8	5,6	7,0	7,6	6,6	5	7,6	ABR	5,6	DEZ	5
5,5	6,2	7,2	9,0	8,6	7,2	5,5	9,0	FEV	6,2	OUT	5,5
6	7,8	10,4	9,4	9,2	5,8	6	10,4	DEZ	5,8	JUL	6
6,5	9,6	9,4	13,0	11,8	6,8	6,5	13,0	FEV	6,8	JUL	6,5
7	13,4	8,8	14,6	13,2	8,6	7	14,6	FEV	8,6	JUL	7
7,5	14,0	10,6	15,0	14,8	11,6	7,5	15,0	FEV	10,6	DEZ	7,5
8	18,8	17,6	12,6	15,0	15,0	8	18,8	OUT	12,6	FEV	8
8,5	16,8	19,8	16,8	29,4	21,6	8,5	29,4	ABR	16,8	OUT	8,5
9	20,2	19,6	19,2	32,2	20,6	9	32,2	ABR	19,2	FEV	9
9,5	21,0	28,2	26,2	37,8	28,2	9,5	37,8	ABR	21,0	OUT	9,5
10	24,6	29,4	30,3	32,0	22,3	10	32,0	ABR	22,3	JUL	10

Apesar de ambos ensaios não serem muito sensíveis à sucção, talvez por terem outros fatores com interferência mais significativa nos resultados, como o atrito das hastes por exemplo, há uma certa variação nas medidas do ensaio quando ele é realizado em diferentes épocas do ano. Porém, esta variação não é distribuída na mesma proporção em que ocorre a variação da umidade do solo nas suas diversas camadas.

Para o ensaio de DPL, Fig. 6.50, observa-se que os valores obtidos na camada superficial são bem sensíveis à variação da umidade, porém à medida que vai se aprofundando os valores de N_{10} já não representam muito bem a variação da umidade. Provavelmente devido ao atrito da haste na região mais superficial que camufla o resultado na região mais profunda.

É possível ainda, através da Figura 6.50, verificar que o ensaio de DPL foi capaz de indicar a estrutura colapsível do solo investigado em função dos números de golpes N_{10} ser muito baixa na camada entre 1,0 m e 4,0 m, valores na faixa de um a quatro golpes para se descer 10cm.

Tabela 6.7 – Valores de N_{DPL} para cada camada de um metro (média dos valores de N_{10}).

Prof. (m)	$N_{10}(DPL)$				
	OUT 27/10/04	DEZ 16/12/04	FEV 15/02/05	ABR 20/04/05	JUL 05/07/05
1	17,8	7,5	3,3	4,0	8,5
2	6,5	6,3	1,8	2,5	3,0
3	4,8	5,3	5,5	2,5	3,0
4	4,5	4,8	5,0	6,3	5,3
5	5,5	6,0	8,0	7,5	7,5
6	8,3	10,3	10,3	10,5	5,5
7	14,0	11,0	16,8	14,5	10,3
8	18,3	19,5	13,8	20,8	21,0
9	22,8	22,5	24,3	35,8	28,8

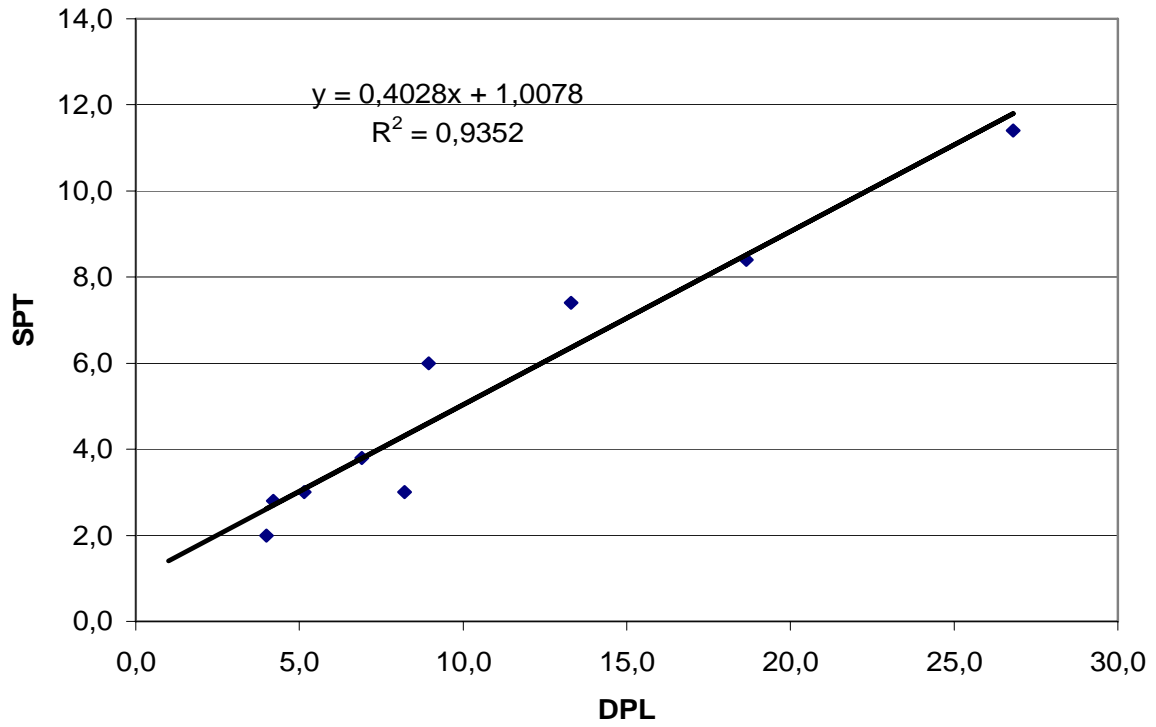


Figura 6.48 – Correlação linear entre os valores médios de SPT e DPL (Prof. de 1 a 9m).

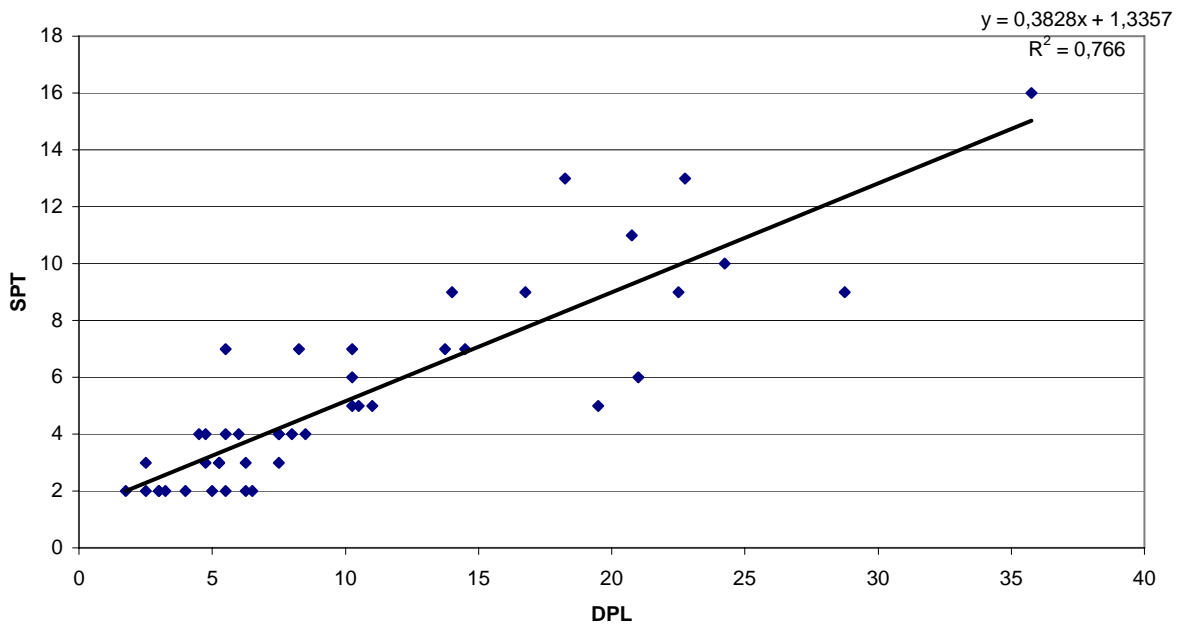


Figura 6.49 – Correlação linear entre os valores de SPT e DPL (Prof. de 1 a 9m).

Tabela 6.8 – Valores de SPT obtidos da Eq. 6.1 aplicando os valores de DPL.

Prof. (m)	OUT		FEV		ABR		JUN		AGO	DEZ
	SPT	SPT*	SPT	SPT*	SPT	SPT*	SPT	SPT*	SPT	SPT*
1	3	8	2	2	2	3	4	4	4	4
2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4
3	4	3	2	3	3	2	2	2	3	3
4	4	3	2	3	3	4	3	3	3	3
5	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3
6	7	4	6	5	5	5	7	3	5	5
7	9	7	9	8	7	7	7	5	5	5
8	13	8	7	7	11	9	6	9	5	9
9	13	10	10	11	16	15	9	13	9	10

* Valores calculados a partir da Eq. 6.1 entrando com N do DPL

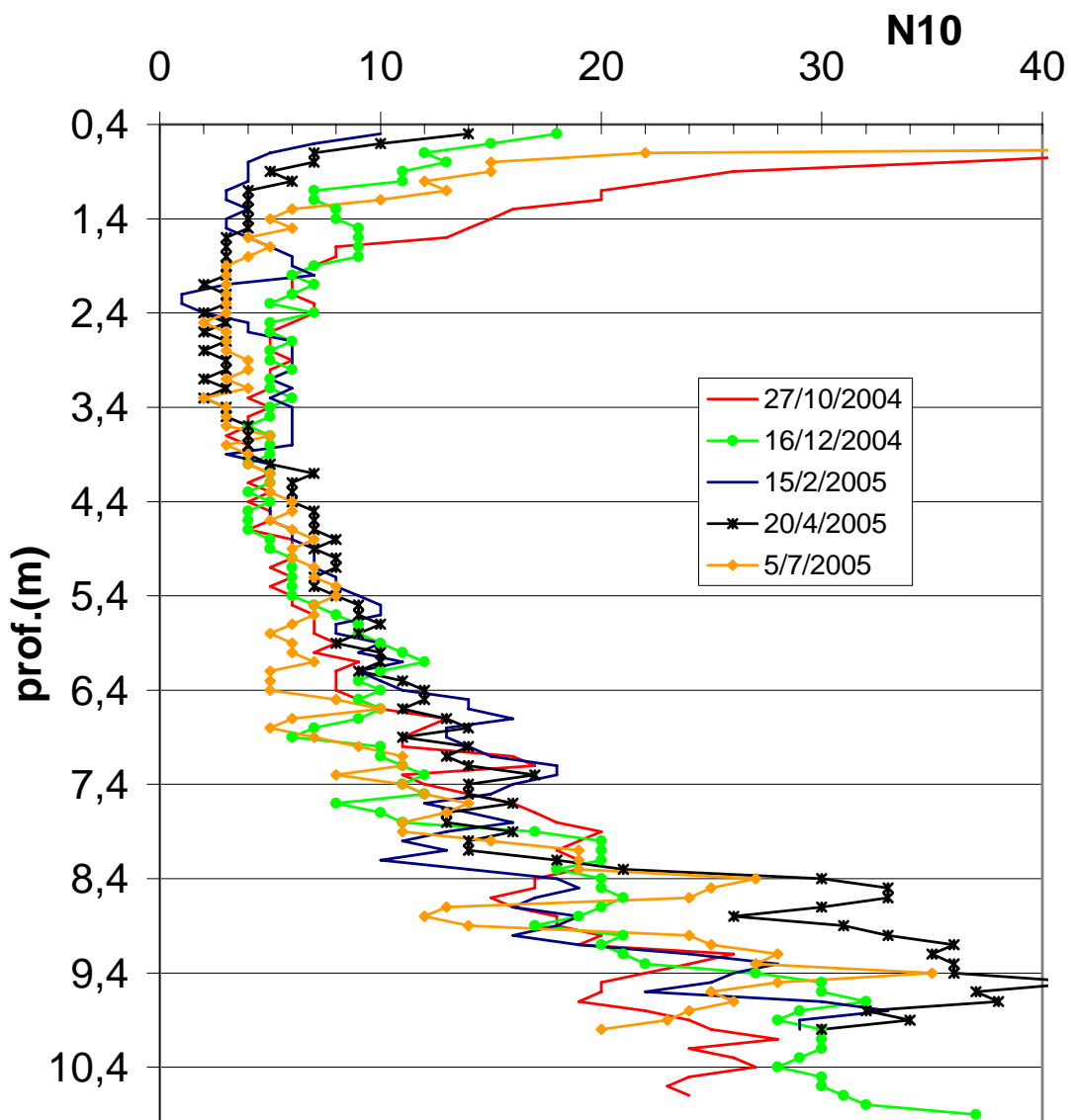


Figura 6.50 – Perfil dos valores de N_{DPL} ao longo do ano no Campo Experimental de Geotecnia da UnB.

6.4. – Discussão final da análise dos resultados

O objetivo principal deste trabalho, encontrar uma relação da sucção matricial do solo com os índices pluviométricos, é demonstrado por meio do gráfico da Figura 6.51, que relaciona as umidades máximas e mínimas do solo com a profundidade. Neste gráfico, pode-se observar claramente a variação linear da mínima umidade nos primeiros três metros de solo. Esta camada apresenta a maior variação de umidade, que é decrescente com a profundidade. Após atingir esta profundidade, a frente de saturação do solo varia muito pouco ao longo de todo o perfil.

As curvas de máximo e mínimo seguem um padrão bem comportado, abaixo dos três primeiros metros, e possuem uma pequena variação harmônica, parecendo sofrer pouca influência dos índices pluviométricos.

É possível a aplicação prática deste estudo em projetos de geotecnia para esta região, cujos horizontes do solo são semelhantes aos do Campo Experimental de Geotecnia da UnB. Isto, consiste em verificar primeiro a importância da obra, para atribuição de um fator de segurança específico, para a tensão de sucção deste solo não saturado, Eq. 6.2.

$$\psi_{calculada} = \frac{\psi_{estimada}}{FS} \quad (6.2)$$

onde:

$\psi_{estimada}$: tensão de sucção estimada no campo;

$\psi_{calculada}$: tensão de sucção a adotar no projeto;

FS : Fator de segurança.

O fato de esta pesquisa ter obtido os perfis de umidade em um ano padrão, cujo índice pluviométrico acumulado do ano em estudo está próximo do valor médio da série estudada, no Item 4.5 (média = 1.372 mm e D. P.= 277,13 mm) permite garantir ainda mais validade ao gráfico da Figura 6.51. De acordo com a Tabela 6.1 observa-se que o total anual foi de 1348,4 mm, próximo do valor acima citado, apenas a distribuição mensal da chuva difere um pouco dos valores médios da série do Item 4.5. Porém, todos os meses estão dentro do intervalo de confiança que contém 99,7% dos dados, que corresponde ao valor da média, mais a variação de três vezes o Desvio Padrão, Fig. 6.52.

Na Figura 6.52, pode ser verificado que no mês de março a curva de precipitação média mensal apresenta um pico, bem como a curva de precipitação máxima em 24h, confirmando a tendência de que em alguns anos nesta série de precipitações pluviométricas, pode ter ocorrido, neste mês, a maior precipitação mensal durante o ciclo anual de

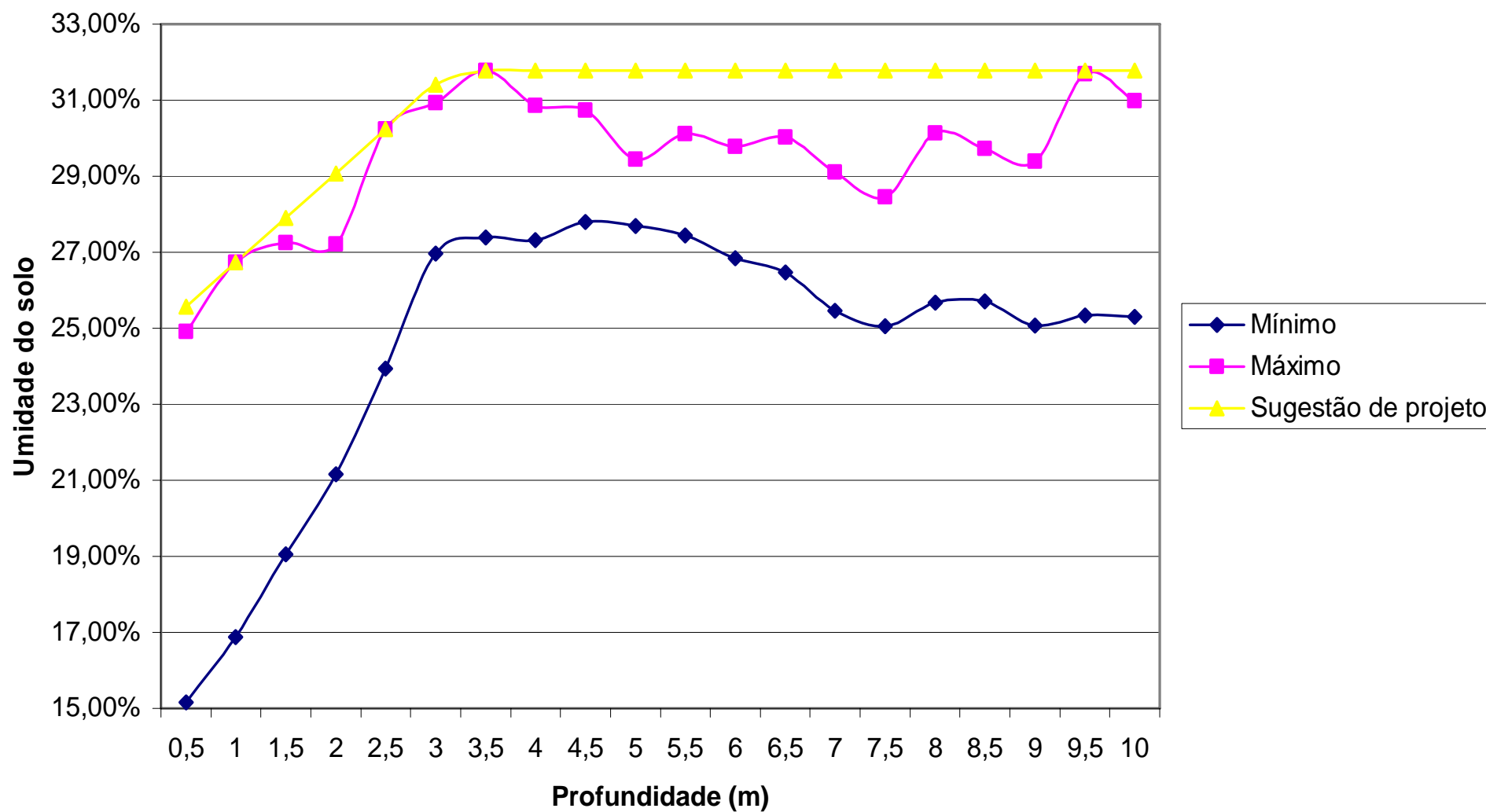


Figura 6.51 – Perfil de umidade máxima e mínima do solo no Campo Experimental de Geotecnia da UnB.

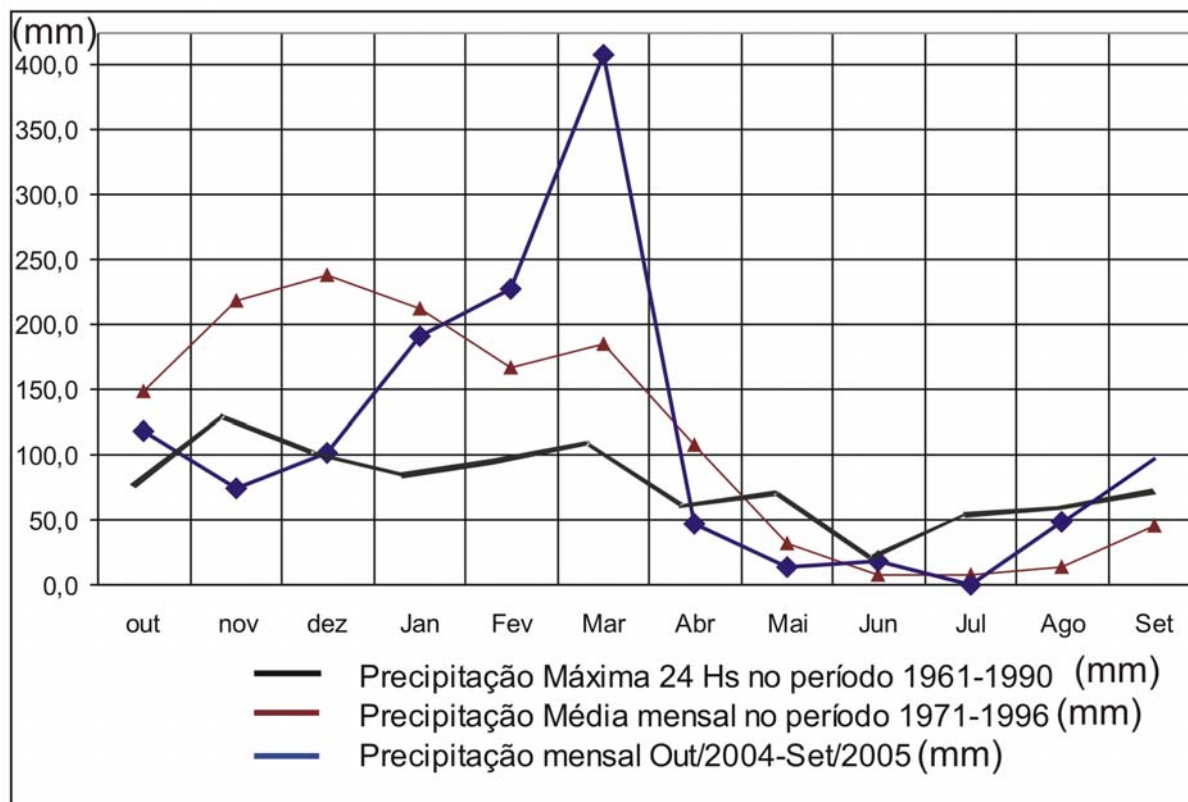


Figura 6.52 – Precipitações pluviométricas mensais.

precipitações. Isto sustenta a hipótese, de que o fato de o mês de maior precipitação durante esta pesquisa ter sido o mês de março, não fugiu do padrão dos anos anteriores. Para calcular um valor seguro de projeto para a sucção matricial no perfil de solo do Campo Experimental de Geotecnia da UnB, é sugerido que se siga os passos descritos a seguir.

Para valores de umidade do solo, adota-se os valores obtidos na Figura 6.51 cuja magnitude corresponde a reta superior à curva de máxima umidade, assim temos valores de umidade difíceis de serem alcançados durante o ciclo anual de precipitações. Na Tab. 6.9,

Tabela 6.9 – Valores de sucção matricial mínima estimada.

Prof. (m)	w	$\gamma_s(kN/m^3)$	e	Sr	ψ (pF)	ψ (kPa)
1	26,7%	25,49	1,20	56,8%	2,25	17,4
2	29,1%	26,58	1,58	48,9%	2,24	16,8
3	31,4%	25,69	1,31	61,6%	2,02	10,3
4	31,8%	25,89	1,20	68,5%	1,93	8,3
5	31,8%	25,89	1,23	66,9%	1,82	6,5
6	31,8%	26,28	1,16	72,0%	1,76	5,7
7	31,8%	26,28	1,01	82,7%	1,50	3,1
8	31,8%	26,97	0,92	93,1%	1,5*	3,1
9	31,8%	25,89	0,73	100,0%	0,00	0,0
10	31,8%	26,87	0,73	100,0%	0,00	0,0

* Valor estimado

calcula-se o grau de saturação utilizando a Equação 5.4 e os valores de índices de vazios correspondentes a cada profundidade. Aplicam-se os valores obtidos dos graus de saturação nas curvas características de cada profundidade e obtêm-se os valores estimados da sucção matricial ao longo do perfil do Campo Experimental de Geotecnia da UnB, Fig. 6.53.

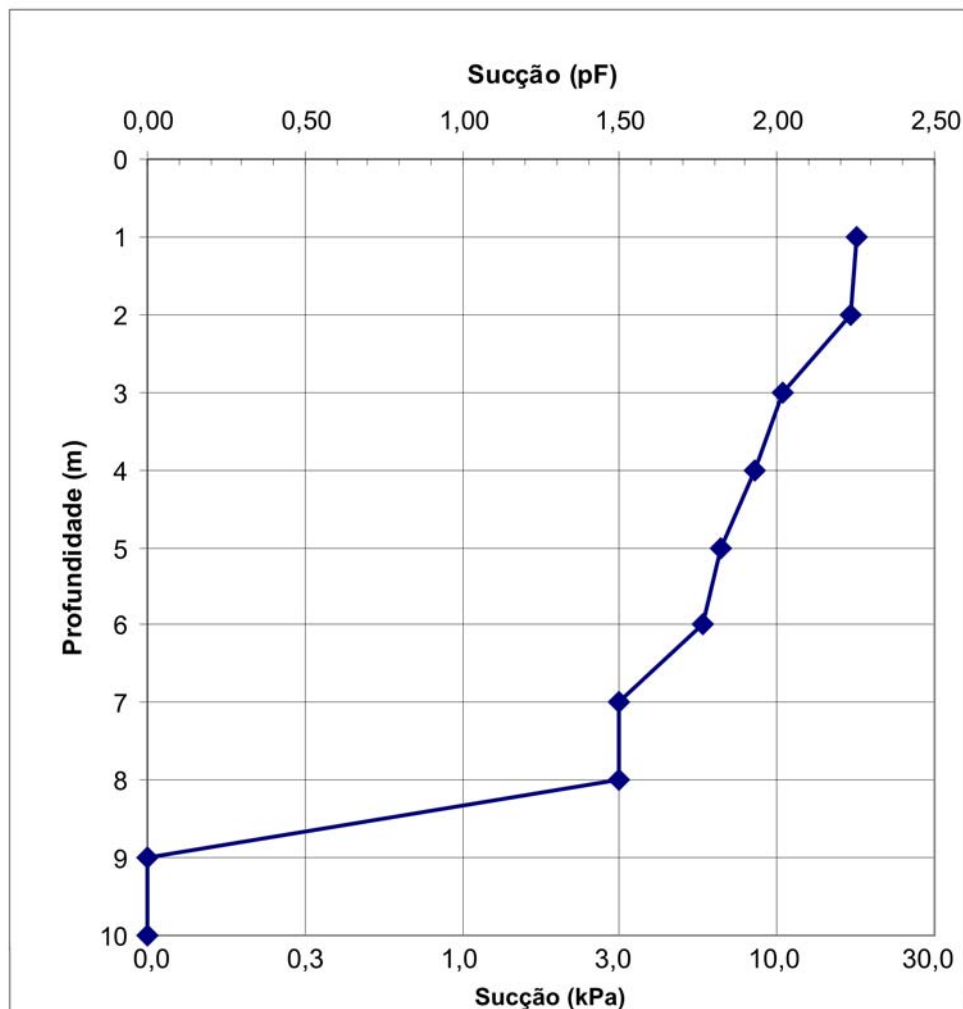


Figura 6.53 – Perfil de sucção matricial mínima estimada.

A partir dos valores acima se pode calcular a sucção a adotar no projeto, utilizando um FS adequado, Eq. 5.2. No restante dos cálculos pode ser utilizada a equação de Fredlund (1978), Eq. 2.1, com os parâmetros de resistência deste solo, Item 5.1.3.

Uma precaução importante deve ser tomada ao considerar a sucção na camada superficial que vai até 3,5 metros de profundidade, pois nela pode acontecer algum evento inesperado como o rompimento de uma tubulação ou qualquer fato que cause a inundação do terreno. Por isso, é aconselhável que se utilize a contribuição da sucção na resistência ao cisalhamento do solo, nesta camada, apenas em obras temporárias.

CAPÍTULO 7

7. – CONCLUSÃO

7.1. – Conclusões gerais

Esta pesquisa abordou, de forma integrada, vários temas de trabalhos, multidisciplinares. Foi realizada, ainda, uma ampla revisão bibliográfica de diversos trabalhos nesta mesma linha de pesquisa, como: solos tropicais não-saturados, fluxo e percolação de água em solos não-saturados, ensaios de campo, fundações e estudos climatológicos. Os principais temas tratados alcançaram bons resultados, com poucas exceções.

O local desta pesquisa, o Campo Experimental de Fundações e Ensaios de Campo do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da Universidade de Brasília, já foi objeto de outras pesquisas, envolvendo o estudo da sucção aplicada na capacidade de carga de fundações rasas e profundas, que tiveram grande contribuição científica no entendimento do comportamento deste solo. Porém, estes trabalhos se restringiram no monitoramento da variação da umidade do solo durante o ano. Nesta pesquisa, porém, avançou-se no estudo climatológico da região, obtendo-se dados climáticos e hidrológicos, no próprio local do Campo Experimental. O que possibilitou relacionar os dados climatológicos com os perfis de umidades obtidos nesta pesquisa, ampliando-se o entendimento de solos tropicais não-saturados.

Constatou-se neste trabalho, que a descrição do perfil geológico-geotécnico do solo do Campo Experimental de Geotecnia da UnB apresenta as características típicas de um solo tropical: intemperização que atinge grandes profundidades, distribuição peculiar dos minerais ao longo do perfil, grande quantidade de gibbsita nos horizontes A e B, devido ao processo de *alitização*, e maior quantidade de caolinita no horizonte C, devido ao processo de *sialitização*. Outras características peculiares dos solos tropicais também foram encontradas neste perfil de solo em estudo, como a estrutura macroporosa devida ao processo de lixiviação, favorecido pelas condições topográficas da região e pelos altos índices pluviométricos intercalados com a estação seca. Essa boa condição de drenagem,

associada às altas temperaturas favoreceram a remoção dos elementos solúveis em água, deixando apenas os que não são solúveis, os óxidos de ferro e alumínio.

A instalação da mini-estação meteorológica, exatamente no local da pesquisa, possibilitou obter dados mais precisos e realistas. Quando se utilizam dados climatológicos de um local mais distante, corre-se o risco de esses dados serem influenciados por microclimas. Assim, os dados climatológicos podem variar ao longo do tempo e do espaço.

Outra grande vantagem deste equipamento foi a aquisição de dados, que pôde ser realizada por meio de software e armazenada em forma digital, em pequenos intervalos de tempo. Desta forma, foi possível arquivar os dados para pesquisas futuras, Anexo D.

As medidas foram acompanhadas diariamente, facilitando a análise dos dados, devido ao acompanhamento dos mesmos, na definição de datas, em que se deveriam realizar as medidas de campo.

Por outro lado a mini-estação apresentou pouca sensibilidade nos seus dados devido a sua característica portátil. Isto, em relação às medidas das precipitações pluviométricas que tinham a precisão de apenas 1mm, o que às vezes possibilitava a evaporação da água coletada, antes mesmo de serem medidas.

A maior contribuição deste trabalho, entretanto, está no estudo da distribuição da umidade, para o perfil de um solo tropical, durante o período de um ano, acompanhado pelo monitoramento de dados climatológicos, aplicado neste caso ao Campo Experimental de Geotecnia da UnB. Pode-se concluir neste trabalho, de maneira efetivamente medida e comprovada, o que já tinha sido constatado em outras pesquisas (Guimarães, 2002 e Mota, 2003), conforme mostra o gráfico da Figura 6.51, onde se verifica que a maior variação da umidade ocorre nos primeiros três metros, e que, a partir desta profundidade o solo sofre pouca influência das precipitações pluviométricas. Pode-se, também, verificar o avanço da frente de saturação no solo, ao longo do ano de estudo (Tabela 6.4).

O fato de as curvas características terem sido obtidas a partir da secagem e umedecimento dos corpos de prova, sempre partindo da umidade natural, não alterou a forma das curvas. Alguns pontos, porém, mudaram seus valores, fato conhecido como histerese, fenômeno que consiste em a resposta de um sistema a uma solicitação externa se atrasar em relação ao incremento ou à atenuação dessa solicitação. De qualquer forma, independentemente, de como se procede no caminho percorrido para secagem ou umedecimento do corpo de prova, sempre haverá histerese quando se obtém a curva em

laboratório. A vantagem deste procedimento é que este é o procedimento que mais se aproxima da situação real do campo.

Como a maior parte das amostras constituem solo saprolítico ou saprolito, o ensaio de tração indireta, cujo objetivo era determinar a coesão aparente, não teve êxito para esta finalidade, pois devido à existência de orientação planar, característica intrínseca do saprolito da ardósia, estes corpos de prova quebraram-se antes mesmo do ensaio. Os resultados obtidos variaram de acordo com a posição da carga vertical aplicada, em relação às direções das clivagens reliquias da rocha. Outros fatores, ainda, podem ter sido a causa da ineficiência do ensaio, como: o adaptador utilizado para transferir a carga da célula para o corpo de prova e a velocidade do ensaio.

Os ensaios realizados com o Penetrômetro Dinâmico Leve (DPL), nesta pesquisa, mostraram que este apresenta pouca sensibilidade à sucção. Provavelmente, devido ao atrito lateral das hastes com as várias camadas do solo. Porém, foi possível estabelecer uma correlação dos valores do DPL com os do SPT, válido para qualquer perfil de solo, semelhante ao do Campo Experimental de Geotecnia da UnB. Apesar das limitações deste ensaio, da pouca representatividade dos seus dados, ele se mostrou um ensaio muito prático e de fácil utilização, podendo ser recomendado para pequenas obras, onde muitas vezes não se utiliza nenhum ensaio, para se projetar a fundação. Em locais onde não se tem nenhuma informação sobre o solo, este ensaio pode servir como estimativa para verificar, por exemplo, a existência de uma argila mole ou um solo colapsível.

A influência dos índices pluviométricos na umidade, como indicador da tensão de sucção matricial do solo, objetivo principal deste trabalho, pode ser obtida através dos dados do perfil de umidade coletados durante a pesquisa e aplicada, nas curvas características obtidas para este solo. O perfil de umidade para o solo, do Campo Experimental de Geotecnia da UnB, apresenta valores máximos ao longo do ano que crescem com a profundidade até o terceiro metro. A partir desta profundidade, a umidade varia muito pouco e parece sofrer pouca influência dos índices pluviométricos. Desta forma, a tensão de sucção, ao longo do perfil, pode ser calculada em função destes valores máximos de umidade. Deve-se adotar um fator de segurança adequado ao se considerar a tensão de sucção na capacidade de suporte do solo. É aconselhável que para os três primeiros metros, onde há a maior variação de umidade, seja tomado um cuidado especial, pois é, nesta camada, que o solo pode vir a ser inundado, por outros meios, que não sejam

as águas de chuva. Aconselha-se então, que nesta camada, seja considerada a tensão de sucção apenas para obras temporárias.

7.2. – Sugestões para futuras pesquisas

Considera-se que o presente trabalho situa-se no início de uma nova fase na evolução dos estudos da tensão de sucção relacionado com os dados pluviométricos de uma determinada região, marcado pelo monitoramento dos dados climatológicos no próprio local da pesquisa.

Neste sentido, a presente contribuição ainda necessita ser complementada e melhorada numa série de pontos que, em função dos objetivos e da exigüidade dos prazos, são sugeridos a seguir, como desenvolvimentos futuros.

São necessárias, para validação de aplicação dos ensaios de tração indireta, mais investigações, desde que se conte com novas técnicas, para garantir a obtenção de êxitos. É recomendado que se procure aperfeiçoar, primeiramente, essa técnica em solos mais homogêneos e isotrópicos, para que depois se possa aplicar neste solo do Campo Experimental.

Para os dados climatológicos x perfil de umidade seria interessante realizar mais pesquisas, no sentido de ampliar o universo espacial e temporal de amostragem. Para isso seria necessário um maior número de observações, que garantissem uma adequada análise estatística da relação umidade x precipitações pluviométricas.

Para a camada superficial que está localizada entre zero e três metros de profundidade, mais sujeita a variação de umidade durante o ano hidrológico, pode-se, ainda, monitorar diretamente a tensão de sucção através de tensiômetros e correlacioná-las com os índices pluviométricos obtidos pela estação climatológica.

A vantagem de novas investigações, monitorando o clima do local desta pesquisa, é que, neste local, foi instalada uma estação meteorológica de maior precisão, em operação.

Novos estudos poderiam corroborar com as conclusões desta pesquisa, proporcionando um aprimoramento na utilização da tensão de sucção, como incremento na resistência ao cisalhamento do solo estudado.

O ensaio de DPL, ainda pouco entendido, poderia ser objeto de estudos mais aprofundados sobre o seu uso, o que não era o objetivo deste trabalho. Seria recomendado que se fizesse análise numérica sobre a obtenção de seus dados, como a interferência da haste nos resultados do ensaio e a utilização de um torquímetro mais sensível e preciso, para a utilização neste solo, tão peculiar devido a sua estrutura macroporosa colapsível.

Neste trabalho, houve certa dificuldade para descrição do comportamento do fluxo da água da chuva neste solo residual tropical não saturado. Recomenda-se que estudos futuros determinem alguns parâmetros hidráulicos deste solo (sortividade, condutividade hidráulica e difusividade hidráulica) para um melhor entendimento do fenômeno de infiltração e distribuição desta água no solo, tanto na forma estacionária, quanto transiente.

Para essa finalidade, sugere-se que se utilizem técnicas como a da Tomografia Computadorizada, que possibilita a observação do fluxo de água em solos não saturados, em três dimensões, em laboratório ou no campo. Outra técnica que pode ser aplicada para se entender melhor o fluxo de água neste solo seria por meio da célula Rowe, que permite através de amostras indeformadas a obtenção do coeficiente de permeabilidade em várias direções, com controle da poropressão (ROWE & BARDEN, 1966).

* * *

O melhor entendimento das propriedades físicas e mineralógicas do perfil de solo estudado, bem como da influência externas dos fatores climáticos e hidrológicos que este perfil de solo está submetido, possibilitou que se pudesse avançar no conhecimento do comportamento deste solo quando este está sujeito a toda variação de sazonalidade climática ocorrida durante o ano, e com isso, obter-se mais confiança ao se projetar uma obra geotécnica em solos tropicais não saturados, atendendo ao objetivo desta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. (1977). Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia*, vol.52, pp. 17-28.
- ALBIERO, J.H, CARVALHO, D. , LOBO, A.S.(1993). Fundações. Solos do Interior de São Paulo, ABMS – Núcleo Regional de São Paulo, Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP, pp. 245-275.
- ALMEIDA, N.J. (1998). Metodologia de Previsão de Capacidade de Carga Vertical e Horizontal com o Dilatômetro de Marchetti. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-054A/98, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 141p.
- ANGELOTTI NETTO, A., CRESTANA, S., NAIME, J.M., VAZ, C.M.P., PRIMAVESI, O., SILVA, F.G.B. (2004). Novos métodos e equipamentos para caracterização física dos solos. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 3-8.
- ARAKI, M.S. (1997). Aspectos Relativos as Propriedades dos Solos Porosos Colapsíveis do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-040A/97, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 121p.
- ASSIS, A.P., ESPÓSITO, T.J., GARDONI, M.G. & SILVA, P.D.E.A.(1999). Métodos Estatística e Probabilísticos em Geotecnia, Apostila, Publicação G.AP-003C/99. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- BENEVELI, R.M., CARVALHO, M.O.M., TOLEDO, F.G.L., CARVALHO, J.C. (2004). Sensor térmico para a medição da sucção matricial do solo. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 15-25.
- BISHOP, A.W., ALPAN, I., BLIGHT, G.E. & DONALD, I.B.(1960). Factors controlling the shear strength of partly saturated cohesive soils. *Conf. On Shear Strength of Cohesive Soils. Univ. of Colorado*, 503-532.
- BRAND, E.W. (1982). Analysis and design in residual soils. *Specialty Conference on Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils, Honolulu, Hawaii*, 89-143.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J. & LEROUEIL, S. (2004). Curva característica de sucção transformada. *Solos e Rochas*, 27(3):231-242.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J., GUIMARÃES, R.C. & PEREIRA, J.H.F. (2002). Courbes de retention d'eau d'un profil d'alteration. *Unsaturated Soils. Recife*, v.i, p. 289-294.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J., KONRAD, J.M. & MUMA, M.(2000). Fluência em material granular estabilizado com emulsão. 32ª Reunião Anual de Pavimentação, Brasília-DF, v.1,p. 175-183.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J., & LEROUEIL, S. (2000). Modelo de normalização de curva característica. 32ª Reunião Anual de Pavimentação, Brasília-DF, v.1,p. 96-106.
- CAMPOS, R.F. (1998). Eficiência de Diferentes Algoritmos em Elementos Finitos para Fluxo em Meio Saturado/Não-Saturado. Dissertação de Mestrado, Publicação MTARH.DM-009A, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175p.
- CARDOSO, F.B.F.(1995). Análise Química, Mineralógica e Micromorfológica de Solos Tropicais Colapsíveis e o Estudo da Dinâmica do Colapso. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-026A/95, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 140p.

- CARDOSO, F.B.F. (2002). Propriedades e Comportamento Mecânico de Solos do Planalto Central Brasileiro. Tese de Doutorado, publicação G.TD-001A/99, Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 357p.
- CARDOSO, F.B.F., MARTINS, E.S., FARIAS, W.M., CARVALHO, J.C. (2003). Papel dos oxi-hidróxidos de Fe e Al no grau de agregação de solos do Distrito Federal. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 137-144.
- CARNEIRO, P.J.R. (1999). Mapeamento Geotécnico e Caracterização dos Materiais Naturais de Construção do Distrito Federal. Tese de Doutorado, publicação G.TD-001A/99, Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 209p.
- CARVALHO, M.N. (1995). Seminário da Disciplina Geotecnia dos Solos Tropicais. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 6p.
- CINTRA, J.C.A. (1998). Fundações em Solos Colapsíveis. Serviço Gráfico da EESC / USP, São Paulo, SP, 116p.
- CODEPLAN (1984). Atlas do Distrito Federal. GDF, Brasília, DF, 79p.
- COOK, J.R. & NEWILL, D. (1988). The field description and identification of tropical residual soils. Geomechanics in Tropical Soils. Proceedings of the 2nd Int. Conf. on Geomechanics in Tropical Soils. Singapore, 1: 3-10.
- CRESTANA, S.; MASCARENHAS, S.; POZZI-MUCELLI, R.S. (1985). Static and dynamic three-dimensional studies of water in soil using computed tomographic scanning. Soil Science, Baltimore, v.140, n.5, p.326-32.
- DELGADO, A.K.C (2002). Influência da Sucção no Comportamento de um Perfil de Solo Tropical Compactado. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-093A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 181p.
- De Mio, G., MONDELLI, G., GIACHETI, H.L. (2004). Ensaio de piezocone com filtro de cavidade na investigação de solos tropicais. 5^o Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos- SP, 31-37.
- DINIZ, N.C. (1998). Automação da Cartografia Geotécnica: Uma ferramenta de Estudos de Projetos para Avaliação Ambiental. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 297p.
- DINIZ, N.C. (2005). Evaluation geológico-geotécnica de suelos tropicales para ordenamiento territorial. Água, Minería y Medio Ambiente, Libro Homenaje al Profesor Rafael Fernández Rubio, J.A. López-Geta, A. Pulido Bosch, J.C. Baquero Úbeda (eds.), Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp.
- DUARTE, K.S (2003). Avaliação do Risco Relacionado à Contaminação dos Solos Por Hidrocarbonetos no Distrito Federal. Tese de Doutorado, publicação G.TD-012A/03, Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 259p.
- EMBRAPA (1978). Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Boletim Técnico, nº 53, SNLCS, Rio de Janeiro, RJ. 212 p.
- ENGLER, M.P.C., JONG VAN LIER, Q. (2004). Método simples para a determinação da condutividade hidráulica em amostras de solo não-saturadas. 5^o Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 39-42.
- FERREIRA, S.R.M., FUCALE, S.P., LACERDA, W.A., SANDRONI, S.S. (2002). Volume change measurements due to wetting in collapsible soils by laboratory and field test.

- Unsaturated Soils, Jucá de Campos & Marinho (eds), A.A. Balkema Publishers, Lisse / Abingdon / Exton (Pa) / Tokyo, pp 02: 577-581.
- FOOKES, P.G. (2004). Suelos Residuales Tropicales. Geological Society Professional Handbooks. Hombre Nuevo Editores, Medellín, 235p.
- FREDLUND, D.G., MORGENSTERN, N.R. & WIDGER, R.A. (1978). The shear strength of unsaturated soils. Canadian Geotechnical Journal, 15: 313-321.
- FREDLUND, D. G, RAHARDJO, H. (1993). Soil mechanics for unsaturated soils. New York: J Wiley,. 517 p.
- FREEZE, R.A. (1978). Mathematical models of hillslope hydrology. Hillslope Hydrology. Kirkby, M.J. (ed.). Wiley, Chichester, 177-225.
- FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J.E.G. (1998). Geologia do Distrito Federal. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Relatório Técnico, Vol. 1, IEMA / UnB, Brasília, DF, pp. 1-87.
- FULFARO, V.J., BJORNBERG, A.J.S. (1993). Geologia. Solos do Interior de São Paulo. ABMS – Núcleo Regional de São Paulo, Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP.
- FUTAI, M.M., ALMEIDA, M.S.S. E LACERDA, W.A. (2004). Resistência ao cisalhamento de solos não-saturados. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 43-54.
- GIDIGASU, M.D., KUMA, D.O.K. (1987). Engineering significance of lateritisation and profile development processes. 9th Regional Conference for Africa on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rotterdam, Balkema, 1: 3-20.
- GIDIGASU, M.D. (1970). The importance of soil genesis in the engineering classification of Ghana soils. Council for Scientific and Industrial Research, Building and Road Research Institute, Kumasi, Ghana, 117-161.
- GUIDICINI, G., IWASA, O.Y. (1976). Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido. Texto original do trabalho apresentado ao Simpósio “Landslides and other Mass Movements”, IAEG, Praga, Checoslováquia, 16-16-47.
- GUIMARÃES, R.C. (2002). Análise das Propriedades e Comportamento de um Perfil de Solo Laterítico Aplicada ao Estudo do Desempenho de Estacas Escavadas. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-09A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 183p.
- GUIMARÃES, R.C., CARVALHO, J.C. (2003). Influência da microestrutura nas propriedades mineralógicas e físicas de um perfil de solo do Distrito Federal. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 155-164.
- GURJÃO, C.M.C., GUIMARÃES, E.M. (2003). Caracterização mineralógica de solos do Distrito Federal classificados segundo a metodologia MCT. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 241-250.
- JOHNSON, R.B. & GRAFF, J.V. (1988). Principles of Engineering Geology. John Wiley & Sons, Inc., United States of America, 497p.
- KAKEHI, S.; REIS, R.M., VILAR, O.M. (2004). Estimativa da envoltória de resistência de um solo não saturado a partir de ensaios de compressão simples. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 55-60.
- KLUTE, A. (1992). Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy. 2. ed., Madison, v.9.

- KUNZE, R.J. & NIELSEN, D.R. (1982). Finite-difference solutions of the infiltration equation. *Soil Science*, v.134, p.81-8.
- KUTÍLEK, M. & NIELSEN, D.R. (1994). *Soil Hydrology*. Cremlingen-Dested, Catena Verlag, 370p.
- LIMA, M.C. (2003). Degradação Físico-Química e Mineralógica de Maciços Junto às Voçorocas. Tese de Doutorado, publicação G.TD-017A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 336p.
- MACHADO, S.L., BOTELHO, M.A.B., AMPARO, N.S., DOURADO, T.C. (2004). Utilização do radar de penetração do solo, GPR, para medidas de teores de água no solo. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 61-68.
- MAHLER, C.F., PACHECO, A.C.C.S., GONÇALVES, H. (2004). Desenvolvimento de um tensiômetro para medições de sucções elevadas. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 69-77.
- MANSO, E.A. (1999). Análise Granulométrica dos Solos de Brasília pelo Granulômetro a laser. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-061A/99, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 124p.
- MARINHO, F.A. (1994). Medição de sucção com método do papel filtro. X Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, ABMS, Foz do Iguaçu, PR, 2: 389-395.
- MARQUES, F.E.R., ASSIS, A.P., SOUZA, J.A. (2003). Comparação das curvas características da argila porosa de Brasília obtidas através de duas técnicas diferentes. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 231-240.
- MASCARENHA, M.M.A. (2003). Influência do Recarregamento e da Sucção na Capacidade de Carga de Estacas Escavadas em Solos Porosos Colapsíveis. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-098A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 141p.
- MASCARENHAS, M.M.A., CAMAPUM DE CARVALHO, J., GUIMARÃES, R. C. (2003). Interação entre solo-estrutura a partir de ensaios de cisalhamento direto. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 291-300.
- MASCARENHA, M.M.A., CAMAPUM DE CARVALHO, J., GUIMARÃES, R.C. (2004). Uso de dados pluviométricos na avaliação da capacidade de carga de estacas escavadas. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos- SP, 363-367.
- MEDERO, G.M., WHEELER, S.J., SCHNAID, F., GEHLING, W.Y.Y. (2004). Fatores que comandam o comportamento mecânico de um material colapsível. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 83-86.
- MELFI, A.J. & PEDRO, G. (1977). Estudo geoquímico e formações superficiais do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 7:271-286.
- MELLO JUNIOR, J.O., POLIDO, U.F. (2004). Investigações de campo e de laboratório para estudos de capacidade de carga de um solo não saturado. 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, São Carlos, SP, 87-93.
- MITCHELL, J.K., SITAR, N., ASCE, A.M. (1982). Engineering properties of tropical residual soils. *Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils*, Honolulu, Hawaii, 30-17.
- MOLINERO, G.R., AGUIAR, C.S., SOUZA, N.M., CARVALHO, J.C. (2003). Análise granulométrica por sedimentação e com emprego do granulômetro a laser. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 187-194.

- MORETI, D., CARVALHO M.P., MANNIGEL, A.R. & MEDEIROS, L.R. (2003). Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). R. Bras. Ci. Solo, 27:713-725.
- MORGENSTERN, N.R. & MATOS, M.M. (1975). Stability of slopes in residual soils. In: Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 5º Buenos Aires, Sociedad Argentina de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, Argentina, 3: 367-383.
- MORTARI, D. (1994). Caracterização Geotécnica e Análise do Processo Evolutivo das Erosões no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-010A/94, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 200p.
- MOTA, N.M.B (2003). Ensaios Avançados de Campo na Argila Porosa Não Saturada de Brasília : Interpretação e Aplicação em Projetos de Fundação. Tese de Doutorado, publicação G.TD-013A/03, Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 335p.
- MOTA, N.M.B., CUNHA, R.P., MESTNIK, Y. (2003). Avaliação da estratigrafia de um solo residual tropical do Centro-Oeste brasileiro via ensaio de campo. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 165-174.
- MOTA, N.M.B., FEITOSA, J.H.F., CARVALHO, J.C. (2003). Caracterização geotécnica do perfil de solo da cidade de Campo Grande-MS. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175-186.
- NAIME, J.M. (2001). Um Novo Método para Estudos Dinâmicos, *In Situ*, Da infiltração da Água na Região Não-Saturada do Solo. Tese de Doutorado. Departamento de Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Carlos – USP, São Carlos, SP, 146p.
- NILSSON, T.U. (2002). Thomas Nilsson Geoconsultores Ltda. www.nilsson.com.br, Thomas@nilsson.com.br. Comunicação Pessoal.
- NOVAES PINTO, M. (1993). Caracterização Geomorfológica do Distrito Federal. Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectiva. NOVAES PINTO, M. (org.), 2ª edição. Editora UnB, Brasília, pp. 227-308.
- OLIVEIRA, D.R. (2003). Análise da Interação Solo-atmosfera Durante a Secagem para Argila Porosa de Brasília. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-110A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 168p.
- OLIVEIRA, M.F.M. (2002). Utilização do Geoprocessamento no Cadastro das Erosões das Porções Central e Sudoeste do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-097A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 189p.
- OLIVEIRA, M.G. (1996). Mapeamento Geotécnico da Asa Sul – Brasília (DF). Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-036A/96, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 143p.
- PARANHOS, H.S. (1998). Caracterização Geotécnica dos Principais Grupos de Solos do Mapa Pedológico do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-051A/98, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 118p
- PASTORE, E.L. & FONTES, R.M. (1998) – Caracterização e classificação de solos. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, ABMS, São Paulo-SP. Pp 197-210.

- PEDRO, G., MELFI, A.J. (1982). The superficial alteration in tropical region and the lateritisation phenomenon. II International Seminar on Lateritisation Processes, SP, Brazil, 3-13.
- PEIXOTO, R.J. (1999). Aplicação de Modelos Constitutivos na Avaliação do Comportamento Mecânico da Argila Porosa Colapsível do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM – 064A/99, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 191p.
- PHANI KUMAR, B.R., GARG, S. & R.S.SHARMA (2002). A review of in situ properties of unsaturated soils with reference to suction. Unsaturated Soils, Jucá de Campos & Marinho (eds), A.A. Balkema Publishers, Lisse / Abingdon / Exton (Pa) / Tokyo, pp 01: 351-355.
- PHILIP, J.R. (1957). The theory of infiltration: 4. Sorptivity and algebraic infiltration infiltration equations. Soil Science n.84, p.329-39.
- PINTO, C.S., GABARA, W., PERES, J.E.E., NADER, J.J. (1993). Propriedade dos solos residuais. Solos do Interior de São Paulo. ABMS – Núcleo Regional de São Paulo, Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP, pp. 95-142.
- PRADO, I.D.M., SOUZA, N.M., GURJÃO, C.M.C. (2003). Uso do granulômetro a laser para análise granulométrica da fração passante na peneira #40 de solos tropicais. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 195-200.
- PREVEDELLO, C.L (1996). Física do Solo com Problemas Resolvidos. Curitiba:Sociedade Anônima de Estudos Avançados em Física do Solo, 446p.
- QUEZADO,L.(1993). Proposição de um Modelo Físico para Estudo da Interação Solo-estrutura em Fundações Profundas. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-009A/93, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 101p.
- RAATS, P.A.C. (2001). Developments in soil-water physics since the mid 1960s. Geoderma, Amsterdam: Elsevier, v.100, p.355-87.
- REGO, M.C. (1997). Mapeamento Geotécnico da Porção Sul da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Descoberto. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-041A/97, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 124p.
- REICHARDT, K. (1996). Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas. 2ed. Piracicaba, USP/ESALQ Depto. De Física e Meteorologia, 513p.
- ROMÃO, P.A. (1995). Mapeamento Geotécnico da Região de Águas Claras (DF). Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-019A/95, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 167p.
- ROMÃO, P.A. , SOUZA, N.M. (2003). Banco de dados digitais de SPT, no estudo de meio físico da área urbana do município de Goiânia- GO. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 277-282.
- ROWE, P.W. & BARDEN, L. (1966). A new consolidation cell. Geotechnique, 16:2:162.
- SALES, M.M. (1999). Análise de Comportamento de Sapatas Estaqueadas. Tese de Doutorado, publicação G.TD-001A/99, Departamento de engenharia civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 228p.
- SANTOS, C.R.B. (2003). Influência da Modificação do Estado de Tensões e da Sazonalidade nos Parâmetros Geotécnicos Oriundos de Ensaios de Campo na Argila Porosa de Brasília. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-116A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 118p.

- SANTOS FILHO, A. P. (2000). Uso de Geoprocessamento na Distribuição Espacial das Características e Classes Geotécnicas de Solos do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-073A/00, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 160p.
- SILVA, M.T.M., CAMAPUM DE CARVALHO, J. (2003). Variabilidade econômica na utilização de solo-cimento em solos porosos. I Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 283-290.
- SOUSA, L.C.M. (2003). Estudo Experimental do Comportamento de Sapatas Assentes em Solo Poroso Reforçado. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-106A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 133p.
- SOUZA, N.C.D.C. (1992). Mapeamento Geotécnico Regional da Folha de Aguai: com Base na Compartimentação por Formas de Relevo e Perfis Típicos de Alteração. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 207p.
- SOUZA, N.C.D.C., ZUQUETTE, L.V. (1991). Mapeamento geotécnico com base em perfis típicos de alteração para caracterização de unidades de terreno. 2º Simpósio de Geologia do Sudeste – SBG/SP-RJ. São Paulo, 345-352.
- TAVARES SALOMÃO, F. X. & ANTUNES, F.S. (1998) – Solos em pedologia. Geologia de Engenharia. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, ABMS, São Paulo-SP. Pp 87-99.
- TERZAGHI, K. & PECK, R.B. (1976). Soil Mechanics in Engineering Practice. J. Wiley & Sons, 2.ed., New York, 729p.
- VALENCIA, Y.G. (2005). Influência de la Meteorización em las Propiedades y Comportamiento de Dos Perfiles de Alteración Originados de Rocas Metamórficas. Maestria em Ingeniería Geotecnia, Universidad Nacional de Colômbia, Medellín, 102p.
- VALENCIA, Y.G., MÁRQUEZ, M.G., CARVALHO, J.C., VILLARRAGA, M. H. (2005). La meteorización y los mecanismos de inestabilización de taludes naturales en suelos residuales metamórficos. IV Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, Salvador, Brasil.
- VARGAS, M. (1985). The concept of tropical soils. TropicalLS'85. I International Conference on Geomechanics in Tropical Lateritic and Saprolitic Soil. ABMS. Brasília, Brasil. 3: 101-134.
- WESLEY, L.D. (1988). Engineering classification of residual soils. Geomechanics in Tropical Soils. Proceedings of the 2nd Int. Conf. on Geomechanics in Tropical Soils. Singapore, 1: 77-84.
- WOLLE, C. M. (1988). Análise dos Escorregamentos Translacionais Numa Região da Serra do Mar no Contexto de uma Classificação de Mecanismos de Instabilização de Encostas. Tese de Doutorado - ESCOLA POLITÉCNICA, Universidade de São Paulo, São Paulo, 406p.
- ZARADNY, H. (1993). Groundwater Flow in Saturated and Unsaturated Soil. Zeidler, R.B.(ed.), A.A. Balkema / Rotterdam / Brookfield, 279p.
- ZUQUETTE, L.V.; PEJON, O.J.; PARAGUASSU, A.B.; GANDOLFI, N (1995). Características básicas apresentadas pelos materiais inconsolidados residuais arenosos da Formação Botucatu quando percolados por soluções enriquecidas com as espécies químicas K⁺, Na⁺, Cu²⁺, Zn²⁺ e Cl⁻. *Geociências*, v.14, n.2, p.133-144.

ANEXO A

DADOS DE CALIBRAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA CÉLULA DE CARGA UTILIZADA NO ENSAIO DE TRAÇÃO INDIRETA

R&S **TECNOLOGIA DE TRANSDUTORES LTDA**
Rua Lord Clemente Attlee, 417- Chácara Inglesa- CEP: 05142-020
São Paulo-SP - Fone/Fax: (0XX-11)3835-7821

DADOS DE CALIBRAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

MODELO : IT104 NR DE SÉRIE : 112051-E
*ESCLA :5000 cDESC:50.00 Incr. : 0,01
*FCESC: 29746 SEnS :2.000

MOD. SB-50 ESCALA NOMINAL (EN) : 50kgf NR DE SÉRIE : 112051-T

*SENSIBILIDADE : 2,000 mV/V

*ERRO GLOBAL (Linearidade, repetibilidade, Histerese) : < 0,05 % EN

*DESEQUILÍBRIO INICIAL (ZERO) : - 0,001 mV/V

*IMPEDÂNCIA DE ENTRADA : 402,8 ohms

*IMPEDÂNCIA DE SAÍDA : 349,6 ohms

*SOBRECARGA MÁX. (Sem alteração das características) : 1,5 x EN

*SOBRECARGA MAX. (Sem destruição mecânica) : 3 x EN

*ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA MAX. : 12 Vcc

*TEMPERATURA DE UTILIZAÇÃO : - 20 a + 80 °C

*TEMPERATURA DE COMPENSAÇÃO : + 20 a + 60 °C

*VARIAÇÃO DO ZERO COM A TEMPERATURA : < 0,001% EN / °C

*VARIAÇÃO DA SENSIBILIDADE COM A TEMPERATURA : < 0,002% EN / °C

*CONEXÃO ELÉTRICA : Cabo elétrico blind. de quatro condutores

*IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES

VERMELHO : Alim. + (P1) AZUL : Sinal + (S1)
PRETO : Alim. - (P2) BRANCO : Sinal - (S2)

DATA : 21/02/2005

VISTO :



ANEXO B

Informações sobre o tempo

Temperatura:

A maior temperatura registrada no mundo foi 58 graus Celsius em Alaziziyah, Líbia, em 15 de Setembro de 1922. A menor temperatura foi -88,5 graus Celsius em Vostok, Antártida, em 24 de Agosto de 1960.

No Brasil, a temperatura máxima foi registrada na cidade do Rio de Janeiro, em 14 de Janeiro de 1984, chegando a 43,2° C. A temperatura mínima foi na cidade de Xanxerê, Estado de Santa Catarina, chegando a -11,6° C, em 25 de Julho de 1945. O menor índice de umidade relativa do ar registrada no Brasil foi de 10%, nas cidades de Uberaba-MG, em setembro de 1994 e em Brasília-DF, em 07 de agosto de 2002.

A década de 1990 teve as maiores temperaturas registradas do planeta terra desde o período de 1860. O ano mais quente foi de 1998, com aquecimento de 0,58°C e o segundo ano mais quente foi o de 2002, com 0,5°C a maior que a média de 1961-1960. Os 7 anos mais quentes da Terra correram na década de 1990 são 2002, 1998, 1997, 1995, 1990, 1999 e 1994 (ordem descendente).

Análise de indicadores climáticos dos últimos 400 anos mostram que os anos da década de 1990 foram os mais quentes do milênio, e que o século XX foi o mais quente. O ano mais quente do milênio foi 1998 e o mais frio, provavelmente foi 1601.

Chuvas:

No Brasil a maior precipitação (quantidade de chuva) em 24 horas na última década foi na cidade de Florianópolis, chegando aos 404,8 mm em 15 de Novembro de 1991. Nesta localidade no mês de Novembro, normalmente chove o equivalente à 129mm, que é a média de climática mensal de 30 anos.

O lugar do planeta onde mais chove é o encontro Waialeale, situado numa Ilha do Havaí, no Pacífico. A média anual de precipitação é de 11700mm, quase três vezes maior que o índice do lugar mais úmido do Brasil que raramente passa de 3000mm/ano.

Fonte: INMET (www.inmet.gov.br).

ANEXO C

ESQUEMA DO RELATÓRIO
DOS VALORES MÉDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS DIÁRIOS
(O relatório completo encontra-se em arquivo digital no CD anexo)

ANEXO D

RELATÓRIO MENSAL de DADOS CLIMATOLÓGICOS DIÁRIOS

MESES

OUTUBRO 2004
NOVEMBRO 2004
DEZEMBRO 2004
JANEIRO 2005
FEVEREIRO 2005
MARÇO 2005
ABRIL 2005
MAIO 2005
JUNHO 2005
JULHO 2005
AGOSTO 2005
SETEMBRO 2005

Outubro 2004

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/10/2004	12:00	32,8	27	11,3	893	3	4	67	0	0	0	31,4
5/10/2004	16:00	32,9	28	12	893	0,5	4	233	0	0	0	31,6
5/10/2004	20:00	26,2	40	11,6	894				0	0	0	26,3
6/10/2004	00:00	20,8	66	14,2	894	3	10	209	0	0	0	23,8
6/10/2004	04:00	18,5	80	15	894				0	0	0	21,1
6/10/2004	08:00	26,6	42	12,7	896				0	0	0	26,7
6/10/2004	20:00	27,9	31	9,2	892				0	0	0	27
7/10/2004	00:00	23,2	44	10,3	894	2,24	12	172	0	0	0	25,1
7/10/2004	04:00	21,4	48	10	895				0	0	0	25
7/10/2004	08:00	27,5	34	10,3	896				0	0	0	26,9
7/10/2004	12:00	34,3	23	10,2	895				0	0	0	32,6
7/10/2004	16:00	36,5	17	7,5	892				0	0	0	34,3
7/10/2004	20:00	27,3	26	6,1	893				0	0	0	26,5
8/10/2004	00:00	21	46	8,9	895	1,27	9	155	0	0	0	25,1
8/10/2004	04:00	16,8	60	9	894				0	0	0	16,8
8/10/2004	08:00	25,9	40	11,2	897				0	0	0	26,1
11/10/2004	12:00	21	90	19,3	897	1,13	8	149	20	20	20	19,3
13/10/2004	12:00	29,7	48	17,5	896	1,68	9	147	1	21	21	30,3
13/10/2004	16:00	30,9	36	14,1	892				0	21	21	30,2
13/10/2004	20:00	24,3	59	15,8	893				0	21	21	25,5
14/10/2004	00:00	21,8	75	17,2	895	2,47	13	187	0	21	21	22,8
14/10/2004	04:00	21,5	80	17,9	894				0	21	21	21,9
14/10/2004	08:00	24,9	66	18,1	898				0	21	21	25,9
14/10/2004	12:00	31	39	15,4	896				0	21	21	30,8
14/10/2004	20:00	25,8	52	15,2	894				0	21	21	26,5
18/10/2004	20:00	29	34	11,6	892	4,11	10	88,3	0	21	21	28,1
19/10/2004	00:00	23,4	58	14,6	894	1,55	11	193	0	21	21	25
19/10/2004	04:00	21,8	66	15,1	894				0	21	21	23,9

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
19/10/2004	08:00	24	67	17,5	896				0	21	21	25,1
19/10/2004	12:00	29,3	41	14,7	897				0	21	21	29
19/10/2004	16:00	25,5	58	16,7	895				0	21	21	26,4
19/10/2004	20:00	23,2	69	17,2	896				0	21	21	24,3
20/10/2004	00:00	21,5	83	18,5	897	2,39	11	167	0	21	21	21,3
20/10/2004	04:00	21	84	18,2	894,5				0	21	21	20,7
20/10/2004	08:00	24,5	66	17,7	894,8				0	21	21	25,5
20/10/2004	12:00	30,3	43	16,4	897				0	21	21	30,5
20/10/2004	16:00	31,7	32	13	893				0	21	21	30,7
20/10/2004	20:00	22,7	76	18,2	894				1	22	22	23,3
21/10/2004	00:00	22,7	82	19,5	895	2,28	10	107	1	23	23	22,6
21/10/2004	04:00	23	72	17,6	894				1	24	24	23,9
21/10/2004	08:00	23,5	69	17,5	897				1	25	25	24,6
21/10/2004	12:00	29,3	45	16,1	897				1	26	26	29,4
21/10/2004	16:00	31,9	37	15,4	894				1	27	27	31,6
21/10/2004	20:00	25,5	56	16	895				0	27	27	26,3
22/10/2004	00:00	22,4	71	16,9	897	2,64	10	135	0	27	27	23,6
22/10/2004	04:00	20,5	80	16,9	896				0	27	27	21,3
22/10/2004	08:00	20,1	77	16	899				0	27	27	21,9
22/10/2004	12:00	27,9	43	14,2	899				0	27	27	27,8
22/10/2004	16:00	32,2	32	13,5	896				0	27	27	31,3
22/10/2004	20:00	26,2	43	12,6	895				0	27	27	26,4
23/10/2004	00:00	22,2	63	14,9	897	1,84	11	115	0	27	27	24,3
23/10/2004	04:00	21,3	66	14,7	895				0	27	27	23,8
23/10/2004	08:00	21,4	63	14	897				0	27	27	24,1
23/10/2004	12:00	30,3	34	12,7	896				0	27	27	29,4
23/10/2004	16:00	34,2	27	12,6	893				0	27	27	33,1
23/10/2004	20:00	28,3	35	11,4	893				0	27	27	27,6
24/10/2004	00:00	20,6	81	17,2	896	0,98	13	194	0	27	27	21,1

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
24/10/2004	04:00	19,2	92	17,9	895				2	29	29	17,4
24/10/2004	08:00	21,6	82	18,4	896				7	34	34	21,5
24/10/2004	12:00	26,3	53	16	895				7	34	34	26,9
24/10/2004	16:00	22,4	69	16,5	892				7	34	34	23,9
24/10/2004	20:00	21,9	78	17,8	894				7	34	34	22,4
25/10/2004	00:00	21,4	74	16,6	895	1,81	14	182	0	34	34	22,8
25/10/2004	04:00	20,3	76	15,9	892				0	34	34	22,1
25/10/2004	08:00	25,8	48	13,9	893				0	34	34	26,3
25/10/2004	12:00	26	48	14,2	894				0	34	34	26,5
25/10/2004	16:00	29,1	42	14,8	890				0	34	34	28,8
25/10/2004	20:00	20,8	92	19,5	893				3	37	37	18,6
26/10/2004	12:00				896	3,09	11	136	12	49	49	
26/10/2004	12:00	26,8	49	15,2	895				19	56	56	27,2
26/10/2004	16:00	25,9	59	17,3	892				19	56	56	26,8
27/10/2004	08:00	22,5	70	16,7	897	1,86	14	143	36	92	92	23,8
27/10/2004	16:00	26,5	52	15,8	893				36	92	92	27
27/10/2004	20:00	18,3	95	17,5	897				36	92	92	15,8

Novembro 2004

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (km/h)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/11/2004	16:00	92,4	27	53,6		3,19	10	67	0	76		90,1
6/11/2004	12:00	32	28	2,6		0,24	6	146	0	76		32
6/11/2004	20:00	22,9	72	17,6	894				0	76	121	23,9
7/11/2004	00:00	22,9	72	17,6	896	1,77	10	178	0	76	121	23,9
7/11/2004	04:00	22,9	72	17,6	894				0	76	121	23,9
7/11/2004	08:00	22,9	72	17,6	896				0	76	121	23,9
7/11/2004	12:00	30,4	39	14,9	897				0	76	121	30,1
7/11/2004	16:00	33,5	32	14,5	893				0	76	121	32,9
7/11/2004	20:00	21,2	90	19,5	894				4	80	125	19,5
8/11/2004	00:00	21,1	87	18,9	894	1,82	10	151	0	80	125	20,1
8/11/2004	04:00	20,3	93	19,1	894				0	80	125	17,8
8/11/2004	08:00	20,3	93	19,1	896				0	80	125	17,8
8/11/2004	12:00	23	87	20,7	897				0	80	125	22,3
8/11/2004	16:00	33,6	32	14,7	894				0	80	125	33,1
8/11/2004	20:00	21,8	75	17,1	895				0	80	125	22,8
9/11/2004	00:00	21,4	79	17,6	896	1,78	10	135	0	80	125	21,9
9/11/2004	04:00	21	77	16,8	895				0	80	125	22,1
9/11/2004	08:00	20	89	18,1	897				2	82	127	18,8
9/11/2004	12:00	28,9	46	16,1	898				2	82	127	29,1
9/11/2004	16:00	30,5	38	14,6	895				2	82	127	30
9/11/2004	20:00	30,1	33	12,1	894				2	82	127	29,1
10/11/2004	00:00	25,5	46	13	896	1,66	10	124	0	82	127	26,1
10/11/2004	04:00	25,5	46	13	894				0	82	127	26,1
10/11/2004	08:00	24,3	50	13,2	896				0	82	127	25,5
10/11/2004	12:00	31,5	30	11,8	897				0	82	127	30,3
10/11/2004	16:00	33	27	11,5	895				0	82	127	31,6
10/11/2004	20:00	25,9	40	11,3	893				0	82	127	26,1
11/11/2004	00:00	22,2	52	11,9	893	2,75	11	179	0	82	127	24,9

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (km/h)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
11/11/2004	04:00	19,6	65	12,8	893				0	82	127	24
11/11/2004	08:00	21,1	56	12	893				0	82	127	24,7
11/11/2004	12:00	29,5	30	10,1	894				0	82	127	28,3
11/11/2004	16:00	33,5	23	9,5	890				0	82	127	31,7
11/11/2004	20:00	25,5	51	14,6	891,2				0	82	127	26,2
12/11/2004	00:00	22,5	64	15,3	894	2,79	13	273	0	82	127	24,3
12/11/2004	04:00	20,9	79	17,1	891				0	82	127	21,7
12/11/2004	08:00	21,3	74	16,5	893				0	82	127	22,7
12/11/2004	12:00	26,3	47	14,1	894				0	82	127	26,7
12/11/2004	16:00	31,1	36	14,3	894				0	82	127	30,5
12/11/2004	20:00	25,9	52	15,3	892				0	82	127	26,5
13/11/2004	00:00	22,7	69	16,7	895	0,89	8	152	0	82	127	24
13/11/2004	04:00	19,7	86	17,3	893				0	82	127	19,5
13/11/2004	08:00	24,5	66	17,7	895				0	82	127	25,5
13/11/2004	12:00	34,7	31	15,1	895				0	82	127	34,5
14/11/2004	16:00	25	65	18	894	1,83	9	152	0	82	127	26
14/11/2004	20:00	22,8	75	18,1	894				0	82	127	23,5
15/11/2004	00:00	20,6	86	18,2	896	1,87	20	119	0	82	127	20
15/11/2004	04:00	21	83	18	895				0	82	127	20,9
15/11/2004	08:00	21	84	18,2	896				0	82	127	20,7
15/11/2004	12:00	29,5	47	17	897				0	82	127	29,9
15/11/2004	16:00	34,2	32	15,2	894				0	82	127	34
15/11/2004	20:00	20,4	67	14,1					0	82	127	23,6
16/11/2004	00:00	19,6	93	18,4	897	0,94	10	179	0	86	131	17,3
16/11/2004	04:00	18,6	94	17,6	897				14	100	145	16,4
16/11/2004	08:00	19,3	94	18,3	898				16	102	147	16,7
16/11/2004	12:00	23,5	70	17,7	899				16	102	147	24,5
16/11/2004	16:00	28,6	49	16,9	895				16	102	147	29,1
16/11/2004	20:00	23,3	68	17,1	894				16	102	147	24,5

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (km/h)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
17/11/2004	00:00	23,2	69	17,2	897	1,03	10	197	0	102	147	24,3
17/11/2004	04:00	23,2	69	17,2	895				0	102	147	24,3
17/11/2004	08:00	23,2	69	17,2	897				0	102	147	24,3
17/11/2004	12:00	27,4	59	18,7	897				0	102	147	28,6
17/11/2004	16:00	21,2	81	17,8	896				0	102	147	21,5
17/11/2004	20:00	21,4	83	18,4	895				0	102	147	21,2
18/11/2004	00:00	20,6	79	16,8	897	1,23	12	189	0	102	147	21,6
18/11/2004	04:00	20	83	17,1	895				0	102	147	20,4
18/11/2004	08:00	21,6	75	17	896				0	102	147	22,7
18/11/2004	12:00	25,8	62	18	896				0	102	147	26,8
18/11/2004	16:00	27,1	57	17,9	893				14	116	161	28
18/11/2004	20:00	27,1	45	14,1	894				14	116	161	27,2
19/11/2004	00:00	27,1	45	14,1	896	2,06	13	289	0	116	161	27,2
19/11/2004	04:00	27,1	45	14,1	893				0	116	161	27,2
19/11/2004	08:00	20,6	94	19,6	896				5	121	166	17,8
19/11/2004	12:00	25,2	56	15,8	896				5	121	166	26,1
19/11/2004	16:00	30,5	40	15,4	893				5	121	166	30,3
19/11/2004	20:00	28	46	15,3	893				5	121	166	28,1
20/11/2004	00:00	20,3	93	19,1	896	1,08	11	249	0	125	170	17,8
20/11/2004	04:00	20,6	86	18,2	893				0	125	170	20
20/11/2004	08:00	20,6	86	18,2	894				0	125	170	20
20/11/2004	12:00	20,6	86	18,2	895				0	125	170	20
20/11/2004	16:00	23,4	85	20,7	893				5	130	175	23,1
20/11/2004	20:00	20,5	90	18,8	894				7	132	177	18,8
21/11/2004	00:00	20,5	91	18,9	896	1,23	8	234	0	134	179	18,5
21/11/2004	04:00	19,6	94	18,6	894				0	134	179	16,9
21/11/2004	08:00	20,6	91	19,1	896				0	134	179	18,6
21/11/2004	12:00	27,4	47	15,1	896				0	134	179	27,6
21/11/2004	16:00	27,4	47	15,1	894				0	134	179	27,6

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (km/h)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
21/11/2004	20:00	27,4	47	15,1	893				0	134	179	27,6
22/11/2004	00:00	27,4	47	15,1	895	1,92	11	141	0	134	179	27,6
22/11/2004	04:00	27,4	47	15,1	895				0	134	179	27,6
22/11/2004	08:00	17,7	93	16,6	896				0	134	179	17,7
22/11/2004	12:00	29,4	46	16,6	897				0	134	179	29,7
22/11/2004	16:00	30,1	43	16,1	894				0	134	179	30,1
22/11/2004	20:00	24,4	55	14,8	895				0	134	179	25,6
23/11/2004	00:00	21,2	79	17,4	897	2	10	141	0	134	179	21,8
23/11/2004	04:00	21,2	80	17,6	896				0	134	179	21,6
23/11/2004	08:00	20,7	77	16,5	898				0	134	179	22
23/11/2004	12:00	27,3	47	15	899				0	134	179	27,5
23/11/2004	16:00	31,1	34	13,4	896				0	134	179	30,3
23/11/2004	20:00	28,2	35	11,3	896				0	134	179	27,5
24/11/2004	00:00	21,8	64	14,7	898	2,36	10	135	0	134	179	24,1
24/11/2004	04:00	21,8	64	14,7	896				0	134	179	24,1
24/11/2004	08:00	21,8	64	14,7	897				0	134	179	24,1
24/11/2004	16:00	29,6	38	13,8	896				0	145	188	29
24/11/2004	20:00	26,6	42	12,7	895				0	145	188	26,7
25/11/2004	00:00	26,6	42	12,7	897	2,25	9	127	0	145	188	26,7
25/11/2004	04:00	20,9	71	15,5	896				0	145	188	23,1
25/11/2004	08:00	19,7	82	16,5	896				0	145	188	20,6
25/11/2004	12:00	24,4	57	15,4	896				0	145	188	25,6
25/11/2004	16:00	32,1	31	12,9	896				0	145	188	31,1
26/11/2004	12:00	29	45	15,8	896	2,26	9	92,1	0	145	188	29,1
26/11/2004	16:00	32,7	28	11,8	893				0	145	188	31,4
26/11/2004	20:00	25	60	16,7	892				0	145	188	26
27/11/2004	00:00	21,5	67	15,1	895	2,71	13	143	0	145	188	23,7
27/11/2004	04:00	21,1	72	15,9	893				0	145	188	23
27/11/2004	08:00	22,9	66	16,2	894				0	145	188	24,4

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (km/h)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
27/11/2004	12:00	28,3	43	14,5	895				0	145	188	28,1
27/11/2004	16:00	29,8	42	15,5	892				0	145	188	29,7
27/11/2004	20:00	23,4	68	17,2	892				0	145	188	24,5
28/11/2004	00:00	22,3	72	17	895	3,99	17	182	0	145	188	23,5
28/11/2004	04:00	22,3	72	17	893				0	145	188	23,5
28/11/2004	08:00	21,2	82	18	894				0	145	188	21,2
28/11/2004	12:00	23,8	60	15,6	895				0	145	188	25,2
28/11/2004	16:00	28,1	45	15	891				0	145	188	28,1
28/11/2004	20:00	20,7	90	19	891				1	146	189	19
29/11/2004	00:00	20,4	84	17,6	894	4,17	12	297	0	146	189	20,4
29/11/2004	04:00	20,2	86	17,8	892				0	146	189	19,7
29/11/2004	08:00	20,8	81	17,5	894				0	146	189	21,2
29/11/2004	12:00	26,3	57	17,1	894				0	146	189	27,1
29/11/2004	16:00	28,6	47	16,2	892				0	146	189	28,9
29/11/2004	20:00	21,7	87	19,5	892				0	146	189	20,7
30/11/2004	00:00	21,6	87	19,3	894	3,59	10	248	0	146	189	20,6
30/11/2004	04:00	20,7	91	19,2	892				2	148	191	18,7
30/11/2004	08:00	20	92	18,7	894				3	148	192	17,9
30/11/2004	12:00	23	72	17,7	895				3	149	192	23,9

Dezembro 2004

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/12/2004	12:00	28,5	41	14	896	2,6	11	225	3	73	192	28,2
1/12/2004	16:00	27,5	42	13,4	893				3	73	192	27,4
1/12/2004	20:00	21,8	85	19,2	894				9	79	198	21,1
2/12/2004	00:00	21,5	90	19,8	896	1,87	9	174	0	79	198	19,8
2/12/2004	04:00	19,5	92	18,2	895				2	81	200	17,5
2/12/2004	08:00	19,6	95	18,8	896				2	81	200	16,6
2/12/2004	12:00	23,8	71	18,2	897				2	11	200	24,7
2/12/2004	16:00	29,5	42	15,3	894				2	11	200	29,4
2/12/2004	20:00	22,5	62	14,9	895				2	11	200	24,5
3/12/2004	00:00	19,3	94	18,3	897	1,21	9	122	0	15	204	16,7
3/12/2004	04:00	19,3	94	18,3	896				0	15	204	16,7
3/12/2004	08:00	19,3	94	18,3	897				0	15	204	16,7
3/12/2004	12:00	21,3	85	18,6	898				0	15	204	20,7
3/12/2004	16:00	29,3	47	16,8	895				0	15	204	29,7
3/12/2004	20:00	23,6	73	18,5	895				0	15	204	24,4
4/12/2004	00:00	23,6	73	18,5	898	1,6	10	149	0	15	204	24,4
4/12/2004	04:00	23,6	73	18,5	896				0	15	204	24,4
4/12/2004	08:00	23,6	73	18,5	899				0	15	204	24,4
4/12/2004	12:00	23	74	18,1	899				0	15	204	23,7
4/12/2004	16:00	34,5	37	17,7	897				0	15	204	35,5
4/12/2004	20:00	26,5	45	13,6	897				0	15	204	26,7
5/12/2004	00:00	22,4	68	16,2	898	1,64	10	179	0	15	204	23,9
5/12/2004	04:00	18,5	92	17,2	897				0	15	204	17,1
5/12/2004	08:00	20,9	84	18,1	898				0	15	204	20,6
5/12/2004	12:00	30,8	31	11,7	898				0	15	204	29,6
5/12/2004	16:00	33	22	8,4	895				0	15	204	31,1
5/12/2004	20:00	26,6	37	10,7	895				0	15	204	26,4
6/12/2004	00:00	22,4	62	14,7	896	1,25	8	177	0	15	204	24,4

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
6/12/2004	04:00	20,5	64	13,5	895				0	15	204	24
6/12/2004	08:00	22,1	68	16	896				0	15	204	23,8
6/12/2004	12:00	33,3	27	11,8	896				0	15	204	31,9
6/12/2004	16:00	35,2	21	9,6	893				0	15	204	33,4
6/12/2004	20:00	27,4	32	9,2	892				0	15	204	26,7
7/12/2004	00:00	22,3	49	11,1	895	1,01	8	136	0	15	204	25
7/12/2004	04:00	20	59	11,8	894				0	15	204	24,6
7/12/2004	08:00	22,5	57	13,6	896				0	15	204	24,8
7/12/2004	12:00	34,8	28	13,6	895				0	15	204	34
8/12/2004	16:00	29,8	40	14,8	893	2,35	10	201	0	19	208	29,5
8/12/2004	20:00	25,9	58	17	894				0	19	208	26,7
9/12/2004	00:00	25,5	60	17,2	896	1,02	16	175	0	19	208	26,4
9/12/2004	04:00	25,5	60	17,2	894				0	19	208	26,4
9/12/2004	08:00	25,5	60	17,2	895				0	19	208	26,4
9/12/2004	12:00	29,4	45	16,2	896				0	19	208	29,5
9/12/2004	16:00	24,3	65	17,3	893				1	20	209	25,3
9/12/2004	20:00	20,4	91	18,8	893,2				3	22	211	18,5
10/12/2004	00:00	20,8	86	18,3	896	2,14	11	223	0	22	211	20,1
10/12/2004	04:00	20,6	86	18,2	894				0	22	211	20
10/12/2004	08:00	20,6	86	18,2	894				0	22	211	20
10/12/2004	12:00	22,8	79	19	895				0	22	211	23,1
10/12/2004	16:00	31,8	33	13,5	891				0	22	211	30,9
10/12/2004	20:00	30,2	34	12,6	892				0	22	211	29,3
11/12/2004	00:00	27,3	41	12,9	894	2,98	19	261	0	22	211	27,2
11/12/2004	04:00	27,3	41	12,9	892				0	22	211	27,2
11/12/2004	08:00	27,3	41	12,9	893				0	22	211	27,2
11/12/2004	12:00	24,4	64	17,2	894				0	22	211	25,5
11/12/2004	16:00	19,5	92	18,2	893				4	26	215	17,5
11/12/2004	20:00	22,1	78	18,1	892				6	28	217	22,6

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
12/12/2004	00:00	22,1	78	18,1	894	4,15	18	203	0	28	217	22,6
12/12/2004	04:00	22,1	78	18,1	892				0	28	217	22,6
12/12/2004	08:00	22,1	78	18,1	894				0	28	217	22,6
12/12/2004	12:00	22,1	78	18,1	895				0	28	217	22,6
12/12/2004	16:00	22,1	78	18,1	893				0	28	217	22,6
12/12/2004	20:00	23,1	66	16,4	894				0	28	217	24,5
13/12/2004	00:00	22,8	68	16,6	896	2,11	18	184	0	28	217	24,1
13/12/2004	04:00	20,2	86	17,8	894				0	28	217	19,7
13/12/2004	08:00	20,4	87	18,1	896				0	28	217	19,6
13/12/2004	12:00	25,6	63	18,1	897				0	28	217	26,6
13/12/2004	16:00	21,6	78	17,6	895				1	29	218	22,2
13/12/2004	20:00	23,9	66	17,1	895				1	29	218	25
14/12/2004	00:00	19,9	91	18,3	897	1,92	15	197	0	29	218	18,1
14/12/2004	04:00	19,9	91	18,3	896				0	29	218	18,1
14/12/2004	08:00	19,9	91	18,3	897				0	29	218	18,1
14/12/2004	12:00	21,3	76	16,9	898				1	30	219	22,4
14/12/2004	16:00	23,7	64	16,5	896				1	30	219	25
14/12/2004	20:00	24	64	16,8	895				1	30	219	25,2
15/12/2004	00:00	23,5	64	16,3	897	1,43	14	195	0	30	219	24,8
15/12/2004	04:00	23,5	64	16,3	895				0	30	219	24,8
15/12/2004	08:00	22,8	65	15,9	896				0	30	219	24,4
15/12/2004	12:00	25	65	17,9	897				0	30	219	25,9
15/12/2004	16:00	19,3	92	18	896				8	38	227	17,4
15/12/2004	20:00	21,7	68	15,5	895				8	38	227	23,7
16/12/2004	00:00	21,5	69	15,5	897	1,43	14	195	0	38	227	23,5
16/12/2004	04:00	21,5	69	15,5	894				0	38	227	23,5
16/12/2004	08:00	21,5	69	15,5	895				0	38	227	23,5
16/12/2004	12:00	28,2	47	15,8	896				0	38	227	28,3
16/12/2004	16:00	20	80	16,4	894				0	38	227	21,2

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
16/12/2004	20:00	20,4	84	17,6	893				0	38	227	20,4
17/12/2004	00:00	19,9	86	17,5	896	1,63	11	126	0	38	227	19,6
17/12/2004	04:00	19,6	92	18,3	894				0	38	227	17,6
17/12/2004	08:00	20,6	93	19,4	895				4	42	231	18,1
17/12/2004	12:00	27,7	47	15,4	896				4	42	231	27,9
17/12/2004	16:00	28	44	14,6	892				4	42	231	28
17/12/2004	20:00	23,3	69	17,3	892				4	42	231	24,4
18/12/2004	00:00	22,9	71	17,4	895	1,92	15	181	0	42	231	24
18/12/2004	04:00	19,5	87	17,3	895				0	42	231	19,1
18/12/2004	08:00	20,4	82	17,3	896				0	42	231	20,8
18/12/2004	12:00	28,1	44	14,7	896				0	42	231	28
18/12/2004	16:00	28,9	47	16,5	894				0	42	231	29,2
18/12/2004	20:00	23,8	66	17	894				0	42	231	24,9
19/12/2004	00:00	22,8	73	17,7	897	3,13	14	227	0	42	231	23,7
19/12/2004	04:00	21,1	81	17,7	895				0	42	231	21,4
19/12/2004	08:00	20,8	77	16,6	896				0	42	231	22
19/12/2004	12:00	28,3	46	15,6	898				0	42	231	28,4
19/12/2004	16:00	29,7	40	14,6	894				0	42	231	29,3
19/12/2004	20:00	20,9	88	18,8	895				0	42	231	19,7
20/12/2004	00:00	21,3	72	16,1	897	2,21	12	181	0	42	231	23
20/12/2004	04:00	20,1	85	17,5	895				0	42	231	19,9
20/12/2004	08:00	21	81	17,6	897				0	42	231	21,3
20/12/2004	12:00	27,1	51	16,1	897				0	42	231	27,6
20/12/2004	16:00	30,7	40	15,5	893				0	42	231	30,5
20/12/2004	20:00	24,8	60	16,5	894				0	42	231	25,9
21/12/2004	00:00	21,2	90	19,5	896	3,02	14	221	0	42	231	19,5
21/12/2004	04:00	21	89	19,1	895				0	42	231	19,5
21/12/2004	08:00	19,1	94	18,1	896				5	47	236	16,6
21/12/2004	12:00	19,9	92	18,5	897				8	50	239	17,8

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
21/12/2004	16:00	28,8	44	15,3	893				8	50	239	28,8
21/12/2004	20:00	24,1	59	15,6	893				8	50	239	25,4
22/12/2004	00:00	22,1	76	17,7	895	2,33	16	175	0	50	239	22,9
22/12/2004	04:00	20,3	94	19,3	894				2	52	241	17,5
22/12/2004	08:00	20,9	94	19,9	895				2	52	241	18,2
22/12/2004	12:00	30	44	16,4	895				2	52	241	30,2
22/12/2004	16:00	24,8	61	16,8	892				2	52	241	25,8
22/12/2004	20:00	23	66	16,3	893				2	52	241	24,4
23/12/2004	00:00	21,3	79	17,5	894	2,92	12	229	0	52	241	21,9
23/12/2004	04:00	20,2	89	18,3	892				0	52	241	18,9
23/12/2004	08:00	20,6	90	18,9	893				0	52	241	18,9
23/12/2004	12:00	21,6	80	18	894				1	53	242	21,9
23/12/2004	16:00	22,5	68	16,3	892				1	53	242	24
23/12/2004	20:00	22,3	71	16,7	892				1	53	242	23,6
24/12/2004	00:00	20,5	81	17,1	894	2,67	13	174	0	53	242	21,1
24/12/2004	04:00	20,2	81	16,9	892				0	53	242	21
24/12/2004	08:00	20,9	83	17,9	893				0	53	242	20,9
24/12/2004	12:00	27,2	44	13,9	894				0	53	242	27,3
24/12/2004	16:00	30,3	41	15,6	891				0	53	242	30,2
24/12/2004	20:00	23,4	57	14,4	892				0	53	242	25,1
25/12/2004	00:00	23	66	16,3	895	1,62	17	165	0	53	242	24,4
25/12/2004	04:00	20,9	89	19	894				0	53	242	19,4
25/12/2004	08:00	16,3	89	14,5	896				7	60	249	16,3
25/12/2004	12:00	18,5	90	16,8	897				8	61	250	17,9
25/12/2004	16:00	18,5	90	16,8	895				8	61	250	17,9
25/12/2004	20:00	25,3	59	16,7	893				8	61	250	26,2
26/12/2004	00:00	20,8	87	18,6	897	1,63	20	194	0	61	250	19,9
26/12/2004	04:00	19,4	93	18,3	896				0	61	250	17,1
26/12/2004	08:00	19,5	94	18,5	897				0	61	250	16,8

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
26/12/2004	12:00	29,1	48	17	897				0	61	250	29,6
26/12/2004	16:00	27,8	46	15,1	895				2	63	252	27,9
26/12/2004	20:00	23,3	68	17,1	894				4	65	254	24,5
27/12/2004	00:00	20,9	81	17,5	897	2,22	10	186	0	65	254	21,3
27/12/2004	04:00	19,3	82	16,1	895				0	65	254	20,5
27/12/2004	08:00	20,2	84	17,4	897				0	65	254	20,2
27/12/2004	12:00	29,8	45	16,6	897				0	65	254	30
27/12/2004	16:00	30,2	42	15,8	894				0	65	254	30,1
27/12/2004	20:00	23,8	60	15,6	893				0	65	254	25,2
28/12/2004	00:00	20,1	94	19,1	897	1,5	10	173	0	68	257	17,3
28/12/2004	04:00	19,3	95	18,5	894				10	78	267	16,4
28/12/2004	08:00	19,7	95	18,8	895				10	78	267	16,6
28/12/2004	12:00	29,8	42	15,5	896				10	78	267	29,7
28/12/2004	16:00	31,8	36	14,9	893				10	78	267	31,4
28/12/2004	20:00	20	92	18,7	895				14	82	271	17,9
29/12/2004	00:00	20	92	18,7	897	1,82	15	175	0	84	273	17,9
29/12/2004	04:00	19,6	86	17,2	896				0	84	273	19,5
29/12/2004	08:00	18,8	93	17,7	896				0	84	273	16,8
29/12/2004	12:00	28,6	43	14,8	898				0	84	273	28,5
29/12/2004	16:00	35,5	29	14,8	895				0	84	273	35,2
29/12/2004	20:00	19,9	94	18,9	898				10	94	283	17,1
30/12/2004	00:00	19,9	94	18,9	899	1,25	10	146	0	100	289	17,1
30/12/2004	04:00	20	94	19	898				0	100	289	17,2
30/12/2004	08:00	20,5	86	18,1	898				0	100	289	19,9
30/12/2004	12:00	29,7	41	15,1	898				0	100	289	29,5
30/12/2004	16:00	21,5	75	16,9	896				1	101	290	22,7
30/12/2004	20:00	22,8	76	18,3	895				1	101	290	23,4
31/12/2004	00:00	20,8	87	18,6	898	1,81	16	185	0	101	290	19,9
31/12/2004	04:00	19,9	93	18,7	896				0	101	290	17,5

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
31/12/2004	08:00	20,6	93	19,4	898				0	101	290	18
31/12/2004	12:00	27,3	53	16,8	899				0	101	290	27,9
31/12/2004	16:00	27,4	54	17,3	896				0	101	290	28,1
31/12/2004	20:00	22,1	69	16,1	895				0	101	290	23,7

Janeiro 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/1/2005	04:00	20,3	89	18,4	896	0,8	8	194	0	0	0	19
1/1/2005	08:00	21,3	79	17,5	896				0	0	0	21,9
1/1/2005	12:00	24,9	69	18,8	897				0	0	0	25,9
1/1/2005	16:00	20,7	92	19,4	895				5	5	5	18,5
1/1/2005	20:00	22,3	81	18,9	895				5	5	5	22,3
2/1/2005	00:00	20,7	90	19	897	1,54	10	135	0	5	5	19
2/1/2005	04:00	19,8	92	18,5	896				0	5	5	17,7
2/1/2005	08:00	19,5	95	18,7	898				11	16	16	16,5
2/1/2005	12:00	25,6	63	18	898				11	16	16	26,6
2/1/2005	16:00	33,7	36	16,6	895				11	16	16	34,1
2/1/2005	20:00	20	80	16,4	896				18	23	23	21,2
3/1/2005	00:00	19,5	94	18,5	898	2,15	10	63,8	0	25	25	16,8
3/1/2005	04:00	19,6	92	18,3	896				0	25	25	17,6
3/1/2005	08:00	19,6	87	17,3	897				0	25	25	19,2
3/1/2005	12:00	27	50	15,7	898				0	25	25	27,5
3/1/2005	16:00	26	55	16,3	895				0	25	25	26,8
3/1/2005	20:00	23,6	60	15,3	896				3	28	28	25
4/1/2005	00:00	19,9	92	18,5	897	1,79	11	125	0	28	28	17,8
4/1/2005	04:00	19,6	95	18,8	896				0	28	28	16,6
4/1/2005	08:00	19,6	93	18,5	896				0	28	28	17,3
4/1/2005	12:00	24,8	59	16,2	897				0	28	28	25,8
4/1/2005	16:00	29,4	39	14	893				0	28	28	28,9
4/1/2005	20:00	22,2	78	18,2	895				0	28	28	22,6
5/1/2005	00:00	21,2	80	17,6	896	2,08	11	134	0	28	28	21,6
5/1/2005	04:00	18,7	95	17,9	895				12	40	40	16
5/1/2005	08:00	18,7	95	17,9	897				13	41	41	16
5/1/2005	12:00	27,8	49	16,1	897				13	41	41	28,1

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/1/2005	16:00	27,7	46	15	894				13	41	41	27,8
5/1/2005	20:00	24,3	60	16	894				13	41	41	25,5
6/1/2005	00:00	21,2	78	17,2	897	1,48	8	169	0	41	41	22
6/1/2005	04:00	20,3	89	18,4	895				0	41	41	19
6/1/2005	08:00	20,3	89	18,4	897				0	41	41	19
6/1/2005	12:00	21,8	80	18,2	898				1	42	42	22,1
6/1/2005	16:00	21,8	80	18,2	895				1	42	42	22,1
6/1/2005	20:00	25,2	65	18,1	894				1	42	42	26,2
7/1/2005	00:00	21,2	91	19,6	896	2,1	9	166	0	42	42	19,2
7/1/2005	04:00	21,4	88	19,3	896				0	42	42	20,2
7/1/2005	08:00	21	90	19,3	897				2	44	44	19,3
7/1/2005	12:00	26,9	60	18,5	898				2	44	44	28
7/1/2005	16:00	27,7	59	19	895				2	44	44	28,9
7/1/2005	20:00	27,7	59	19	894				2	44	44	28,9
8/1/2005	00:00	23,5	73	18,3	897	1,52	11	138	0	44	44	24,2
8/1/2005	04:00	21,8	80	18,2	895				0	44	44	22
8/1/2005	08:00	21	92	19,6	896				0	44	44	18,7
8/1/2005	12:00	31,4	36	14,6	897				0	44	44	30,9
8/1/2005	16:00	34,3	31	14,7	893				0	44	44	33,9
8/1/2005	20:00	26,9	49	15,3	892				0	44	44	27,3
9/1/2005	00:00	24	68	17,7	895	1,44	18	210	0	44	44	25
9/1/2005	04:00	19,6	95	18,8	895				28	72	72	16,6
9/1/2005	08:00	19,5	96	18,9	895				34	78	78	16,1
9/1/2005	12:00	28	50	16,6	896				34	78	78	28,4
9/1/2005	16:00	20	91	18,5	894				62	106	106	18,2
9/1/2005	20:00	19,6	89	17,7	892				63	107	107	18,6
10/1/2005	00:00	19,9	86	17,4	896	1,8	11	275	0	107	107	19,6
10/1/2005	04:00	19,7	86	17,3	894				0	107	107	19,5
10/1/2005	08:00	20,3	80	16,7	895				0	107	107	21,2

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/1/2005	12:00	28,5	43	14,7	896				0	107	107	28,4
10/1/2005	16:00	32,7	30	12,8	893				0	107	107	31,6
17/1/2005	20:00	24,8	68	18,5		1,03	9	92,0	0	147	437	25,8
18/1/2005	00:00	22,3	81	18,9		2,45	15	127	0	147	437	22,3
18/1/2005	04:00	21,8	87	19,6					0	147	437	20,8
18/1/2005	08:00	22,6	83	19,6					0	147	437	22,3
18/1/2005	12:00	27,2	59	18,5					1	148	438	28,2
18/1/2005	16:00	27,7	50	16,4					1	148	438	28,2
18/1/2005	20:00	21,9	86	19,4	892,5				2	149	439	21,1
19/1/2005	00:00	21,7	85	19,1	895	2,96	11	114	0	149	439	21,1
19/1/2005	04:00	20,5	88	18,5	893				1	150	440	19,4
19/1/2005	08:00	20,3	88	18,3	894				1	150	440	19,3
19/1/2005	12:00	27,7	51	16,7	895				1	150	440	28,2
19/1/2005	16:00	28,6	47	16,2	893				1	150	440	28,9
19/1/2005	20:00	28,6	47	16,2	892				1	150	440	28,9
20/1/2005	00:00	28,6	47	16,2	895	3,31	12	184	0	150	440	28,9
20/1/2005	04:00	28,6	47	16,2	894				0	150	440	28,9
20/1/2005	08:00	28,6	47	16,2	894,5				0	150	440	28,9
20/1/2005	12:00	25,9	60	17,5	896				0	150	440	26,8
20/1/2005	16:00	26,2	55	16,5	893				0	150	440	26,9
20/1/2005	20:00	25,6	54	15,6	893				2	152	442	26,4
21/1/2005	00:00	25,6	54	15,6	896	2,88	13	162	0	152	442	26,4
21/1/2005	04:00	25,6	54	15,6	894				0	152	442	26,4
21/1/2005	08:00	25,6	54	15,6	896				0	152	442	26,4
21/1/2005	12:00	27,3	52	16,6	897,5				0	152	442	27,9
21/1/2005	16:00	28,4	48	16,4	895,3				0	152	442	28,7
21/1/2005	20:00	27,2	48	15,2	894,5				0	152	442	27,4
22/1/2005	00:00	27,2	48	15,2	898	1,86	13	185	0	152	442	27,4
22/1/2005	04:00	27,2	48	15,2	896,5				0	152	442	27,4

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
22/1/2005	08:00	27,2	48	15,2	898				0	152	442	27,4
22/1/2005	12:00	27,2	48	15,2	900				0	152	442	27,4
22/1/2005	16:00	27,2	48	15,2	896				0	152	442	27,4
22/1/2005	20:00	27,2	48	15,2	896				0	152	442	27,4
23/1/2005	00:00	27,2	48	15,2	898,5	1,33	13	160	0	152	442	27,4
23/1/2005	04:00	27,2	48	15,2	897				0	152	442	27,4
23/1/2005	08:00	27,2	48	15,2	897				0	152	442	27,4
23/1/2005	12:00	27,2	48	15,2	898				0	152	442	27,4
23/1/2005	16:00	27,2	48	15,2	895				0	152	442	27,4
23/1/2005	20:00	26,3	49	14,8	895				0	152	442	26,8
24/1/2005	00:00	26,3	49	14,8	898	3,66	11	215	0	152	442	26,8
24/1/2005	04:00	26,3	49	14,8	896				0	152	442	26,8
24/1/2005	08:00	26,3	49	14,8	896				0	152	442	26,8
24/1/2005	16:00	31,2	34	13,4	893				0	152	442	30,3
24/1/2005	20:00	24,2	60	15,9	893				0	152	442	25,4
25/1/2005	00:00	22,3	67	15,9	896	4,4	15	229	0	152	442	24
25/1/2005	04:00	20,9	78	17	894				0	152	442	21,9
25/1/2005	08:00	22,1	69	16,2	894				0	152	442	23,7
25/1/2005	12:00	28	43	14,2	895				0	152	442	27,8
25/1/2005	16:00	25,4	58	16,6	892				0	152	442	26,3
25/1/2005	20:00	23,2	68	17	892				1	153	443	24,4
26/1/2005	00:00	20,7	87	18,5	895	4,11	16	217	0	153	443	19,8
26/1/2005	04:00	20,3	90	18,6	894				0	153	443	18,7
26/1/2005	08:00	21,3	80	17,7	894,5				0	153	443	21,7
26/1/2005	12:00	27,3	50	15,9	896				0	153	443	27,7
26/1/2005	16:00	31	38	15	893				0	153	443	30,7
26/1/2005	20:00	25	66	18,2	894				0	153	443	26
27/1/2005	00:00	22,6	75	17,9	897	2,63	12	186	0	153	443	23,3
27/1/2005	04:00	21,1	86	18,6	895				0	153	443	20,3

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
27/1/2005	08:00	21,3	86	18,8	896,5				0	153	443	20,5
27/1/2005	12:00	26,3	60	17,9	898				0	153	443	27,2
27/1/2005	16:00	27,5	49	15,8	896,8				0	153	443	27,8
27/1/2005	20:00	22,6	42	9	895				0	153	443	25
28/1/2005	00:00	22,6	42	9	897,7	2,25	9	116	0	153	443	25
28/1/2005	04:00	22,6	42	9	897				0	153	443	25
28/1/2005	08:00	22,6	42	9	897				0	153	443	25
28/1/2005	12:00	28,7	53	18,1	897				0	153	443	29,6
28/1/2005	16:00	31,5	40	16,3	894				0	153	443	31,6
28/1/2005	20:00	28,7	49	17	893				0	153	443	29,2
29/1/2005	00:00	28,7	49	17	895	2,28	7	140	0	153	443	29,2
29/1/2005	04:00	20	92	18,7	893,5				1	154	444	17,9
29/1/2005	08:00	19,4	92	18,1	895				20	173	463	17,5
29/1/2005	12:00	19,4	92	18,1	898				28	181	471	17,5
29/1/2005	16:00	27,4	57	18,1	894,5				30	183	473	28,4
29/1/2005	20:00	22,4	79	18,6	892				30	183	473	22,7
30/1/2005	00:00	21,1	88	19	895	2,43	8	153	0	183	473	19,9
30/1/2005	04:00	20,4	89	18,5	894				0	183	473	19
30/1/2005	08:00	22,4	74	17,6	894				0	183	473	23,3
30/1/2005	12:00	22,6	77	18,3	895				0	183	473	23,1
30/1/2005	16:00	33	34	15,1	891,5				0	183	473	32,7
30/1/2005	20:00	23,3	73	18,2	891				0	183	473	24,1
31/1/2005	00:00	21,4	88	19,3	894	2,84	9	111	0	183	473	20,2
31/1/2005	04:00	22,4	81	19	893				0	183	473	22,4
31/1/2005	08:00	20,3	94	19,3	894				6	189	479	17,5
31/1/2005	12:00	26,2	59	17,6	895				9	192	482	27,1
31/1/2005	16:00	26,3	52	15,7	892				9	192	482	26,9
31/1/2005	20:00	25	61	16,9	891				9	192	482	26

Fevereiro 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/2/2005	04:00	21,6	79	17,8	892	3,93	10	182	3	3	485	22,1
1/2/2005	08:00	19,7	91	18,2	893,5				3	3	485	18
1/2/2005	12:00	24,9	61	16,9	893,5				4	4	486	25,9
1/2/2005	16:00	27,3	51	16,3	890				5	5	487	27,8
1/2/2005	20:00	23,4	64	16,2	890				5	5	487	24,8
2/2/2005	00:00	21,2	84	18,4	892	3,62	9	234	0	6	488	20,9
2/2/2005	04:00	19,6	95	18,8	892				39	45	527	16,6
2/2/2005	08:00	19,1	94	18,1	893				41	47	529	16,6
2/2/2005	12:00	18,5	92	17,2	897				68	74	556	17,1
2/2/2005	16:00	19,8	82	16,7	895				71	77	559	20,6
2/2/2005	20:00	19,3	86	16,9	894				71	77	559	19,4
3/2/2005	00:00	18,7	94	17,7	896,3	1,96	8	85,9	0	77	559	16,4
3/2/2005	04:00	19,6	92	18,3	895				0	77	559	17,6
3/2/2005	08:00	19,8	89	17,9	897				0	77	559	18,7
3/2/2005	12:00	28	44	14,6	898,5				0	77	559	28
3/2/2005	16:00	27,9	46	15,2	896,5				0	77	559	28
3/2/2005	20:00	25,3	52	14,8	896				0	77	559	26,1
4/2/2005	00:00	21,3	83	18,3	898	2,76	9	164	0	77	559	21,1
4/2/2005	04:00	20,8	88	18,7	897				0	77	559	19,6
4/2/2005	08:00	21,2	89	19,3	898,5				0	77	559	19,7
4/2/2005	12:00	25,8	65	18,8	900				0	77	559	26,9
4/2/2005	16:00	33,2	30	13,3	897				0	77	559	32,2
4/2/2005	20:00	25,5	50	14,3	896				0	77	559	26,2
5/2/2005	00:00	22	68	15,9	899	2,3	9	154	0	77	559	23,8
5/2/2005	04:00	20,2	72	15	897,5				0	77	559	22,8
5/2/2005	08:00	22,8	66	16,1	898				0	77	559	24,3
5/2/2005	12:00	25,3	53	15,1	899				0	77	559	26,1

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/2/2005	16:00	25,3	53	15,1	897				0	77	559	26,1
5/2/2005	20:00	27,4	46	14,8	895,3				0	77	559	27,6
6/2/2005	00:00	22,6	58	14	898	2,88	9	162	0	77	559	24,7
6/2/2005	04:00	19,7	72	14,5	897				0	77	559	22,8
6/2/2005	08:00	23,4	64	16,3	898				0	77	559	24,8
6/2/2005	12:00	28	44	14,6	899				0	77	559	28
6/2/2005	16:00	32,1	36	15,1	896				0	77	559	31,7
6/2/2005	20:00	27,1	48	15,2	894,5				0	77	559	27,4
7/2/2005	00:00	23	67	16,5	896	4,1	10	161	0	77	559	24,3
7/2/2005	04:00	20,6	79	16,8	895				0	77	559	21,6
7/2/2005	08:00	22,5	70	16,7	896				0	77	559	23,8
7/2/2005	12:00	27,7	48	15,7	897,5				0	77	559	28
7/2/2005	16:00	31,9	33	13,6	895				0	77	559	31
7/2/2005	20:00	26,7	51	15,7	894				0	77	559	27,2
8/2/2005	00:00	22,3	77	18,1	896	4,1	11	142	0	77	559	22,9
8/2/2005	04:00	21	83	18	895				0	77	559	20,9
8/2/2005	08:00	20,1	82	16,9	896				0	77	559	20,7
8/2/2005	12:00	27,7	44	14,3	897				0	77	559	27,6
8/2/2005	16:00	30,7	37	14,4	894,7				0	77	559	30,2
8/2/2005	20:00	25	57	15,9	894				0	77	559	26
9/2/2005	00:00	21,9	70	16,2	897	3,52	11	143	0	77	559	23,5
9/2/2005	04:00	20	81	16,6	896				0	77	559	20,9
9/2/2005	08:00	20,3	74	15,5	896,3				0	77	559	22,5
9/2/2005	12:00	28	42	13,9	897				0	77	559	27,8
9/2/2005	16:00	26,8	44	13,6	894				0	77	559	26,9
9/2/2005	20:00	23,8	57	14,8	893				0	77	559	25,2
10/2/2005	00:00	21,4	68	15,2	896	2,74	10	164	0	77	559	23,6
10/2/2005	04:00	18,8	77	14,6	894				0	77	559	21,9
10/2/2005	08:00	19,7	71	14,3	895				0	77	559	23

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/2/2005	12:00	29	39	13,7	895				0	77	559	28,6
10/2/2005	16:00	30,7	34	13	892				0	77	559	29,8
10/2/2005	20:00	23,3	67	16,8	891,5				8	85	567	24,5
11/2/2005	00:00	20,2	92	18,8	894	2,93	15	216	0	87	569	18
11/2/2005	04:00	19,8	93	18,6	893				5	92	574	17,4
11/2/2005	08:00	19,7	92	18,3	894				6	93	575	17,6
11/2/2005	12:00	24,9	59	16,4	895				8	95	577	25,9
11/2/2005	16:00	28,1	44	14,7	892				8	95	577	28,1
11/2/2005	20:00	21,6	89	19,7	892				14	101	583	20,1
12/2/2005	00:00	21,3	90	19,5	894	3,68	20	217	0	101	583	19,5
12/2/2005	04:00	20,9	90	19,2	892				0	101	583	19,2
12/2/2005	08:00	20,4	93	19,3	892,3				3	104	586	17,9
12/2/2005	12:00	25,1	69	19	894				4	105	587	26,1
12/2/2005	16:00	24	74	19,1	891,7				5	106	588	24,7
12/2/2005	20:00	21,2	90	19,5	892				6	107	589	19,5
13/2/2005	00:00	20,9	90	19,2	894	4,09	11	286	0	107	589	19,2
13/2/2005	04:00	20,7	89	18,8	892				0	107	589	19,3
13/2/2005	08:00	19,7	88	17,6	894				0	107	589	18,9
13/2/2005	12:00	19,7	88	17,6	894				0	107	589	18,9
13/2/2005	16:00	19,7	88	17,6	891				0	107	589	18,9
13/2/2005	20:00	23,9	69	17,8	892				0	107	589	24,8
14/2/2005	00:00	21,5	85	18,8	894	3,03	10	293	0	107	589	20,8
14/2/2005	04:00	19,9	92	18,6	893				0	107	589	17,8
14/2/2005	08:00	23,4	68	17,1	894				0	107	589	24,5
14/2/2005	12:00	33,3	31	13,9	893				0	107	589	32,6
14/2/2005	16:00	31,1	34	13,4	891				0	107	589	30,2
14/2/2005	20:00	24,2	63	16,7	891				0	107	589	25,3
15/2/2005	00:00	20,6	85	18	892	1,73	7	197	0	107	589	20,2
15/2/2005	04:00	19,8	85	17,2	891				0	107	589	19,8

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/2/2005	08:00	24	58	15,2	892,5				0	107	589	25,3
15/2/2005	12:00	31,9	28	11,1	892				0	107	589	30,5
15/2/2005	16:00	34,5	27	12,8	889,5				0	107	589	33,5
15/2/2005	20:00	27,8	46	15,1	890				3	110	592	27,9
16/2/2005	00:00	22,3	76	17,9	892	1,95	8	211	0	111	593	23
16/2/2005	04:00	19,7	90	18	892				1	112	594	18,3
16/2/2005	08:00	23,1	65	16,2	893				1	112	594	24,5
16/2/2005	12:00	29,6	40	14,6	893				1	112	594	29,2
16/2/2005	16:00	32,2	32	13,5	890,5				1	112	594	31,3
16/2/2005	20:00	25,6	56	16,2	892				1	112	594	26,5
17/2/2005	00:00	25,6	56	16,2	893	2,03	9	142	0	112	594	26,5
17/2/2005	04:00	25,6	56	16,2	893				0	112	594	26,5
17/2/2005	08:00	25,6	56	16,2	896				0	112	594	26,4
17/2/2005	12:00	32,4	38	16,3	896				0	112	594	32,5
17/2/2005	16:00	32,6	37	16	892,7				0	112	594	32,5
17/2/2005	20:00	25,1	62	17,3	894,3				0	112	594	26,1
18/2/2005	00:00	21	93	19,9	896	2,67	13	157	0	126	608	18,5
18/2/2005	04:00	19,4	94	18,5	895,7				21	147	629	16,8
18/2/2005	08:00	20,7	94	19,7	898				21	147	629	17,9
18/2/2005	12:00	27,6	52	16,9	898				21	147	629	28,2
18/2/2005	16:00	26,3	56	16,8	895				21	147	629	27
18/2/2005	20:00	22,6	67	16,1	896				21	147	629	24,1
19/2/2005	00:00	21,8	71	16,3	898	1,51	11	225	0	147	629	23,3
19/2/2005	04:00	21,8	71	16,3	896				0	147	629	23,3
19/2/2005	08:00	21,8	71	16,3	897				0	147	629	23,3
19/2/2005	12:00	20,7	88	18,6	898				14	161	643	19,5
19/2/2005	16:00	25,9	63	18,3	894				24	171	653	26,9
19/2/2005	20:00	25,9	63	18,3	896				24	171	653	26,9
20/2/2005	00:00	25,9	63	18,3	897	2,93	9	185	0	172	654	26,9

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
20/2/2005	04:00	25,9	63	18,3	896				0	172	654	26,9
20/2/2005	08:00	25,9	63	18,3	896,3				0	172	654	26,9
20/2/2005	12:00	25,9	63	18,3	896				0	172	654	26,9
20/2/2005	16:00	25,9	63	18,3	893				0	172	654	26,9
20/2/2005	20:00	25,9	63	18,3	894				0	172	654	26,9
21/2/2005	00:00	25,9	63	18,3	895	4,22	10	170	0	172	654	26,9
21/2/2005	04:00	25,9	63	18,3	893				0	172	654	26,9
21/2/2005	08:00	25,9	63	18,3	894				0	172	654	26,9
21/2/2005	12:00	31,8	34	14,1	894				0	172	654	31,1
21/2/2005	16:00	35,6	26	13,1	891				0	172	654	34,7
27/2/2005	20:00	20,5	94	19,5	896,5	3,11	10	279	35	207	689	17,7
28/2/2005	00:00	20,1	94	19,1	897	1,37	8	219	0	222	704	17,3
28/2/2005	04:00	20,1	94	19,1	896				0	222	704	17,3
28/2/2005	08:00	22,4	88	20,3	897				0	226	708	21,2
28/2/2005	12:00	31,7	39	16	897,5				0	226	708	31,7
28/2/2005	20:00	24,8	66	18	895			186	1	227	709	25,8

Março 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/3/2005	00:00	21,5	92,1	-	899,3	1,91	5,007	208	0	0	714	-
1/3/2005	04:00	19,6	96,6	-	897,8				49,2	49,2	763	-
1/3/2005	08:00	20,9	96,2	-	899,4				55,4	55,4	769	-
1/3/2005	12:00	23	83,9	-	898,9				57,6	57,6	771	-
1/3/2005	16:00	27,7	63,8	-	895,1				77,2	77,2	791	-
1/3/2005	20:00	21,1	95,3	-	897,3				102	102	815	-
2/3/2005	00:00	19,8	95,6	-	899	2,7	5,536	280	0	124	838	-
2/3/2005	04:00	19,8	94,6	-	896,8				1,4	125	839	-
2/3/2005	08:00	20,9	89,4	-	898,8				1,4	125	839	-
2/3/2005	12:00	25,6	69,3	-	899,3				1,6	125	839	-
2/3/2005	16:00	27,6	55,7	-	896				1,6	125	839	-
2/3/2005	20:00	20,4	91,9	-	898,6				5,8	130	843	-
3/3/2005	00:00	20,2	94,5	-	899,9	2,08	5,804	225	0	130	844	-
3/3/2005	04:00	19,2	95,8	-	897,7				2,4	133	847	-
3/3/2005	08:00	21,1	89,4	-	899,6				2,6	133	847	-
3/3/2005	12:00	26,4	61,2	-	899,5				2,6	133	847	-
3/3/2005	16:00	25,4	68,4	-	897,4				2,6	133	847	-
3/3/2005	20:00	21,8	88,6	-	898,6				2,6	133	847	-
4/3/2005	00:00	20,7	89,8	-	899,3	1,93	5,222	201	0	133	847	-
4/3/2005	04:00	19,8	96,1	-	898,2				9,2	142	856	-
4/3/2005	08:00	20,1	92,5	-	899,7				12,2	145	859	-
4/3/2005	12:00	25	69,8	-	899,9				13,4	146	860	-
4/3/2005	16:00	25,3	66,9	-	896,5				13,4	146	860	-
4/3/2005	20:00	22,8	79	-	899,1				13,4	146	860	-
5/3/2005	00:00	20,5	89	-	900,6	2,58	4,57	270	0	146	860	-
5/3/2005	04:00	20,2	93,4	-	899,1				0	146	860	-
5/3/2005	08:00	21,8	87,4	-	900,8				0	146	860	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/3/2005	12:00	25,8	66,0	-	900,9				0	146	860	-
5/3/2005	16:00	23	81,9	-	897,8				2,4	149	863	-
5/3/2005	20:00	21,4	91,2	-	899,3				5,4	152	866	-
6/3/2005	00:00	20,3	95,7	-	899,9	1,79	4,621	264	0	161	875	-
6/3/2005	04:00	19,9	95,4	-	898,1				0	161	875	-
6/3/2005	08:00	21	92,4	-	899,4				0	161	875	-
6/3/2005	12:00	27,3	54,8	-	899,4				0	161	875	-
6/3/2005	16:00	23,4	86,2	-	896,3				3,4	164	878	-
6/3/2005	20:00	22,0	93,3	-	897,7				6,6	167	881	-
7/3/2005	00:00	20,4	96	-	898,5	1,24	4,162	156	0	191	905	-
7/3/2005	04:00	19,3	96,1	-	898				10,2	202	915	-
7/3/2005	08:00	20,9	87,1	-	899				11,8	203	917	-
7/3/2005	12:00	26,8	56,7	-	898,8				11,8	203	917	-
7/3/2005	16:00	25,0	69,9	-	896,4				12,2	204	917	-
7/3/2005	20:00	21	88,2	-	898,7				12,2	204	917	-
8/3/2005	00:00	19,9	94,4	-	899,9	1,88	4,819	211	0	209	922	-
8/3/2005	04:00	19,3	93,1	-	897,6				1,6	210	924	-
8/3/2005	08:00	21,4	81,8	-	899,6				1,6	210	924	-
8/3/2005	12:00	27,2	52,6	-	899,5				1,6	210	924	-
8/3/2005	16:00	26,2	66,8	-	896,8				1,6	210	924	-
8/3/2005	20:00	22,8	81,8	-	898,4				1,6	210	924	-
9/3/2005	00:00	21,7	87,7	-	899,5	1,31	3,695	169	0	210	924	-
9/3/2005	04:00	19,3	95	-	897,4				0	210	924	-
9/3/2005	08:00	23,5	80,3	-	898,7				0	210	924	-
9/3/2005	12:00	27,7	61,4	-	898,7				0	210	924	-
9/3/2005	16:00	25,5	65,1	-	895,3				0	210	924	-
9/3/2005	20:00	22,8	78,3	-	896,6				0	210	924	-
10/3/2005	00:00	20,9	89,3	-	898,1	2,36	4,145	211	0	210	924	-
10/3/2005	04:00	20,5	88,4	-	897,1				0	210	924	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/3/2005	08:00	21,1	83,2	-	899,2				0	210	924	-
10/3/2005	12:00	26	61,9	-	899,5				0	210	924	-
10/3/2005	16:00	28,7	45,9	-	895,9				0	210	924	-
10/3/2005	20:00	23,9	72,2	-	897,6				0	210	924	-
11/3/2005	00:00	21,6	80,2	-	899,4	1,91	4,229	233	0	210	924	-
11/3/2005	04:00	19,3	89,3	-	898,1				0	210	924	-
11/3/2005	08:00	23,2	79,4	-	900,2				0	210	924	-
11/3/2005	12:00	28,3	52,7	-	900,6				0	210	924	-
11/3/2005	16:00	28,6	49,4	-	897,1				0	210	924	-
11/3/2005	20:00	22,1	85,6	-	898,5				5	215	929	-
12/3/2005	00:00	22,3	83,3	-	900,0	1,42	3,254	247	0	215	929	-
12/3/2005	04:00	20,7	92,4	-	898,1				3,6	219	933	-
12/3/2005	08:00	23,9	78,4	-	899,1				3,6	219	933	-
12/3/2005	12:00	27,0	61,9	-	898,6				3,6	219	933	-
12/3/2005	16:00	27,1	56,4	-	895,8				3,6	219	933	-
12/3/2005	20:00	21,9	92,1	-	896,8				7,2	222	936	-
13/3/2005	00:00	22	88,9	-	898,0	1,82	4,471	201	0	222	936	-
13/3/2005	04:00	20,6	93,4	-	896,9				0	222	936	-
13/3/2005	08:00	24,8	79,6	-	898,6				0	222	936	-
13/3/2005	12:00	26,2	65,9	-	897,5				0	222	936	-
13/3/2005	16:00	28,2	56,9	-	894,1				0	222	936	-
13/3/2005	20:00	24,0	74	-	896,3				0	222	936	-
14/3/2005	00:00	20,9	89,9	-	897,2	2	3,806	210	0	222	936	-
14/3/2005	04:00	20,3	90,4	-	895,2				0	222	936	-
14/3/2005	08:00	21,7	85,8	-	897,3				0	222	936	-
14/3/2005	12:00	27,2	60,3	-	897,0				0	222	936	-
14/3/2005	16:00	27,6	60	-	893,8				0	222	936	-
14/3/2005	20:00	23,5	79	-	894,8				0	222	936	-
15/3/2005	00:00	21,4	86,9	-	896,4	3,21	5,357	295	0	222	936	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/3/2005	04:00	20,6	89,6	-	895,1				0	222	936	-
15/3/2005	08:00	21,4	87,1	-	896,6				0	222	936	-
15/3/2005	12:00	25,9	69,5	-	897,1				0,4	223	937	-
15/3/2005	16:00	24,5	73,7	-	895,0				2	224	938	-
15/3/2005	20:00	21,6	84,7	-	896,9				2,6	225	939	-
16/3/2005	00:00	20,8	89,5	-	898,5	1,88	4,384	180	0	225	939	-
16/3/2005	04:00	20,1	92,7	-	898,1				0,8	226	940	-
16/3/2005	08:00	21,8	86,9	-	899,7				0,8	226	940	-
16/3/2005	12:00	26,8	61,8	-	899,8				0,8	226	940	-
16/3/2005	16:00	24	72,8	-	898,0				0,8	226	940	-
16/3/2005	20:00	21,8	82,2	-	899,3				0,8	226	940	-
17/3/2005	00:00	21,1	86,1	-	900,2	1,24	3,274	186	0	226	940	-
17/3/2005	04:00	20,2	92,3	-	898,6				0	226	940	-
17/3/2005	08:00	24,5	71,5	-	899,9				0	226	940	-
17/3/2005	12:00	26	67,7	-	899,4				0	226	940	-
17/3/2005	16:00	21,7	87,5	-	896,8				5,4	231	945	-
17/3/2005	20:00	19,9	96	-	898,7				29,4	255	969	-
18/3/2005	00:00	19,8	96,5	-	900,2	1,99	3,72	187	0	272	986	-
18/3/2005	04:00	19,1	95,9	-	898,5				0,4	273	987	-
18/3/2005	08:00	18,8	93,5	-	899,8				1,8	274	988	-
18/3/2005	12:00	24,8	63,7	-	900,3				1,8	274	988	-
18/3/2005	16:00	28	50,7	-	896,8				1,8	274	988	-
18/3/2005	20:00	22,1	81,1	-	898,4				1,8	274	988	-
19/3/2005	00:00	20,4	87,1	-	899,2	1,35	3,969	200	0	274	988	-
19/3/2005	04:00	19,8	88,7	-	897,9				0	274	988	-
19/3/2005	08:00	22	78,9	-	899,2				0	274	988	-
19/3/2005	12:00	26,5	58,6	-	898,9				0	274	988	-
19/3/2005	16:00	20,2	94,8	-	896,8				16,2	290	1004	-
19/3/2005	20:00	20,5	93,4	-	898,2				18,2	292	1006	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
20/3/2005	00:00	20,7	95,7	-	899,4	1,7	4,576	195	0	293	1006	-
20/3/2005	04:00	19,3	96,5	-	897,9				0	293	1006	-
20/3/2005	08:00	20,7	91,1	-	900,0				0	293	1006	-
20/3/2005	12:00	25,4	66,4	-	899,5				2,4	295	1009	-
20/3/2005	16:00	26,8	56,4	-	896,1				2,4	295	1009	-
20/3/2005	20:00	20,7	89,1	-	898,6				3,2	296	1010	-
21/3/2005	00:00	20,1	92,8	-	900,5	1,46	3,858	147	0	308	1022	-
21/3/2005	04:00	18,4	96,5	-	899,2				31,4	340	1054	-
21/3/2005	08:00	18,6	94,4	-	900,2				35,2	344	1057	-
21/3/2005	12:00	25,1	64,6	-	900,9				35,2	344	1057	-
21/3/2005	16:00	27,3	61,4	-	897,3				35,2	344	1057	-
21/3/2005	20:00	21,0	89,8	-	899,6				36,8	345	1059	-
22/3/2005	00:00	20,6	92,3	-	900,3	1,14	3,653	192	0	345	1059	-
22/3/2005	04:00	20,6	92,9	-	899,4				0,2	346	1059	-
22/3/2005	08:00	22,1	89,6	-	901,1				0,2	346	1059	-
22/3/2005	12:00	22,9	87,1	-	900,9				1,6	347	1061	-
22/3/2005	16:00	20,7	91,8	-	899,2				7	352	1066	-
22/3/2005	20:00	21	94,2	-	900				9,6	355	1069	-
23/3/2005	00:00	21,0	94,8	-	901,6	1,5	3,944	159	0	355	1069	-
23/3/2005	04:00	18,6	95,4	-	901,2				17,2	372	1086	-
23/3/2005	08:00	22,2	79,2	-	902,6				19,8	375	1089	-
23/3/2005	12:00	27	57,7	-	902,2				20	375	1089	-
23/3/2005	16:00	27,4	54,2	-	898,4				20	375	1089	-
23/3/2005	20:00	23,8	75,3	-	900,2				20	375	1089	-
24/3/2005	00:00	20,9	89	-	901,7	1,17	3,711	139	0	375	1089	-
24/3/2005	04:00	19,6	93,9	-	900,2				0	375	1089	-
24/3/2005	08:00	24,4	72,2	-	902				0	375	1089	-
24/3/2005	12:00	28,2	55,5	-	901,4				0	375	1089	-
24/3/2005	16:00	28,2	50,3	-	898,2				0	375	1089	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
24/3/2005	20:00	22,6	78,2	-	898,9				0	375	1089	-
25/3/2005	00:00	19,5	88,8	-	900,7	1,32	4,877	172	0	375	1089	-
25/3/2005	04:00	17,8	94,1	-	898,7				0	375	1089	-
25/3/2005	08:00	23,9	74,8	-	900,8				0	375	1089	-
25/3/2005	12:00	27,4	58,4	-	900,3				0	375	1089	-
25/3/2005	16:00	24,5	66,7	-	897,7				0	375	1089	-
25/3/2005	20:00	21,9	88,4	-	898,4				0	375	1089	-
26/3/2005	00:00	19,7	90,3	-	899,3	1,54	4,035	191	0	375	1089	-
26/3/2005	04:00	20,1	93	-	898,2				0	375	1089	-
26/3/2005	08:00	22,4	79,3	-	899,4				0	375	1089	-
26/3/2005	12:00	27,4	60,2	-	898,8				0	375	1089	-
26/3/2005	16:00	22,8	79,4	-	896,3				0,8	376	1090	-
26/3/2005	20:00	20,6	94,7	-	897,5				14	389	1103	-
27/3/2005	00:00	20,2	95	-	898,7	1,07	2,605	168	0	389	1103	-
27/3/2005	04:00	20,2	94,6	-	897,4				0	389	1103	-
27/3/2005	08:00	20,8	91,8	-	899,3				0	389	1103	-
27/3/2005	12:00	19,6	92,7	-	900,2				0,6	390	1103	-
27/3/2005	16:00	25,6	66,9	-	897,4				2,4	391	1105	-
27/3/2005	20:00	20,7	92,4	-	898,1				2,4	391	1105	-
28/3/2005	00:00	20,0	95	-	899,3	1,32	4,107	141	0	391	1105	-
28/3/2005	04:00	19,2	89,4	-	897,3				0	391	1105	-
28/3/2005	08:00	21,0	85,2	-	899,3				0	391	1105	-
28/3/2005	12:00	25,9	64,4	-	898,7				0	391	1105	-
28/3/2005	16:00	24,1	74	-	895,7				1,4	393	1107	-
28/3/2005	20:00	20,9	86,1	-	897,2				1,4	393	1107	-
29/3/2005	00:00	21,0	88,5	-	898,2	1,99	4,332	130	0	393	1107	-
29/3/2005	04:00	20,6	86,2	-	897,3				0	393	1107	-
29/3/2005	08:00	21,1	85,7	-	899,5				0	393	1107	-
29/3/2005	12:00	25,8	58,4	-	899,5				0	393	1107	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
29/3/2005	16:00	27,9	50,8	-	896,2				0	393	1107	-
29/3/2005	20:00	20,9	87,4	-	898,9				0	393	1107	-
30/3/2005	00:00	20,8	87	-	899,8	1,33	2,764	139	0	393	1107	-
30/3/2005	04:00	20,1	87,9	-	898,4				0	393	1107	-
30/3/2005	08:00	23,6	73,6	-	899,8				0	393	1107	-
30/3/2005	12:00	21,2	84,9	-	900,4				14,8	408	1121	-
30/3/2005	16:00	25,4	64,4	-	897,6				15,2	408	1122	-
30/3/2005	20:00	22,4	83,6	-	899				15,2	408	1122	-
31/3/2005	00:00	21,5	88,4	-	899,8	1,49	3,862	125	0	408	1122	-
31/3/2005	04:00	19,6	92,5	-	898,5				0	408	1122	-
31/3/2005	08:00	22,2	83,9	-	900,5				0	408	1122	-
31/3/2005	12:00	27	59,1	-	900,1				0	408	1122	-
31/3/2005	16:00	25,1	66,9	-	896,9				0	408	1122	-
31/3/2005	20:00	23,6	74,5	-	898,8				0	408	1122	-

Abril 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/4/2005	00:00	20,9	86	-	899,51	1,49	4,38	175	0	0	1122	-
1/4/2005	04:00	19,6	90,1	-	898,67				0	0	1122	-
1/4/2005	08:00	22,8	80,9	-	900,67				0	0	1122	-
1/4/2005	12:00	26,8	62,9	-	900,55				0	0	1122	-
1/4/2005	16:00	22,9	77,9	-	898,76				1,2	1,2	1123	-
1/4/2005	20:00	22,2	82,6	-	899,63				1,2	1,2	1123	-
2/4/2005	00:00	21,6	83,6	-	900,64	1,72	3,461	120	0	1,2	1123	-
2/4/2005	04:00	20,8	91,1	-	900,37				0	1,2	1123	-
2/4/2005	08:00	21	83,6	-	901,01				3,8	5	1127	-
2/4/2005	12:00	27,0	58,8	-	901,08				3,8	5	1127	-
2/4/2005	16:00	29,2	49,9	-	898,18				3,8	5	1127	-
2/4/2005	20:00	23,4	77,2	-	899,85				3,8	5	1127	-
3/4/2005	00:00	22,0	86,4	-	901,51	1,25	3,018	115	0	5	1127	-
3/4/2005	04:00	20,5	93,7	-	900,56				0	5	1127	-
3/4/2005	08:00	22,7	84,8	-	902,2				0	5	1127	-
3/4/2005	12:00	27,9	53,2	-	901,73				0	5	1127	-
3/4/2005	16:00	27	54,6	-	898,51				0	5	1127	-
3/4/2005	20:00	23,3	73,2	-	899,34				0	5	1127	-
4/4/2005	00:00	20,3	89,2	-	901,38	1,4	2,652	140	0	5	1127	-
4/4/2005	04:00	18,6	94,4	-	900,72				0	5	1127	-
4/4/2005	08:00	23,3	70,2	-	902,29				0	5	1127	-
4/4/2005	12:00	28,9	52,1	-	902,19				0	5	1127	-
4/4/2005	16:00	29,9	36,6	-	898,41				0	5	1127	-
4/4/2005	20:00	23,8	68,6	-	899,71				0	5	1127	-
5/4/2005	00:00	20,7	77,9	-	901,37	1,71	3,614	135	0	5	1127	-
5/4/2005	04:00	18,3	90,2	-	899,92				0	5	1127	-
5/4/2005	08:00	22,6	76,4	-	901,86				0	5	1127	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/4/2005	12:00	28,1	52,4	-	901,68				0	5	1127	-
5/4/2005	16:00	29	42,5	-	898,98				0	5	1127	-
5/4/2005	20:00	24,2	67,9	-	900,53				0	5	1127	-
6/4/2005	00:00	22,4	77,8	-	901,74	2,24	3,842	116	0	5	1127	-
6/4/2005	04:00	20,3	88	-	900,43				0	5	1127	-
6/4/2005	08:00	22,8	76,3	-	902,79				0	5	1127	-
6/4/2005	12:00	27,6	50,8	-	902,51				0	5	1127	-
6/4/2005	16:00	29,2	44,4	-	899,78				0	5	1127	-
6/4/2005	20:00	23,8	68,1	-	900,63				0	5	1127	-
7/4/2005	00:00	21,7	80,5	-	901,14	1,75	3,33	117	0	5	1127	-
7/4/2005	04:00	19,9	82,6	-	900,03				0	5	1127	-
7/4/2005	08:00	22,3	67,9	-	901,88				0	5	1127	-
7/4/2005	12:00	26,6	56,3	-	901,8				0	5	1127	-
7/4/2005	16:00	28,2	49	-	898,74				0	5	1127	-
7/4/2005	20:00	23,7	69,4	-	900,29				0	5	1127	-
8/4/2005	00:00	21,1	80,4	-	901,13	1,59	3,554	141	0	5	1127	-
8/4/2005	04:00	19,3	86,9	-	899,68				0	5	1127	-
8/4/2005	08:00	23,5	69,9	-	901,7				0	5	1127	-
8/4/2005	12:00	27,4	53,7	-	901,77				0	5	1127	-
8/4/2005	16:00	29,3	40,4	-	898,86				0	5	1127	-
8/4/2005	20:00	23,7	64,3	-	899,89				0	5	1127	-
9/4/2005	00:00	21,4	74,6	-	900,23	1,78	3,545	142	0	5	1127	-
9/4/2005	04:00	17,6	92,4	-	899,09				0	5	1127	-
9/4/2005	08:00	21,2	77,9	-	901,23				0	5	1127	-
9/4/2005	12:00	26,7	52,1	-	901,04				0	5	1127	-
9/4/2005	16:00	28,3	40,7	-	898,08				0	5	1127	-
9/4/2005	20:00	23	60,5	-	899,45				0	5	1127	-
10/4/2005	00:00	20,4	69,9	-	900,51	2,1	4,261	120	0	5	1127	-
10/4/2005	04:00	17,4	85,6	-	899,12				0	5	1127	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/4/2005	08:00	21,6	69	-	901,06				0	5	1127	-
10/4/2005	12:00	26,9	37,1	-	900,87				0	5	1127	-
10/4/2005	16:00	27,1	36,5	-	898,38				0	5	1127	-
10/4/2005	20:00	21,8	60,8	-	899,38				0	5	1127	-
11/4/2005	00:00	19,9	73,8	-	899,47	2,15	3,838	103	0	5	1127	-
11/4/2005	04:00	19,4	74	-	898,34				0	5	1127	-
11/4/2005	08:00	21,5	74,3	-	900,43				0	5	1127	-
11/4/2005	12:00	26,7	52,2	-	900,39				0	5	1127	-
11/4/2005	16:00	28,6	39,0	-	897,24				0	5	1127	-
11/4/2005	20:00	22,5	67,6	-	898,92				0	5	1127	-
12/4/2005	00:00	19,4	80,5	-	900,21	1,82	3,306	137	0	5	1127	-
12/4/2005	04:00	17,5	88,2	-	899,17				0	5	1127	-
12/4/2005	08:00	21,3	75,9	-	901,52				0	5	1127	-
12/4/2005	12:00	27,1	54,8	-	901,07				0	5	1127	-
12/4/2005	16:00	28,8	44,3	-	899,02				0	5	1127	-
12/4/2005	20:00	23,8	67,9	-	900,61				0	5	1127	-
13/4/2005	00:00	20,8	80,4	-	901,26	2,05	4,07	132	0	5	1127	-
13/4/2005	04:00	19,9	82,4	-	899,85				0	5	1127	-
13/4/2005	08:00	22,3	77,4	-	901,88				0	5	1127	-
13/4/2005	12:00	27,4	50,5	-	901				0	5	1127	-
13/4/2005	16:00	29,2	44,0	-	898,58				0	5	1127	-
13/4/2005	20:00	23,6	68,2	-	899,69				0	5	1127	-
14/4/2005	00:00	21,1	80	-	899,62	2,45	4,128	124	0	5	1127	-
14/4/2005	04:00	20,2	72,6	-	898,87				0	5	1127	-
14/4/2005	08:00	20,8	74,6	-	901,01				0	5	1127	-
14/4/2005	12:00	26,6	48,6	-	900,69				0	5	1127	-
14/4/2005	16:00	28,0	41,2	-	898,02				0	5	1127	-
14/4/2005	20:00	22,6	64,5	-	899,33				0	5	1127	-
15/4/2005	00:00	20,0	73,7	-	899,4	1,69	3,267	140	0	5	1127	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/4/2005	04:00	17,8	85,1	-	899,32				0	5	1127	-
15/4/2005	08:00	21,1	75,1	-	901,19				0	5	1127	-
15/4/2005	12:00	26,4	53,6	-	901,03				0	5	1127	-
15/4/2005	16:00	28,5	38,5	-	898,82				0	5	1127	-
15/4/2005	20:00	23,1	66,7	-	899,57				0	5	1127	-
16/4/2005	00:00	20,4	76	-	900,04	1,63	2,952	116	0	5	1127	-
16/4/2005	04:00	19,4	82	-	899,15				0	5	1127	-
16/4/2005	08:00	22,7	69,7	-	901,05				0	5	1127	-
16/4/2005	12:00	26,7	51,1	-	900,66				0	5	1127	-
16/4/2005	16:00	27,9	46,3	-	898,21				0	5	1127	-
16/4/2005	20:00	23,9	62,5	-	899,65				0	5	1127	-
17/4/2005	00:00	22	74,9	-	900,17	1,76	3,014	129	0	5	1127	-
17/4/2005	04:00	20,9	74,2	-	898,98				0	5	1127	-
17/4/2005	08:00	22,7	68,4	-	900,86				0	5	1127	-
17/4/2005	12:00	27,1	56,8	-	900,78				0	5	1127	-
17/4/2005	16:00	29,9	37,7	-	898,24				0	5	1127	-
17/4/2005	20:00	24	68,9	-	899,8				0	5	1127	-
18/4/2005	00:00	21	75,4	-	900,08	1,84	3,869	140	0	5	1127	-
18/4/2005	04:00	17,5	92,1	-	898,36				0	5	1127	-
18/4/2005	08:00	21,7	75,3	-	899,72				0	5	1127	-
18/4/2005	12:00	26,7	50,3	-	899,5				0	5	1127	-
18/4/2005	16:00	28,1	40,7	-	897,11				0	5	1127	-
18/4/2005	20:00	22,8	65,6	-	898,4				0	5	1127	-
19/4/2005	00:00	20,1	76,6	-	899,09	1,29	3,08	153	0	5	1127	-
19/4/2005	04:00	18,1	93,3	-	898,44				0	5	1127	-
19/4/2005	08:00	21,7	81,1	-	900,48				0	5	1127	-
19/4/2005	12:00	28	51,6	-	899,93				0	5	1127	-
19/4/2005	16:00	28,7	47,9	-	896,78				0	5	1127	-
19/4/2005	20:00	23,4	70,8	-	898,46				0	5	1127	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
20/4/2005	00:00	21,7	77,6	-	898,88	1,62	5,082	180	0	5	1127	-
20/4/2005	04:00	20,5	85,7	-	897,6				0	5	1127	-
20/4/2005	08:00	22,3	76,6	-	899,88				0	5	1127	-
20/4/2005	12:00	28,1	49,6	-	899,03				0	5	1127	-
20/4/2005	16:00	26	62,6	-	895,76				0,4	5,4	1127	-
20/4/2005	20:00	21,0	93	-	899,01				13,6	18,6	1140	-
21/4/2005	00:00	19,4	94,4	-	900,59	1,72	3,464	217	0	20,2	1142	-
21/4/2005	04:00	18,8	93,9	-	898,05				0,2	20,4	1142	-
21/4/2005	08:00	20,8	87,8	-	899,07				0,2	20,4	1142	-
21/4/2005	12:00	27	57,8	-	899,03				0,2	20,4	1142	-
21/4/2005	16:00	24,2	71	-	897,15				1,6	21,8	1144	-
21/4/2005	20:00	22,6	75	-	898,93				1,6	21,8	1144	-
22/4/2005	00:00	21,0	86,2	-	899,7	1,69	2,865	154	0	21,8	1144	-
22/4/2005	04:00	20	88,1	-	898,42				0	21,8	1144	-
22/4/2005	08:00	20,1	86,2	-	900,29				0	21,8	1144	-
22/4/2005	12:00	24	67,9	-	900,36				0	21,8	1144	-
22/4/2005	16:00	25,4	60,9	-	897,09				0	21,8	1144	-
22/4/2005	20:00	20,6	94,2	-	899,12				11,4	33,2	1155	-
23/4/2005	00:00	19,5	95,3	-	900,01	1,62	2,506	126	0	39,8	1162	-
23/4/2005	04:00	19,7	94,7	-	898,86				0,2	40	1162	-
23/4/2005	08:00	20	89,4	-	900,21				0,2	40	1162	-
23/4/2005	12:00	23,9	71,9	-	900,57				0,2	40	1162	-
23/4/2005	16:00	27	59,4	-	897,37				0,2	40	1162	-
23/4/2005	20:00	21,6	89,9	-	899,52				1	40,8	1163	-
24/4/2005	00:00	19,8	93	-	900,55	1,58	3,811	166	0	41	1163	-
24/4/2005	04:00	20,3	91,3	-	899,71				0	41	1163	-
24/4/2005	08:00	21,3	87,4	-	901,57				0,2	41,2	1163	-
24/4/2005	12:00	25,4	67,1	-	902,28				0,2	41,2	1163	-
24/4/2005	16:00	22,5	77,1	-	899,99				2,2	43,2	1165	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
24/4/2005	20:00	20,6	86,2	-	901,67				2,2	43,2	1165	-
25/4/2005	00:00	19,7	91,2	-	901,95	1,64	4,37	204	0	43,2	1165	-
25/4/2005	04:00	18,4	95,7	-	900,95				0	43,2	1165	-
25/4/2005	08:00	21,1	82,4	-	901,77				0	43,2	1165	-
25/4/2005	12:00	23,6	72,2	-	901,65				0	43,2	1165	-
25/4/2005	16:00	26,9	54,1	-	899,29				0	43,2	1165	-
25/4/2005	20:00	21,3	87,2	-	900,62				4,4	47,6	1169	-
26/4/2005	00:00	20	89	-	901,55	1,82	3,392	145	0	47,8	1170	-
26/4/2005	04:00	19,1	89	-	900,37				0	47,8	1170	-
26/4/2005	08:00	20,8	78,5	-	901,67				0	47,8	1170	-
26/4/2005	12:00	23,3	68,9	-	901,81				0	47,8	1170	-
26/4/2005	16:00	26,0	55,0	-	898,9				0	47,8	1170	-
26/4/2005	20:00	21,4	77,8	-	900,08				0	47,8	1170	-
27/4/2005	00:00	19,9	81,9	-	901,06	2,12	3,37	134	0	47,8	1170	-
27/4/2005	04:00	17,6	90,3	-	899,98				0	47,8	1170	-
27/4/2005	08:00	18,6	87,3	-	901,54				0	47,8	1170	-
27/4/2005	12:00	22,2	72,7	-	902,14				0	47,8	1170	-
27/4/2005	16:00	25,0	53,3	-	899,51				0	47,8	1170	-
27/4/2005	20:00	20,8	78,7	-	900,88				0	47,8	1170	-
28/4/2005	00:00	18,7	78,9	-	901,63	1,97	2,974	126	0	47,8	1170	-
28/4/2005	04:00	17,1	85	-	900,6				0	47,8	1170	-
28/4/2005	08:00	17,3	81,4	-	902,97				0	47,8	1170	-
28/4/2005	12:00	24	56,6	-	902,64				0	47,8	1170	-
28/4/2005	16:00	25,4	49,6	-	900,22				0	47,8	1170	-
28/4/2005	20:00	20,3	71,7	-	901,76				0	47,8	1170	-
29/4/2005	00:00	18,3	76,1	-	902,78	1,88	3,562	133	0	47,8	1170	-
29/4/2005	04:00	16,0	82,4	-	901,5				0	47,8	1170	-
29/4/2005	08:00	17,9	73,7	-	903,3				0	47,8	1170	-
29/4/2005	12:00	23,3	45,6	-	903,53				0	47,8	1170	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
29/4/2005	16:00	24,9	39,3	-	900,88				0	47,8	1170	-
29/4/2005	20:00	18,7	65,7	-	902,18				0	47,8	1170	-
30/4/2005	00:00	15,3	80,1	-	903,26	1,48	3,294	152	0	47,8	1170	-
30/4/2005	04:00	12,4	91,2	-	902,01				0	47,8	1170	-
30/4/2005	08:00	17,9	72,4	-	903,67				0	47,8	1170	-
30/4/2005	12:00	23,2	49,5	-	902,67				0	47,8	1170	-
30/4/2005	16:00	24,8	42,2	-	900,07				0	47,8	1170	-
30/4/2005	20:00	19,3	67,7	-	901,36				0	47,8	1170	-

Maio 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/5/2005	00:00	16,6	75	-	902,2	1,63	3,418	147	0	0	1170	-
1/5/2005	04:00	13,6	86,6	-	901,4				0	0	1170	-
1/5/2005	08:00	17,9	65,1	-	902,5				0	0	1170	-
1/5/2005	12:00	23,7	45,5	-	901,9				0	0	1170	-
1/5/2005	16:00	25,4	38,6	-	899,3				0	0	1170	-
1/5/2005	20:00	19,9	62,7	-	900,7				0	0	1170	-
2/5/2005	00:00	17,7	71,1	-	901,2	1,52	3,623	146	0	0	1170	-
2/5/2005	04:00	14,2	85,1	-	900,6				0	0	1170	-
2/5/2005	08:00	18,6	73	-	902				0	0	1170	-
2/5/2005	12:00	24,3	52,6	-	901,8				0	0	1170	-
2/5/2005	16:00	25,8	40,2	-	899,1				0	0	1170	-
2/5/2005	20:00	21	66,7	-	900,7				0	0	1170	-
3/5/2005	00:00	18,2	73,4	-	901,7	1,58	3,692	142	0	0	1170	-
3/5/2005	04:00	16,1	87,4	-	900,4				0	0	1170	-
3/5/2005	08:00	19,6	68,4	-	901,8				0	0	1170	-
3/5/2005	12:00	25,1	48,4	-	901,7				0	0	1170	-
3/5/2005	16:00	26,2	43	-	899,4				0	0	1170	-
3/5/2005	20:00	20,6	65,6	-	901,2				0	0	1170	-
4/5/2005	00:00	19,3	74,4	-	902,3	1,92	4,02	126	0	0	1170	-
4/5/2005	04:00	19,0	74,6	-	901,3				0	0	1170	-
4/5/2005	08:00	20,3	72,3	-	903,2				0	0	1170	-
4/5/2005	12:00	24,9	58,2	-	902,9				0	0	1170	-
4/5/2005	16:00	25,7	47,9	-	900,5				0	0	1170	-
4/5/2005	20:00	21,4	67	-	902,1				0	0	1170	-
5/5/2005	00:00	18,6	83	-	902,6	2,11	4,248	120	0	0	1170	-
5/5/2005	04:00	18	86,4	-	900,9				0	0	1170	-
5/5/2005	08:00	18,9	82,9	-	902,3				0	0	1170	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/5/2005	12:00	25,1	52,5	-	901,5				0	0	1170	-
5/5/2005	16:00	26,7	47,8	-	899,4				0	0	1170	-
5/5/2005	20:00	21,6	68,1	-	900,8				0	0	1170	-
6/5/2005	00:00	19,1	86	-	901,5	1,85	3,154	133	0	0	1170	-
6/5/2005	04:00	17,9	90,6	-	900,6				0	0	1170	-
6/5/2005	08:00	18,5	84,8	-	902,7				0	0	1170	-
6/5/2005	12:00	24,1	66,4	-	902,9				0	0	1170	-
6/5/2005	16:00	26,0	47,5	-	900,4				0	0	1170	-
6/5/2005	20:00	21,6	69,8	-	901,1				0	0	1170	-
7/5/2005	00:00	18,3	85,7	-	901,2	2,18	4,081	129	0	0	1170	-
7/5/2005	04:00	17,7	85,9	-	900,7				0	0	1170	-
7/5/2005	08:00	19,1	83,6	-	902,4				0	0	1170	-
7/5/2005	12:00	25,2	53,3	-	901,8				0	0	1170	-
7/5/2005	16:00	26,3	46,8	-	899,5				0	0	1170	-
7/5/2005	20:00	21,2	71,9	-	900,6				0	0	1170	-
8/5/2005	00:00	19,4	78,5	-	901,3	2,17	4,264	124	0	0	1170	-
8/5/2005	04:00	16,9	89,2	-	900				0	0	1170	-
8/5/2005	08:00	19,5	75,6	-	901,9				0	0	1170	-
8/5/2005	12:00	24,4	48,4	-	901,9				0	0	1170	-
8/5/2005	16:00	25,6	39,6	-	899,2				0	0	1170	-
8/5/2005	20:00	19,7	62,8	-	900,3				0	0	1170	-
9/5/2005	00:00	18	77,7	-	900,3	2,27	4,146	109	0	0	1170	-
9/5/2005	04:00	17,3	79,6	-	899,4				0	0	1170	-
9/5/2005	08:00	18,6	74,5	-	901,1				0	0	1170	-
9/5/2005	12:00	24,5	55,7	-	900,6				0	0	1170	-
9/5/2005	16:00	25,8	51,8	-	898,9				0	0	1170	-
9/5/2005	20:00	20,4	73,7	-	899,7				0	0	1170	-
10/5/2005	00:00	18,7	77,1	-	899,9	2,1	4,763	133	0	0	1170	-
10/5/2005	04:00	17,1	83,2	-	899				0	0	1170	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/5/2005	08:00	17,9	81	-	900,6				0	0	1170	-
10/5/2005	12:00	24,7	52,8	-	900,6				0	0	1170	-
10/5/2005	16:00	25,4	47,0	-	898,6				0	0	1170	-
10/5/2005	20:00	19,8	70	-	900,1				0	0	1170	-
11/5/2005	00:00	17,5	82	-	900,3	1,63	3,643	146	0	0	1170	-
11/5/2005	04:00	15,2	91,2	-	899,2				0	0	1170	-
11/5/2005	08:00	19,1	76,5	-	900,6				0	0	1170	-
11/5/2005	12:00	24,9	56,7	-	900,2				0	0	1170	-
11/5/2005	16:00	26,6	38,4	-	897,8				0	0	1170	-
11/5/2005	20:00	20,8	63,6	-	899,1				0	0	1170	-
12/5/2005	00:00	16,4	80,3	-	899,3	1,13	2,975	136	0	0	1170	-
12/5/2005	04:00	13,6	93,7	-	898,7				0	0	1170	-
12/5/2005	08:00	18,9	76,3	-	900,5				0	0	1170	-
12/5/2005	12:00	25,7	34,9	-	899,7				0	0	1170	-
12/5/2005	16:00	26,6	30,2	-	897,1				0	0	1170	-
12/5/2005	20:00	20,6	56,4	-	898,4				0	0	1170	-
13/5/2005	00:00	16,0	80,8	-	898,8	1,06	3,432	151	0	0	1170	-
13/5/2005	04:00	13,6	92,4	-	897,6				0	0	1170	-
13/5/2005	08:00	19,2	75,7	-	899,5				0	0	1170	-
13/5/2005	12:00	24,5	49,3	-	898,4				0	0	1170	-
13/5/2005	16:00	27,0	36,3	-	896,2				0	0	1170	-
13/5/2005	20:00	21,2	68,3	-	897,1				0	0	1170	-
14/5/2005	00:00	17,0	88,5	-	897,4	0,83	2,463	119	0	0	1170	-
14/5/2005	04:00	14,2	95	-	896,4				0	0	1170	-
14/5/2005	08:00	17,7	82,6	-	898,2				0	0	1170	-
14/5/2005	12:00	25,4	44,4	-	898,2				0	0	1170	-
14/5/2005	16:00	26,1	40,5	-	895,9				0	0	1170	-
14/5/2005	20:00	22,1	61	-	897,5				0	0	1170	-
15/5/2005	00:00	17,4	85,4	-	898,1	1,32	3,556	171	0	0	1170	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/5/2005	04:00	17,5	86,1	-	897,2				0	0	1170	-
15/5/2005	08:00	20,2	80,5	-	899				0	0	1170	-
15/5/2005	12:00	25,7	46,8	-	898,5				0	0	1170	-
15/5/2005	16:00	26,8	37,7	-	896,3				0	0	1170	-
15/5/2005	20:00	21,1	63,2	-	897,9				0	0	1170	-
16/5/2005	00:00	19,9	72	-	898,4	2,3	4,731	293	0	0	1170	-
16/5/2005	04:00	17,4	79,9	-	897,6				0	0	1170	-
16/5/2005	08:00	20,5	70,3	-	899,7				0	0	1170	-
16/5/2005	12:00	27	39,6	-	899,1				0	0	1170	-
16/5/2005	16:00	26,2	37,8	-	897				0	0	1170	-
16/5/2005	20:00	20,6	57,9	-	897,9				0	0	1170	-
17/5/2005	00:00	17,5	71,4	-	898,5	2,18	4,547	254	0	0	1170	-
17/5/2005	04:00	15,9	78,8	-	897,4				0	0	1170	-
17/5/2005	08:00	20	68,5	-	899,3				0	0	1170	-
17/5/2005	12:00	26,7	34,5	-	898,4				0	0	1170	-
17/5/2005	16:00	26,3	38,6	-	896,4				0	0	1170	-
17/5/2005	20:00	20,7	55,3	-	897,6				0	0	1170	-
18/5/2005	00:00	18	67,2	-	898,2	1,77	3,423	266	0	0	1170	-
18/5/2005	04:00	14,7	89,7	-	896,7				0	0	1170	-
18/5/2005	08:00	17,9	74,7	-	898				0	0	1170	-
18/5/2005	12:00	26,3	43,2	-	898,0				0	0	1170	-
18/5/2005	16:00	27,2	42,0	-	895,8				0	0	1170	-
18/5/2005	20:00	21,3	62	-	897,3				0	0	1170	-
19/5/2005	00:00	19	72,4	-	898,2	1,96	5,159	241	0	0	1170	-
19/5/2005	04:00	14,8	92,9	-	897				0	0	1170	-
19/5/2005	08:00	19,2	75,8	-	898,9				0	0	1170	-
19/5/2005	12:00	26,5	39,4	-	898,8				0	0	1170	-
19/5/2005	16:00	26,7	47,1	-	895,7				0	0	1170	-
19/5/2005	20:00	21,6	69,6	-	897,1				0	0	1170	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
20/5/2005	00:00	20,1	80,1	-	898	2,7	5,281	306	0	0	1170	-
20/5/2005	04:00	18,1	91,6	-	897,1				0	0	1170	-
20/5/2005	08:00	21,2	85,9	-	898,8				0	0	1170	-
20/5/2005	12:00	21,7	88,3	-	899,2				5,2	5,2	1175	-
20/5/2005	16:00	20,3	91,1	-	898,1				8,8	8,8	1178	-
20/5/2005	20:00	17,6	91,6	-	900,8				13,8	13,8	1183	-
21/5/2005	00:00	18,2	88,1	-	899,9	1,39	2,913	179	0	14,2	1184	-
21/5/2005	04:00	16,9	93,3	-	898,9				0	14,2	1184	-
21/5/2005	08:00	18,3	91,3	-	901,8				0	14,2	1184	-
21/5/2005	12:00	23,9	66,6	-	902,3				0	14,2	1184	-
21/5/2005	16:00	24,6	64,2	-	901				0	14,2	1184	-
21/5/2005	20:00	20,4	85,6	-	901,9				0	14,2	1184	-
22/5/2005	00:00	18,4	92,4	-	902,1	2,24	3,422	121	0	14,2	1184	-
22/5/2005	04:00	17,6	90,6	-	901,7				0	14,2	1184	-
22/5/2005	08:00	17,5	91,5	-	903,4				0	14,2	1184	-
22/5/2005	12:00	23,1	69,3	-	903,5				0	14,2	1184	-
22/5/2005	16:00	25,8	56,2	-	901,3				0	14,2	1184	-
22/5/2005	20:00	21,0	77,7	-	902,5				0	14,2	1184	-
23/5/2005	00:00	19,5	87	-	903,1	2,49	3,733	120	0	14,2	1184	-
23/5/2005	04:00	18,5	89,6	-	902,1				0	14,2	1184	-
23/5/2005	08:00	17,9	87,6	-	903,6				0	14,2	1184	-
23/5/2005	12:00	21,3	70,4	-	904				0	14,2	1184	-
23/5/2005	16:00	22,7	65,2	-	901,9				0	14,2	1184	-
23/5/2005	20:00	19,7	75,9	-	902,3				0	14,2	1184	-
24/5/2005	00:00	17,2	83,7	-	902,4	2,64	4,215	116	0	14,2	1184	-
24/5/2005	04:00	16,5	81,3	-	901,8				0	14,2	1184	-
24/5/2005	08:00	17,7	83	-	902,8				0	14,2	1184	-
24/5/2005	12:00	18,5	81,2	-	903,7				0	14,2	1184	-
24/5/2005	16:00	23,4	58,3	-	901,7				0	14,2	1184	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
24/5/2005	20:00	19,7	78,1	-	902,8				0	14,2	1184	-
25/5/2005	00:00	17,8	88	-	903,0	3,05	4,832	117	0	14,2	1184	-
25/5/2005	04:00	17,2	89,4	-	902,8				0	14,2	1184	-
25/5/2005	08:00	17,7	88,5	-	904,6				0	14,2	1184	-
25/5/2005	12:00	24,2	50,1	-	904,2				0	14,2	1184	-
25/5/2005	16:00	23,3	55,2	-	901,9				0	14,2	1184	-
25/5/2005	20:00	19,2	75,9	-	902,6				0	14,2	1184	-
26/5/2005	00:00	17,1	88,7	-	903	3,03	4,523	106	0	14,2	1184	-
26/5/2005	04:00	17	91	-	902,1				0	14,2	1184	-
26/5/2005	08:00	17,1	82,9	-	904,1				0	14,2	1184	-
26/5/2005	12:00	22,9	57,1	-	903,8				0	14,2	1184	-
26/5/2005	16:00	24,1	49,9	-	901,2				0	14,2	1184	-
26/5/2005	20:00	19,9	73,9	-	903,1				0	14,2	1184	-
27/5/2005	00:00	18,8	79,9	-	903,2	2,91	4,207	105	0	14,2	1184	-
27/5/2005	04:00	17,6	89,5	-	902,3				0	14,2	1184	-
27/5/2005	08:00	18	84,9	-	903,7				0	14,2	1184	-
27/5/2005	12:00	22,1	62,3	-	903,6				0	14,2	1184	-
27/5/2005	16:00	22,6	58,9	-	902				0	14,2	1184	-
27/5/2005	20:00	19,9	76,1	-	903,1				0	14,2	1184	-
28/5/2005	00:00	17,6	86	-	902,6	2,44	4,241	125	0	14,2	1184	-
28/5/2005	04:00	16,9	82,8	-	901,4				0	14,2	1184	-
28/5/2005	08:00	17,3	81,8	-	903,2				0	14,2	1184	-
28/5/2005	12:00	23,2	58,9	-	903,1				0	14,2	1184	-
28/5/2005	16:00	23,9	46,5	-	900,8				0	14,2	1184	-
28/5/2005	20:00	18,7	74,7	-	902,3				0	14,2	1184	-
29/5/2005	00:00	16,8	87,5	-	902,4	2,4	3,969	117	0	14,2	1184	-
29/5/2005	04:00	15,8	92	-	901,4				0	14,2	1184	-
29/5/2005	08:00	16,6	91,7	-	903,1				0	14,2	1184	-
29/5/2005	12:00	21,5	68,9	-	903,7				0	14,2	1184	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
29/5/2005	16:00	24,3	49,8	-	901				0	14,2	1184	-
29/5/2005	20:00	19,5	72,2	-	902,7				0	14,2	1184	-
30/5/2005	00:00	18,2	84,8	-	902,7	3,02	4,588	116	0	14,2	1184	-
30/5/2005	04:00	17	88,2	-	901,2				0	14,2	1184	-
30/5/2005	08:00	18,4	80,7	-	903,0				0	14,2	1184	-
30/5/2005	12:00	22,8	59,4	-	903,7				0	14,2	1184	-
30/5/2005	16:00	24	48,2	-	901,5				0	14,2	1184	-
30/5/2005	20:00	19	65,6	-	903,3				0	14,2	1184	-
31/5/2005	00:00	16,6	77	-	903,7	2,47	4,254	127	0	14,2	1184	-
31/5/2005	04:00	15,6	81,8	-	902,6				0	14,2	1184	-
31/5/2005	08:00	16,4	82,8	-	904,1				0	14,2	1184	-
31/5/2005	12:00	22,2	60,4	-	904,2				0	14,2	1184	-
31/5/2005	16:00	24,7	46,5	-	901,8				0	14,2	1184	-
31/5/2005	20:00	19,3	63,9	-	903,2				0	14,2	1184	-

Junho 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/6/2005	00:00	15,8	77,9	-	904	2,24	3,902	124,8	0	0	1184	-
1/6/2005	04:00	14,4	82,6	-	902,1				0	0	1184	-
1/6/2005	08:00	16,0	78,9	-	903				0	0	1184	-
1/6/2005	12:00	23,1	54	-	902,8				0	0	1184	-
1/6/2005	16:00	23,9	49,7	-	900,1				0	0	1184	-
1/6/2005	20:00	18,2	70,6	-	901,7				0	0	1184	-
2/6/2005	00:00	16,4	80,4	-	901,8	1,69	3,389	118,6	0	0	1184	-
2/6/2005	04:00	15,2	87,8	-	900,6				0	0	1184	-
2/6/2005	08:00	16,7	82,5	-	902,2				0	0	1184	-
2/6/2005	12:00	24,3	50,3	-	902				0	0	1184	-
2/6/2005	16:00	25	44,6	-	899,3				0	0	1184	-
2/6/2005	20:00	19,4	67,9	-	900,9				0	0	1184	-
3/6/2005	00:00	17,1	81,8	-	901,5	1,87	3,758	133,3	0	0	1184	-
3/6/2005	04:00	16,5	85,3	-	901,2				0	0	1184	-
3/6/2005	08:00	15,9	86,5	-	903,2				0	0	1184	-
3/6/2005	12:00	23,3	57,2	-	903,5				0	0	1184	-
3/6/2005	16:00	24,8	48,3	-	901,1				0	0	1184	-
3/6/2005	20:00	20,1	68,6	-	902,6				0	0	1184	-
4/6/2005	00:00	18,6	71,2	-	903,2	1,92	4,017	124,4	0	0	1184	-
4/6/2005	04:00	16,2	82,8	-	901,8				0	0	1184	-
4/6/2005	08:00	17,6	78,8	-	903,5				0	0	1184	-
4/6/2005	12:00	24,3	51,9	-	903,3				0	0	1184	-
4/6/2005	16:00	22,8	49,6	-	900,9				0	0	1184	-
4/6/2005	20:00	19	66,7	-	901,8				0	0	1184	-
5/6/2005	00:00	17,7	78,2	-	902,4	1,78	3,415	109,8	0	0	1184	-
5/6/2005	04:00	17,3	77,5	-	901,2				0	0	1184	-
5/6/2005	08:00	18,7	68,6	-	902,8				0	0	1184	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/6/2005	12:00	23,5	56	-	903				0	0	1184	-
5/6/2005	16:00	24,3	40,3	-	899,9				0	0	1184	-
5/6/2005	20:00	18,9	69	-	901,5				0	0	1184	-
6/6/2005	00:00	15,3	84,6	-	901,9	1,27	3	139,4	0	0	1184	-
6/6/2005	04:00	13,7	94,5	-	900,8				0	0	1184	-
6/6/2005	08:00	16,7	82,9	-	902,5				0	0	1184	-
6/6/2005	12:00	23,7	51,1	-	902,5				0	0	1184	-
6/6/2005	16:00	25,0	39,3	-	900,0				0	0	1184	-
6/6/2005	20:00	19,2	60,9	-	901,6				0	0	1184	-
7/6/2005	00:00	16,3	77,7	-	902,1	1,39	3,419	149,5	0	0	1184	-
7/6/2005	04:00	12,4	91,8	-	901,7				0	0	1184	-
7/6/2005	08:00	17,6	80,9	-	902,8				0	0	1184	-
7/6/2005	12:00	23	55,8	-	902,2				0	0	1184	-
7/6/2005	16:00	24,7	42,8	-	899,4				0	0	1184	-
7/6/2005	20:00	19,2	67,7	-	900,6				0	0	1184	-
8/6/2005	00:00	15,5	81,7	-	901,3	1,24	3,091	138,3	0	0	1184	-
8/6/2005	04:00	13,4	95,1	-	900,3				0	0	1184	-
8/6/2005	08:00	16,9	81,8	-	901,7				0	0	1184	-
8/6/2005	12:00	23,4	50	-	901,9				0	0	1184	-
8/6/2005	16:00	24,3	42,2	-	900				0	0	1184	-
8/6/2005	20:00	19,2	62,1	-	901,1				0	0	1184	-
9/6/2005	00:00	17,1	79,8	-	901,4	1,31	2,76	146,9	0	0	1184	-
9/6/2005	04:00	15,9	84,3	-	900,6				0	0	1184	-
9/6/2005	08:00	18,6	74,2	-	902,7				0	0	1184	-
9/6/2005	12:00	25,0	45,1	-	903,2				0	0	1184	-
9/6/2005	16:00	24,8	44,4	-	901,4				0	0	1184	-
9/6/2005	20:00	20,3	67,4	-	902,7				0	0	1184	-
10/6/2005	00:00	16,6	82,8	-	902,9	1,59	3,197	138,4	0	0	1184	-
10/6/2005	04:00	13,9	91,2	-	902				0	0	1184	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/6/2005	08:00	17,7	78,1	-	903,5				0	0	1184	-
10/6/2005	12:00	25,0	52,3	-	902,8				0	0	1184	-
10/6/2005	16:00	25,3	43,5	-	900,9				0	0	1184	-
10/6/2005	20:00	21,7	58,2	-	902,3				0	0	1184	-
11/6/2005	00:00	18,9	73,9	-	902,1	1,21	2,858	159,4	0	0	1184	-
11/6/2005	04:00	14,7	91,6	-	900,9				0	0	1184	-
11/6/2005	08:00	18,5	79,1	-	902,4				0	0	1184	-
11/6/2005	12:00	25,2	52,8	-	902,7				0	0	1184	-
11/6/2005	16:00	26,2	39,2	-	900,0				0	0	1184	-
11/6/2005	20:00	22,5	60,1	-	901,3				0	0	1184	-
12/6/2005	00:00	19,3	72,2	-	901,7	1,14	2,722	187,0	0	0	1184	-
12/6/2005	04:00	15,1	87,6	-	900,6				0	0	1184	-
12/6/2005	08:00	18,7	77,7	-	902,0				0	0	1184	-
12/6/2005	12:00	26,5	42	-	901,4				0	0	1184	-
12/6/2005	16:00	26,8	34,8	-	898,9				0	0	1184	-
12/6/2005	20:00	20,9	55,2	-	900,2				0	0	1184	-
13/6/2005	00:00	17,4	71,3	-	900,3	1,72	6,123	190,0	0	0	1184	-
13/6/2005	04:00	14,2	86,1	-	899,0				0	0	1184	-
13/6/2005	08:00	16,3	82,1	-	900,8				0	0	1184	-
13/6/2005	12:00	26,1	40,1	-	900				0	0	1184	-
13/6/2005	16:00	25,9	41,5	-	897,7				0	0	1184	-
13/6/2005	20:00	21,9	58,5	-	899,7				0	0	1184	-
14/6/2005	00:00	17,2	88,8	-	901,5	1,16	4	194,8	0	0,8	1185	-
14/6/2005	04:00	16,8	95,2	-	899,4				1,8	2,6	1186	-
14/6/2005	08:00	18,8	87,8	-	900,8				2	2,8	1187	-
14/6/2005	12:00	26,8	43,2	-	900,7				2	2,8	1187	-
14/6/2005	16:00	23,4	57,2	-	898,5				2	2,8	1187	-
14/6/2005	20:00	20,2	79,8	-	899,5				2	2,8	1187	-
15/6/2005	00:00	16,7	93,5	-	900,3	1,36	3,075	195,3	0	2,8	1187	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/6/2005	04:00	14,7	94,3	-	899,9				0	2,8	1187	-
15/6/2005	08:00	17,5	86,4	-	901,4				0,2	3	1187	-
15/6/2005	12:00	27,5	47,7	-	901,0				0,2	3	1187	-
15/6/2005	16:00	27,9	33,7	-	898,4				0,2	3	1187	-
15/6/2005	20:00	20,9	65,1	-	900,1				0,2	3	1187	-
16/6/2005	00:00	17,4	83,1	-	901,3	1,68	3,14	152,3	0	3	1187	-
16/6/2005	04:00	16,7	87,9	-	900,4				0	3	1187	-
16/6/2005	08:00	18,0	83,9	-	902,8				0	3	1187	-
16/6/2005	12:00	22,9	63,6	-	902,9				0	3	1187	-
16/6/2005	16:00	26	49,2	-	900,3				0	3	1187	-
16/6/2005	20:00	20,2	80,4	-	902,2				0	3	1187	-
17/6/2005	00:00	17,4	90,8	-	902,6	1,97	3,735	146,6	0	4,4	1188	-
17/6/2005	04:00	15,6	95,3	-	901,4				0	4,4	1188	-
17/6/2005	08:00	18	82,2	-	903,1				0	4,4	1188	-
17/6/2005	12:00	23,4	54,8	-	903,6				0	4,4	1188	-
17/6/2005	16:00	25,2	47	-	901,2				0	4,4	1188	-
17/6/2005	20:00	21,1	68,5	-	903,1				0	4,4	1188	-
18/6/2005	00:00	19,1	75,5	-	903,6	2,49	3,401	121,6	0	4,4	1188	-
18/6/2005	04:00	17,3	84,9	-	903,2				0	4,4	1188	-
18/6/2005	08:00	16,8	84,4	-	904,3				0	4,4	1188	-
18/6/2005	12:00	21,2	66,7	-	904,3				0	4,4	1188	-
18/6/2005	16:00	21,0	66,5	-	902,5				0	4,4	1188	-
20/6/2005	16:00	33,3	26	-	895				0	4,4	1188	-
20/6/2005	20:00	21,4	54	-	897	--	-	-	0	4,4	1188	-
21/6/2005	00:00	17,3	79	-	898	-	-	-	0	4,4	1188	-
21/6/2005	04:00	16,6	86	-	897	-	-	-	0	4,4	1188	-
21/6/2005	08:00	18,8	75	-	899,8	-	-	-	0	4,4	1188	-
21/6/2005	12:00	25,3	46	-	900	-	-	-	0	4,4	1188	-
21/6/2005	16:00	29,7	32	-	897	-	-	-	0	4,4	1188	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
22/6/2005	12:00	24,7	42	-	900	-	-	-	0	4,4	1188	-
22/6/2005	16:00	28,2	33	-	898	-	-	-	14	18,4	1202	-
22/6/2005	20:00	21,8	58	-	900	-	-	-	14	18,4	1202	-
23/6/2005	00:00	19,7	67	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
23/6/2005	04:00	17,7	80	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
23/6/2005	08:00	17,6	76	-	901	-	-	-	0	18,4	1202	-
23/6/2005	12:00	23,9	47	-	901	-	-	-	0	18,4	1202	-
23/6/2005	16:00	22,3	52	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
23/6/2005	20:00	18,6	72	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
24/6/2005	00:00	16,5	82	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
24/6/2005	04:00	15,1	90	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
24/6/2005	08:00	15,4	91	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
24/6/2005	12:00	22,7	45	-	901	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	00:00	15,2	75	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	04:00	11,7	95	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	08:00	14,6	96	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	12:00	23,3	36	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	16:00	26,6	30	-	897	-	-	-	0	18,4	1202	-
25/6/2005	20:00	19,7	54	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	00:00	16,6	67	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	04:00	12,2	88	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	08:00	15,3	92	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	12:00	27,7	31	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	16:00	28,8	26	-	896,2	-	-	-	0	18,4	1202	-
26/6/2005	20:00	20	53	-	897	-	-	-	0	18,4	1202	-
27/6/2005	00:00	16,6	73	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
27/6/2005	04:00	14	84	-	897	-	-	-	0	18,4	1202	-
27/6/2005	08:00	16,6	77	-	898,8	-	-	-	0	18,4	1202	-
27/6/2005	12:00	28,1	34	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
27/6/2005	16:00	30,2	30	-	896	-	-	-	0	18,4	1202	-
27/6/2005	20:00	20,1	63	-	897	-	-	-	0	18,4	1202	-
28/6/2005	00:00	19,7	69	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
28/6/2005	04:00	17,3	82	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
28/6/2005	08:00	19,2	71	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
28/6/2005	16:00	26,1	44	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
28/6/2005	20:00	22,7	57	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	00:00	18,3	81	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	04:00	17,1	89	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	08:00	18,6	82	-	900	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	12:00	26,7	37	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	16:00	27,2	34	-	897	-	-	-	0	18,4	1202	-
29/6/2005	20:00	20,1	59	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	00:00	17	73	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	04:00	15,4	82	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	08:00	17,6	68	-	900,8	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	12:00	24,4	37	-	901	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	16:00	26,7	33	-	898	-	-	-	0	18,4	1202	-
30/6/2005	20:00	19,8	56	-	899	-	-	-	0	18,4	1202	-

Julho 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/7/2005	04:00	13,1	91	11,6	897	-	-	-	0	0	1202	13,1
1/7/2005	08:00	16,3	63	9,2	899	-	-	-	0	0	1202	16,3
1/7/2005	12:00	27,3	24	5	899	-	-	-	0	0	1202	26,4
1/7/2005	16:00	28,2	22	4,5	897	-	-	-	0	0	1202	27
1/7/2005	20:00	17,7	54	8,3	899	-	-	-	0	0	1202	17,7
2/7/2005	00:00	14,6	71	9,4	899	-	-	-	0	0	1202	14,6
2/7/2005	04:00	12,2	91	10,8	898	-	-	-	0	0	1202	12,2
2/7/2005	08:00	13,7	89	11,9	900	-	-	-	0	0	1202	13,7
2/7/2005	12:00	27,3	29	7,7	900	-	-	-	0	0	1202	26,6
2/7/2005	16:00	29,8	22	5,8	897	-	-	-	0	0	1202	28,1
2/7/2005	20:00	19,1	53	9,3	899	-	-	-	0	0	1202	25,4
3/7/2005	00:00	16,4	59	8,4	900	-	-	-	0	0	1202	16,4
3/7/2005	04:00	12,2	89	10,5	899	-	-	-	0	0	1202	12,2
3/7/2005	08:00	13,5	85	11	901	-	-	-	0	0	1202	13,5
3/7/2005	12:00	29,4	26	7,9	900	-	-	-	0	0	1202	28
3/7/2005	16:00	32,4	18	5	897	-	-	-	0	0	1202	30,2
3/7/2005	20:00	19,2	48	7,9	899	-	-	-	0	0	1202	25,6
4/7/2005	00:00	16,9	57	8,3	899	-	-	-	0	0	1202	16,9
4/7/2005	04:00	11,6	86	9,3	898	-	-	-	0	0	1202	11,6
4/7/2005	08:00	13,5	84	10,8	899	-	-	-	0	0	1202	13,5
4/7/2005	12:00	29,4	22	5,5	899	-	-	-	0	0	1202	27,8
4/7/2005	16:00	29,3	21	4,7	896	-	-	-	0	0	1202	27,7
4/7/2005	20:00	18,7	47	7,2	897	-	-	-	0	0	1202	25,8
5/7/2005	00:00	13,8	74	9,3	899	-	-	-	0	0	1202	13,8
5/7/2005	04:00	11,4	88	9,5	898	-	-	-	0	0	1202	11,4
5/7/2005	08:00	15,5	66	9,2	900	-	-	-	0	0	1202	15,5
5/7/2005	12:00	29,2	23	5,9	899	-	-	-	0	0	1202	27,7

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
5/7/2005	16:00	29,4	19	3,4	897	-	-	-	0	0	1202	27,8
5/7/2005	20:00	19,7	38	5	898	-	-	-	0	0	1202	25,2
6/7/2005	00:00	14,6	70	9,2	899	-	-	-	0	0	1202	14,6
6/7/2005	04:00	11,3	90	9,8	899	-	-	-	0	0	1202	11,3
6/7/2005	08:00	13,5	87	11,4	901	-	-	-	0	0	1202	13,5
6/7/2005	12:00	27,3	23	4,3	901	-	-	-	0	0	1202	26,3
6/7/2005	16:00	28,2	22	4,5	899	-	-	-	0	0	1202	26,9
6/7/2005	20:00	19,5	44	6,9	900	-	-	-	0	0	1202	25,5
7/7/2005	00:00	15,4	65	8,9	901	-	-	-	0	0	1202	15,4
7/7/2005	04:00	12,3	91	10,9	900	-	-	-	0	0	1202	12,3
7/7/2005	08:00	15,3	68	9,5	901	-	-	-	0	0	1202	15,3
7/7/2005	12:00	26	31	7,6	902	-	-	-	0	0	1202	25,9
7/7/2005	16:00	27,9	24	5,4	899	-	-	-	0	0	1202	26,8
7/7/2005	20:00	20,3	46	8,3	900	-	-	-	0	0	1202	25,2
8/7/2005	00:00	16,8	64	10	900	-	-	-	0	0	1202	16,8
8/7/2005	04:00	14,4	78	10,6	900	-	-	-	0	0	1202	14,4
8/7/2005	08:00	15,4	83	12,5	902	-	-	-	0	0	1202	15,4
8/7/2005	12:00	22,3	48	10,7	902	-	-	-	0	0	1202	25
8/7/2005	16:00	24,6	40	10,1	900	-	-	-	0	0	1202	25,5
8/7/2005	20:00	18,9	60	11	902	-	-	-	0	0	1202	24,9
9/7/2005	00:00	15,6	75	11,2	902	-	-	-	0	0	1202	15,6
9/7/2005	04:00	14,3	78	10,5	902	-	-	-	0	0	1202	14,3
9/7/2005	08:00	14,4	70	9	904	-	-	-	0	0	1202	14,4
9/7/2005	12:00	18,2	51	7,9	904	-	-	-	0	0	1202	26
9/7/2005	16:00	20	42	6,7	901	-	-	-	0	0	1202	25,2
9/7/2005	20:00	16,1	57	7,6	902	-	-	-	0	0	1202	16,1
10/7/2005	00:00	12,2	74	7,7	902	-	-	-	0	0	1202	12,2
10/7/2005	04:00	11,3	68	5,6	901	-	-	-	0	0	1202	11,3
10/7/2005	08:00	13	69	7,4	902	-	-	-	0	0	1202	13

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
10/7/2005	12:00	21,5	34	5	902	-	-	-	0	0	1202	24,8
10/7/2005	16:00	23,5	23	1,2	899	-	-	-	0	0	1202	24,5
10/7/2005	20:00	14,8	41	1,7	900	-	-	-	0	0	1202	14,8
11/7/2005	00:00	11,9	62	4,8	901	-	-	-	0	0	1202	11,9
11/7/2005	04:00	10,5	83	7,8	900	-	-	-	0	0	1202	10,5
11/7/2005	08:00	13,9	71	8,8	902	-	-	-	0	0	1202	13,9
11/7/2005	12:00	20,9	43	7,9	901	-	-	-	0	0	1202	25,1
11/7/2005	16:00	23,9	32	6,2	899	-	-	-	0	0	1202	25,1
11/7/2005	20:00	17,9	57	9,3	900	-	-	-	0	0	1202	17,9
12/7/2005	00:00	14,8	67	8,7	901	-	-	-	0	0	1202	14,8
12/7/2005	04:00	15,1	71	9,9	900	-	-	-	0	0	1202	15,1
12/7/2005	08:00	14,6	94	13,6	902	-	-	-	0	0	1202	14,6
12/7/2005	12:00	20,5	50	9,7	902	-	-	-	0	0	1202	25,1
12/7/2005	16:00	23,4	40	9,1	899	-	-	-	0	0	1202	25,1
12/7/2005	20:00	17,6	64	10,7	900	-	-	-	0	0	1202	17,6
13/7/2005	00:00	13,7	90	12,1	900	-	-	-	0	0	1202	13,7
13/7/2005	04:00	11,5	95	10,8	900	-	-	-	0	0	1202	11,5
13/7/2005	08:00	14,9	89	13,1	901	-	-	-	0	0	1202	14,9
13/7/2005	12:00	23	42	9,4	900	-	-	-	0	0	1202	25,1
13/7/2005	16:00	26,4	30	7,4	897	-	-	-	0	0	1202	26,1
13/7/2005	20:00	19,8	48	8,5	899	-	-	-	0	0	1202	25,3
14/7/2005	00:00	18,4	48	7,2	899	-	-	-	0	0	1202	26
14/7/2005	04:00	16	56	7,3	898	-	-	-	0	0	1202	16
14/7/2005	08:00	16	58	7,8	899	-	-	-	0	0	1202	16
14/7/2005	16:00	23,3	32	5,7	897	-	-	-	0	0	1202	24,9
14/7/2005	20:00	19,3	42	6,1	898	-	-	-	0	0	1202	25,5
15/7/2005	00:00	17,8	48	6,7	899	-	-	-	0	0	1202	17,8
15/7/2005	04:00	12,6	74	8,1	898	-	-	-	0	0	1202	12,6
15/7/2005	08:00	16,1	62	8,8	900	-	-	-	0	0	1202	16,1

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
15/7/2005	12:00	28,3	29	8,6	899	-	-	-	0	0	1202	27,3
15/7/2005	16:00	30,1	22	6,1	896	-	-	-	0	0	1202	28,4
15/7/2005	20:00	17,8	58	9,5	898	-	-	-	0	0	1202	17,8
16/7/2005	00:00	15,3	70	9,9	898	-	-	-	0	0	1202	15,3
16/7/2005	04:00	14,1	77	10,1	897	-	-	-	0	0	1202	14,1
16/7/2005	08:00	18,7	60	10,8	899	-	-	-	0	0	1202	25
16/7/2005	12:00	28,3	29	8,6	898	-	-	-	0	0	1202	27,3
16/7/2005	16:00	32,3	22	7,9	896	-	-	-	0	0	1202	30,4
16/7/2005	20:00	18,5	55	9,3	897	-	-	-	0	0	1202	25,6
17/7/2005	00:00	16,6	64	9,7	897,2	-	-	-	0	0	1202	16,6
17/7/2005	04:00	12,4	93	11,3	897	-	-	-	0	0	1202	12,4
17/7/2005	08:00	16,4	79	12,8	899	-	-	-	0	0	1202	16,4
17/7/2005	12:00	29,8	22	5,9	898	-	-	-	0	0	1202	28,2
17/7/2005	16:00	32,1	20	6,3	895	-	-	-	0	0	1202	30,1
17/7/2005	20:00	20,6	44	7,9	897	-	-	-	0	0	1202	25,1
18/7/2005	00:00	16,5	62	9,2	898	-	-	-	0	0	1202	16,5
18/7/2005	04:00	13,2	91	11,7	897	-	-	-	0	0	1202	13,2
18/7/2005	08:00	18,4	64	11,5	898	-	-	-	0	0	1202	24,7
18/7/2005	12:00	31,5	24	8,5	897	-	-	-	0	0	1202	29,8
18/7/2005	16:00	36	18	7,9	894	-	-	-	0	0	1202	33,9
18/7/2005	20:00	23,1	37	7,7	896	-	-	-	0	0	1202	25
19/7/2005	00:00	20,6	58	12,1	897	-	-	-	0	0	1202	24,6
19/7/2005	04:00	17,7	73	12,8	897	-	-	-	0	0	1202	17,7
19/7/2005	08:00	16,4	78	12,5	899	-	-	-	0	0	1202	16,4
19/7/2005	12:00	23,6	42	9,9	899,5	-	-	-	0	0	1202	25,2
19/7/2005	16:00	28,7	31	9,9	896	-	-	-	0	0	1202	27,7
19/7/2005	20:00	23	47	11,1	897	-	-	-	0	0	1202	25,1
20/7/2005	00:00	23	47	11,1	898	-	-	-	0	0	1202	25,1
20/7/2005	04:00	23	47	11,1	897,5	-	-	-	0	0	1202	25,1

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
20/7/2005	08:00	18,6	66	12,1	897,3	-	-	-	0	0	1202	24,3
20/7/2005	12:00	26,6	34	9,5	899	-	-	-	0	0	1202	26,4
20/7/2005	16:00	29,2	26	7,8	896	-	-	-	0	0	1202	27,8
20/7/2005	20:00	21,1	53	11,2	897	-	-	-	0	0	1202	24,8
21/7/2005	00:00	19	62	11,5	898	-	-	-	0	0	1202	24,6
21/7/2005	04:00	17,9	68	11,9	898	-	-	-	0	0	1202	17,9
21/7/2005	08:00	17,8	68	11,8	900	-	-	-	0	0	1202	17,8
21/7/2005	12:00	26,4	37	10,6	900	-	-	-	0	0	1202	26,4
21/7/2005	16:00	31	28	10,4	897	-	-	-	0	0	1202	29,5
21/7/2005	20:00	20,3	58	11,8	899	-	-	-	0	0	1202	24,6
22/7/2005	00:00	18,2	71	12,9	901	-	-	-	0	0	1202	23,5
22/7/2005	04:00	17,1	75	12,6	900	-	-	-	0	0	1202	17,1
22/7/2005	08:00	17,5	71	12,2	901	-	-	-	0	0	1202	17,5
22/7/2005	12:00	28,9	32	10,6	901	-	-	-	0	0	1202	27,9
22/7/2005	16:00	30,9	23	7,4	898	-	-	-	0	0	1202	29,1
22/7/2005	20:00	21,4	52	11,2	899	-	-	-	0	0	1202	24,9
23/7/2005	00:00	18,5	64	11,6	899,7	-	-	-	0	0	1202	24,6
23/7/2005	04:00	17,1	69	11,3	899	-	-	-	0	0	1202	17,1
23/7/2005	08:00	18,6	66	12,1	898,8	-	-	-	0	0	1202	24,2
23/7/2005	12:00	27	31	8,4	900	-	-	-	0	0	1202	26,5
23/7/2005	16:00	29,7	25	7,6	898	-	-	-	0	0	1202	28,2
23/7/2005	20:00	20,6	52	10,4	899	-	-	-	0	0	1202	25
24/7/2005	00:00	18,9	56	9,9	900	-	-	-	0	0	1202	25,3
24/7/2005	04:00	13,9	83	11	899	-	-	-	0	0	1202	13,9
24/7/2005	08:00	18,1	63	10,9	900	-	-	-	0	0	1202	25
24/7/2005	12:00	30	30	10,6	900	-	-	-	0	0	1202	28,8
24/7/2005	16:00	29,4	28	9	898	-	-	-	0	0	1202	28,1
24/7/2005	20:00	20,4	49	9,4	899	-	-	-	0	0	1202	25,1
25/7/2005	00:00	15,7	78	11,9	900	-	-	-	0	0	1202	15,7

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
25/7/2005	04:00	13,8	88	11,9	899	-	-	-	0	0	1202	13,8
25/7/2005	08:00	16,2	84	13,5	901	-	-	-	0	0	1202	16,2
25/7/2005	12:00	30	27	9	901	-	-	-	0	0	1202	28,5
25/7/2005	16:00	30,6	22	6,5	898	-	-	-	0	0	1202	28,8
25/7/2005	20:00	21,3	46	9,2	900	-	-	-	0	0	1202	25
26/7/2005	00:00	18,4	66	11,9	901	-	-	-	0	0	1202	24,3
26/7/2005	04:00	15,2	83	12,3	900	-	-	-	0	0	1202	15,2
26/7/2005	08:00	16,9	76	12,6	901	-	-	-	0	0	1202	16,9
26/7/2005	12:00	28,9	30	9,6	901	-	-	-	0	0	1202	27,8
26/7/2005	20:00	22	46	9,9	900	-	-	-	0	0	1202	25
27/7/2005	00:00	16,9	66	10,5	900	-	-	-	0	0	1202	16,9
27/7/2005	04:00	14,1	85	11,7	899	-	-	-	0	0	1202	14,1
27/7/2005	08:00	15,8	83	12,9	901	-	-	-	0	0	1202	15,8
28/7/2005	20:00	21,5	43	8,4	900	-	-	-	0	0	1202	25
29/7/2005	00:00	16,9	61	9,3	901	-	-	-	0	0	1202	16,9
29/7/2005	04:00	14,4	74	9,8	899	-	-	-	0	0	1202	14,4
29/7/2005	08:00	17,5	62	10,2	901	-	-	-	0	0	1202	17,5
29/7/2005	12:00	27,6	30	8,5	901	-	-	-	0	0	1202	26,8
29/7/2005	16:00	29	22	5,2	899	-	-	-	0	0	1202	27,5
29/7/2005	20:00	20,4	39	6	900	-	-	-	0	0	1202	25,1
30/7/2005	00:00	17,5	52	7,6	900,3	-	-	-	0	0	1202	17,5
30/7/2005	04:00	14,3	71	9,1	899,3	-	-	-	0	0	1202	14,3
30/7/2005	08:00	17,5	60	9,6	901	-	-	-	0	0	1202	17,5
30/7/2005	12:00	25,8	33	8,3	900	-	-	-	0	0	1202	25,8
30/7/2005	16:00	25	32	7,2	898	-	-	-	0	0	1202	25,4
30/7/2005	20:00	21,7	42	8,2	899	-	-	-	0	0	1202	25
31/7/2005	00:00	20,6	44	7,9	900	-	-	-	0	0	1202	25,1
31/7/2005	04:00	19	48	7,7	900	-	-	-	0	0	1202	25,7
31/7/2005	08:00	19,2	52	9,1	900	-	-	-	0	0	1202	25,4

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
31/7/2005	12:00	29	30	9,7	900	-	-	-	0	0	1202	27,8
31/7/2005	16:00	28,5	29	8,8	897	-	-	-	0	0	1202	27,4
31/7/2005	20:00	21,9	45	9,4	899	-	-	-	0	0	1202	25

Agosto 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/8/2005	04:00	17,4	51	7,2	898	-	-	-	0	0	1202,2	17,4
1/8/2005	08:00	17	52	7,1	901	-	-	-	0	0	1202,2	17
1/8/2005	12:00	24,8	32	7	901	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
1/8/2005	16:00	27,2	25	5,5	898	-	-	-	0	0	1202,2	26,3
1/8/2005	20:00	20	44	7,4	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,3
2/8/2005	00:00	16,8	54	7,4	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,8
2/8/2005	04:00	13,3	71	8,2	899	-	-	-	0	0	1202,2	13,3
2/8/2005	08:00	15,5	67	9,4	900	-	-	-	0	0	1202,2	15,5
2/8/2005	12:00	28,5	29	8,8	900	-	-	-	0	0	1202,2	27,4
2/8/2005	16:00	27,2	30	8,1	898	-	-	-	0	0	1202,2	26,5
2/8/2005	20:00	19,3	48	8,1	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,5
3/8/2005	00:00	16,3	54	7	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,3
3/8/2005	04:00	14,4	63	7,5	898	-	-	-	0	0	1202,2	14,4
3/8/2005	08:00	16,3	59	8,3	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,3
3/8/2005	12:00	24,9	30	6,2	900	-	-	-	0	0	1202,2	25,3
3/8/2005	16:00	28,7	22	4,9	897	-	-	-	0	0	1202,2	27,3
3/8/2005	20:00	21,9	38	7	899	-	-	-	0	0	1202,2	24,9
4/8/2005	00:00	20,3	45	8	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,2
4/8/2005	04:00	19,4	47	7,8	898	-	-	-	0	0	1202,2	25,5
4/8/2005	08:00	18,4	58	10	900	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
4/8/2005	20:00	20	49	9	900	-	-	-	0	0	1202,2	25,2
5/8/2005	00:00	18,5	53	8,8	901	-	-	-	0	0	1202,2	25,7
5/8/2005	04:00	15,8	66	9,4	899	-	-	-	0	0	1202,2	15,8
5/8/2005	08:00	17	59	9	901	-	-	-	0	0	1202,2	17
5/8/2005	12:00	25,3	34	8,3	901	-	-	-	0	0	1202,2	25,6
5/8/2005	16:00	26,1	25	4,6	898	-	-	-	0	0	1202,2	25,7
5/8/2005	20:00	19,3	36	3,9	900	-	-	-	0	0	1202,2	25,2

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
6/8/2005	00:00	16,1	52	6,3	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,1
6/8/2005	04:00	12,7	71	7,6	899	-	-	-	0	0	1202,2	12,7
6/8/2005	08:00	16,9	55	7,8	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,9
6/8/2005	12:00	27,2	27	6,6	900	-	-	-	0	0	1202,2	26,4
6/8/2005	16:00	30,7	21	5,9	898	-	-	-	0	0	1202,2	28,9
6/8/2005	20:00	19,9	50	9,2	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,2
7/8/2005	00:00	17	63	9,9	900	-	-	-	0	0	1202,2	17
7/8/2005	04:00	14,5	72	9,5	898	-	-	-	0	0	1202,2	14,5
7/8/2005	08:00	17,3	58	9	900	-	-	-	0	0	1202,2	17,3
7/8/2005	12:00	25,9	30	7	900	-	-	-	0	0	1202,2	25,8
7/8/2005	16:00	27,4	24	5,1	898	-	-	-	0	0	1202,2	26,5
7/8/2005	20:00	19,3	43	6,5	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,5
8/8/2005	00:00	16,7	52	6,8	900	-	-	-	0	0	1202,2	16,7
8/8/2005	04:00	11,8	80	8,5	898	-	-	-	0	0	1202,2	11,8
8/8/2005	08:00	14,9	71	9,7	899	-	-	-	0	0	1202,2	14,9
8/8/2005	12:00	27,9	26	6,6	899	-	-	-	0	0	1202,2	26,8
8/8/2005	16:00	30,2	22	6,1	897	-	-	-	0	0	1202,2	28,4
9/8/2005	00:00	19,5	47	7,9	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
9/8/2005	04:00	19,5	47	7,9	897	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
9/8/2005	08:00	18,2	49	7,3	898	-	-	-	0	0	1202,2	26,1
9/8/2005	12:00	31,4	20	5,8	899	-	-	-	0	0	1202,2	29,5
9/8/2005	16:00	31	19	4,7	896	-	-	-	0	0	1202,2	29
9/8/2005	20:00	23,3	34	6,6	897	-	-	-	0	0	1202,2	25
10/8/2005	00:00	20,1	50	9,4	898	-	-	-	0	0	1202,2	25,2
10/8/2005	04:00	19,4	50	8,7	897	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
10/8/2005	08:00	19,4	50	8,7	899	-	-	-	0	0	1202,2	25,4
10/8/2005	12:00	27,9	30	8,7	898	-	-	-	0	0	1202,2	27
10/8/2005	16:00	27,6	25	5,8	896	-	-	-	0	0	1202,2	26,6
10/8/2005	20:00	20,2	47	8,5	898	-	-	-	0	0	1202,2	25,2

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
11/8/2005	00:00	16,4	61	8,8	899	-	-	-	0	0	1202,2	16,4
11/8/2005	04:00	16,4	61	8,8	899	-	-	-	0	0	1202,2	16,4
11/8/2005	08:00	16,6	66	10,2	899	-	-	-	0	0	1202,2	16,6
11/8/2005	12:00	30,2	25	8	899	-	-	-	0	0	1202,2	28,6
11/8/2005	16:00	35,1	17	6,4	896	-	-	-	0	0	1202,2	32,8
11/8/2005	20:00	24,9	26	4,1	897,2	-	-	-	0	0	1202,2	25,2
12/8/2005	00:00	19	46	7,1	898	-	-	-	0	0	1202,2	25,7
12/8/2005	04:00	14,4	60	6,8	896,8	-	-	-	0	0	1202,2	14,4
12/8/2005	08:00	16,2	58	8	898	-	-	-	0	0	1202,2	16,2
12/8/2005	12:00	30,3	22	6,3	897	-	-	-	0	0	1202,2	28,6
12/8/2005	16:00	34,6	16	5,1	895	-	-	-	0	0	1202,2	32,2
12/8/2005	20:00	24	24	2,2	896	-	-	-	0	0	1202,2	24,7
13/8/2005	00:00	16,8	46	5,1	897	-	-	-	0	0	1202,2	16,8
13/8/2005	04:00	14,2	70	8,8	895	-	-	-	0	0	1202,2	14,2
13/8/2005	08:00	16,4	60	8,6	897	-	-	-	0	0	1202,2	16,4
15/8/2005	16:00	29,1	26	7,7	897	-	-	-	0	0	1202,2	27,7
15/8/2005	20:00	22	48	10,5	899	-	-	-	0	0	1202,2	25
16/8/2005	00:00	20,4	55	11	899	-	-	-	0	0	1202,2	24,8
16/8/2005	04:00	18,6	51	8,3	897	-	-	-	0	0	1202,2	25,7
16/8/2005	08:00	18,3	49	7,4	899	-	-	-	0	0	1202,2	26
16/8/2005	12:00	27,6	25	5,8	899	-	-	-	0	0	1202,2	26,6
16/8/2005	20:00	22	39	7,5	897	-	-	-	0	12	1214,2	25
17/8/2005	00:00	19,1	52	9	897	-	-	-	0	12	1214,2	25,5
17/8/2005	04:00	16,9	65	10,2	896	-	-	-	0	12	1214,2	16,9
17/8/2005	08:00	20,2	56	11,2	898	-	-	-	0	12	1214,2	24,8
17/8/2005	12:00	28,7	31	9,9	899	-	-	-	0	12	1214,2	27,7
17/8/2005	16:00	28,4	26	7,1	896	-	-	-	0	12	1214,2	27,2
17/8/2005	20:00	22,2	46	10,1	896,5	-	-	-	0	12	1214,2	25
18/8/2005	00:00	19	70	13,4	897,7	-	-	-	0	12	1214,2	23,4

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
18/8/2005	04:00	16,3	90	14,7	897,7	-	-	-	0	12	1214,2	16,3
18/8/2005	08:00	19,7	67	13,4	897,7	-	-	-	0	12	1214,2	23,7
18/8/2005	12:00	31	27	9,8	956,3	-	-	-	0	12	1214,2	29,5
18/8/2005	16:00	30,8	20	5,3	896	-	-	-	0	12	1214,2	28,9
18/8/2005	20:00	22,7	41	8,8	896	-	-	-	0	12	1214,2	25
19/8/2005	00:00	18,7	53	9	898	-	-	-	0	12	1214,2	25,6
19/8/2005	04:00	17,8	64	10,9	898	-	-	-	0	12	1214,2	17,8
19/8/2005	08:00	19,7	57	11	900	-	-	-	0	12	1214,2	24,9
19/8/2005	12:00	29,2	30	9,9	900	-	-	-	0	12	1214,2	28,1
19/8/2005	16:00	25,3	39	10,3	897	-	-	-	0	12	1214,2	25,8
19/8/2005	20:00	16,2	93	15,1	901	-	-	-	20	32	1234,2	16,2
20/8/2005	00:00	16,1	84	13,3	901	-	-	-	0	49	1251,2	16,1
20/8/2005	04:00	13,9	96	13,3	901	-	-	-	0	49	1251,2	13,9
20/8/2005	08:00	16,7	88	14,7	901	-	-	-	0	49	1251,2	16,7
20/8/2005	12:00	26	40	11,4	902,5	-	-	-	0	49	1251,2	26,2
20/8/2005	16:00	27,8	30	8,6	902,3	-	-	-	0	49	1251,2	26,9
20/8/2005	20:00	20,3	51	9,9	899,3	-	-	-	0	49	1251,2	25,1
21/8/2005	00:00	17,2	67	11,1	899,3	-	-	-	0	49	1251,2	17,2
21/8/2005	04:00	17,3	58	8,9	899,3	-	-	-	0	49	1251,2	17,3
21/8/2005	08:00	18,7	55	9,5	899,3	-	-	-	0	49	1251,2	25,5
21/8/2005	12:00	27,8	30	8,6	899,3	-	-	-	0	49	1251,2	26,9
21/8/2005	16:00	28,7	25	6,7	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	27,4
21/8/2005	20:00	20,4	45	8,1	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	25,2
22/8/2005	00:00	17,5	52	7,6	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	17,5
22/8/2005	04:00	15,9	58	7,6	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	15,9
22/8/2005	08:00	19,7	50	9	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	25,3
22/8/2005	12:00	27,9	30	8,7	906	-	-	-	0	49	1251,2	27
22/8/2005	20:00	20,2	48	8,9	898,5	-	-	-	0	49	1251,2	25,2
23/8/2005	00:00	17,8	58	9,5	903	-	-	-	0	49	1251,2	17,8

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
23/8/2005	04:00	15,9	68	10,1	903	-	-	-	0	49	1251,2	15,9
23/8/2005	08:00	18,8	53	9,1	903	-	-	-	0	49	1251,2	25,5
23/8/2005	12:00	29	28	8,7	908,7	-	-	-	0	49	1251,2	27,8
23/8/2005	16:00	33,3	20	7,3	898	-	-	-	0	49	1251,2	31,2
24/8/2005	16:00	32,5	19	5,9	899	-	-	-	0	49	1251,2	30,4
24/8/2005	20:00	22,3	42	8,7	900	-	-	-	0	49	1251,2	25
25/8/2005	00:00	19,6	49	8,6	900	-	-	-	0	49	1251,2	25,4
25/8/2005	04:00	15,7	73	10,9	900	-	-	-	0	49	1251,2	15,7
25/8/2005	12:00	34	18	6,4		-	-	-	0	49	1251,2	31,8
25/8/2005	16:00	36,6	16	6,7		-	-	-	0	49	1251,2	34,3
25/8/2005	20:00	23,5	39	8,8		-	-	-	0	49	1251,2	25,2
26/8/2005	00:00	20,2	46	8,3		-	-	-	0	49	1251,2	25,2
26/8/2005	04:00	15,8	73	11		-	-	-	0	49	1251,2	15,8
26/8/2005	08:00	21,4	53	11,4		-	-	-	0	49	1251,2	24,8
26/8/2005	12:00	31,9	20	6,2		-	-	-	0	49	1251,2	29,9
26/8/2005	16:00	33,4	18	5,8		-	-	-	0	49	1251,2	31,2
26/8/2005	20:00	23,9	35	7,5		-	-	-	0	49	1251,2	25,1
27/8/2005	00:00	21,6	44	8,8		-	-	-	0	49	1251,2	25
27/8/2005	04:00	20,3	56	11,3		-	-	-	0	49	1251,2	24,8
27/8/2005	08:00	19,3	54	9,8		-	-	-	0	49	1251,2	25,2
27/8/2005	12:00	28,2	27	7,5		-	-	-	0	49	1251,2	27,1
27/8/2005	16:00	30,6	22	6,5		-	-	-	0	49	1251,2	28,8
27/8/2005	20:00	22,5	42	8,9		-	-	-	0	49	1251,2	25
28/8/2005	00:00	19,7	48	8,4		-	-	-	0	49	1251,2	25,4
28/8/2005	04:00	15,4	77	11,4		-	-	-	0	49	1251,2	15,4
28/8/2005	08:00	21,7	45	9,2		-	-	-	0	49	1251,2	25
28/8/2005	12:00	31,6	20	5,9		-	-	-	0	49	1251,2	29,6
28/8/2005	16:00	34,1	18	6,4		-	-	-	0	49	1251,2	31,9
28/8/2005	20:00	22,4	40	8,1		-	-	-	0	49	1251,2	25

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
29/8/2005	00:00	20,6	39	6,2		-	-	-	0	49	1251,2	25
29/8/2005	04:00	19	46	7,1		-	-	-	0	49	1251,2	25,7
29/8/2005	08:00	24	42	10,3		-	-	-	0	49	1251,2	25,3
30/8/2005	16:00	37,3	16	7,3		-	-	-	0	49	1251,2	35,1
31/8/2005	00:00	20,3	45	8		-	-	-	0	49	1251,2	25,2
31/8/2005	04:00	18,2	62	10,8		-	-	-	0	49	1251,2	25,1
31/8/2005	08:00	20,2	54	10,6		-	-	-	0	49	1251,2	24,9
31/8/2005	12:00	33,6	19	6,8		-	-	-	0	49	1251,2	31,5
31/8/2005	20:00	26	30	7,1		-	-	-	0	49	1251,2	25,9

Setembro 2005

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
1/9/2005	04:00	17,3	75	12,9	-	-	-	-	0	0	1251	17,3
1/9/2005	08:00	25,5	34	8,5	-	-	-	-	0	0	1251	25,7
1/9/2005	20:00	25	34	8	-	-	-	-	0	0	1251	25,5
2/9/2005	00:00	22,3	42	8,8	-	-	-	-	0	0	1251	25
2/9/2005	04:00	21,8	47	10	-	-	-	-	0	0	1251	25
2/9/2005	16:00	33,1	22	8,5	-	-	-	-	0	0	1251	31,2
5/9/2005	16:00	30,7	21	5,9	-	-	-	-	0	0	1251	28,9
5/9/2005	20:00	26,6	33	9	-	-	-	-	0	0	1251	26,3
6/9/2005	00:00	23,9	44	10,9	-	-	-	-	0	0	1251	25,3
6/9/2005	04:00	22,5	53	12,4	-	-	-	-	0	0	1251	24,9
6/9/2005	08:00	23,5	45	10,9	-	-	-	-	0	0	1251	25,2
6/9/2005	12:00	35,9	20	9,4	-	-	-	-	0	0	1251	34
6/9/2005	16:00	28,3	32	10	-	-	-	-	0	0	1251	27,4
6/9/2005	20:00	22,8	50	11,9	-	-	-	-	0	0	1251	25
7/9/2005	00:00	20,9	61	13,1	-	-	-	-	0	0	1251	24,3
7/9/2005	04:00	20	69	14,2	-	-	-	-	0	0	1251	23,3
7/9/2005	08:00	19,1	70	13,5	-	-	-	-	0	0	1251	23,3
7/9/2005	12:00	23,5	49	12,2	-	-	-	-	0	0	1251	25,2
7/9/2005	16:00	28,4	36	11,9	-	-	-	-	0	0	1251	27,8
7/9/2005	20:00	22,7	50	11,7	-	-	-	-	0	0	1251	25
8/9/2005	00:00	21,3	54	11,7	-	-	-	-	0	0	1251	24,8
8/9/2005	04:00	21,3	54	11,7	-	-	-	-	0	0	1251	24,8
8/9/2005	08:00	24,5	44	11,5	-	-	-	-	0	0	1251	25,6
8/9/2005	20:00	24,5	37	8,8	-	-	-	-	0	0	1251	25,4
9/9/2005	00:00	22,1	46	10	-	-	-	-	0	0	1251	25
9/9/2005	04:00	20,1	52	9,9	-	-	-	-	0	0	1251	25,1
9/9/2005	08:00	20,9	50	10,1	-	-	-	-	0	0	1251	25

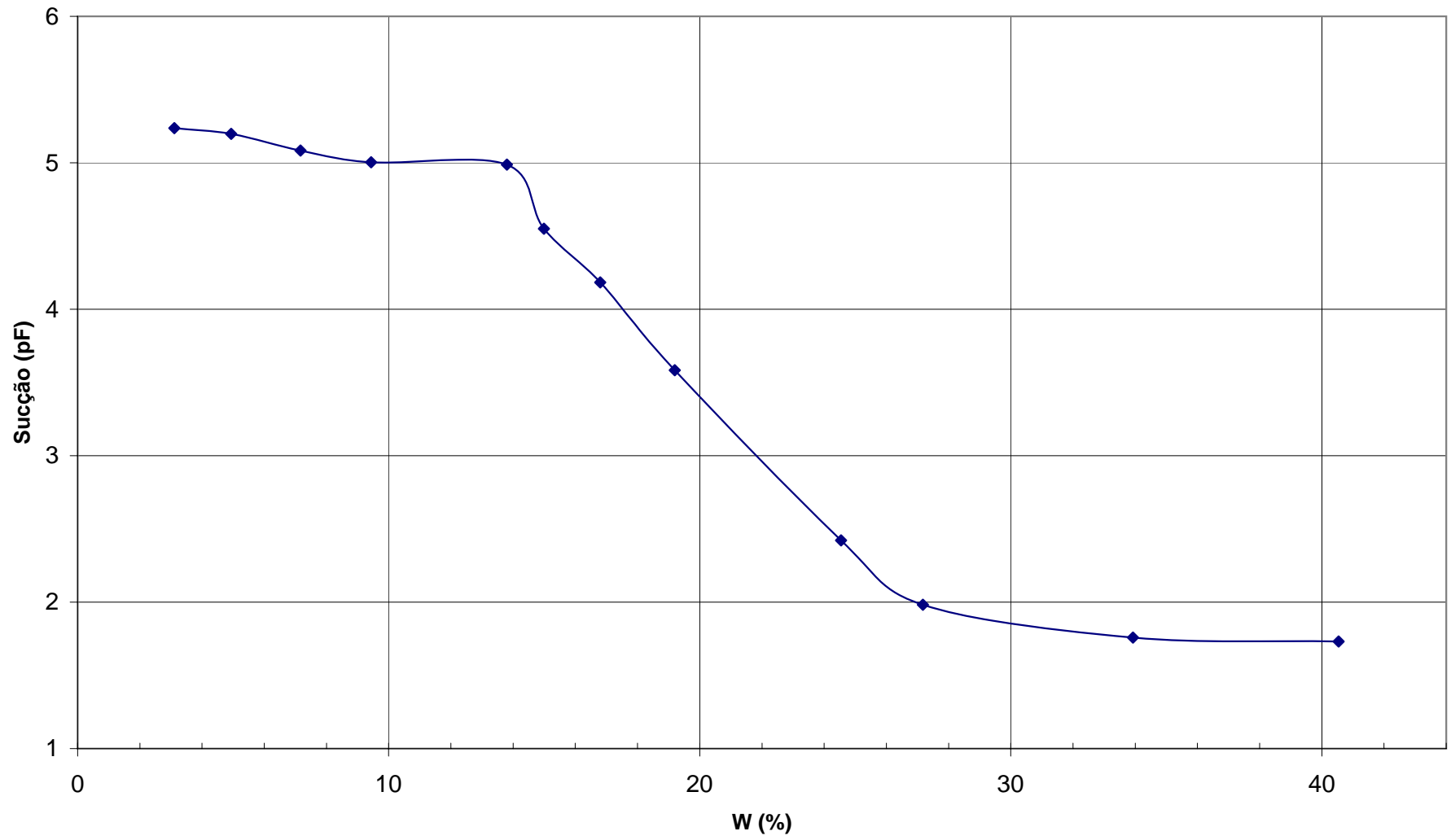
<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
9/9/2005	12:00	29	31	10,2	-	-	-	-	0	0	1251	27,9
10/9/2005	16:00	30,9	18	3,9	-	-	-	-	0	0	1251	29
10/9/2005	20:00	22,1	32	4,7	-	-	-	-	0	0	1251	24,7
11/9/2005	00:00	19,2	49	8,3	-	-	-	-	0	0	1251	25,5
11/9/2005	04:00	17,2	73	12,4	-	-	-	-	0	0	1251	17,2
11/9/2005	08:00	22,7	52	12,3	-	-	-	-	0	0	1251	25
11/9/2005	12:00	28,7	32	10,4	-	-	-	-	0	0	1251	27,8
11/9/2005	16:00	33,8	21	8,5	-	-	-	-	0	0	1251	31,9
11/9/2005	20:00	22,9	37	7,5	-	-	-	-	0	0	1251	25
12/9/2005	00:00	20,1	53	10,3	-	-	-	-	0	0	1251	25
12/9/2005	04:00	16,2	72	11,2	-	-	-	-	0	0	1251	16,2
12/9/2005	08:00	25,8	41	11,6	-	-	-	-	0	0	1251	26,1
12/9/2005	12:00	33	22	8,4	-	-	-	-	0	0	1251	31,1
13/9/2005	12:00	34,9	20	8,6	-	-	-	-	0	0	1251	32,9
13/9/2005	16:00	33,3	19	6,5	-	-	-	-	0	0	1251	31,1
13/9/2005	20:00	24,9	35	8,4	-	-	-	-	0	0	1251	25,5
14/9/2005	00:00	22	40	7,8	-	-	-	-	0	0	1251	25
14/9/2005	04:00	21,3	44	8,6	-	-	-	-	0	0	1251	25
14/9/2005	08:00	24	40	9,6	-	-	-	-	0	0	1251	25,3
14/9/2005	12:00	32,5	23	8,7	-	-	-	-	0	0	1251	30,6
14/9/2005	16:00	34,5	18	6,7	-	-	-	-	0	0	1251	32,3
14/9/2005	20:00	25,7	37	10	-	-	-	-	0	0	1251	26
15/9/2005	00:00	24	36	8	-	-	-	-	0	0	1251	25,2
15/9/2005	04:00	22	41	8,1	-	-	-	-	0	0	1251	25
15/9/2005	08:00	21,7	46	9,6	-	-	-	-	0	0	1251	25
15/9/2005	12:00	30,8	24	7,9	-	-	-	-	0	0	1251	29
15/9/2005	16:00	32,9	20	7	-	-	-	-	0	0	1251	30,9
15/9/2005	20:00	25,3	36	9,2	-	-	-	-	0	0	1251	25,7
16/9/2005	00:00	21,4	46	9,3	-	-	-	-	0	0	1251	25

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
16/9/2005	04:00	19,4	62	11,9	-	-	-	-	0	0	1251	24,5
16/9/2005	08:00	26,5	38	11,1	-	-	-	-	0	0	1251	26,5
16/9/2005	12:00	30,3	28	9,8	-	-	-	-	0	0	1251	28,9
16/9/2005	16:00	34,9	18	7,1	-	-	-	-	0	0	1251	32,8
16/9/2005	20:00	25,3	37	9,6	-	-	-	-	0	0	1251	25,8
17/9/2005	00:00	22,2	46	10	-	-	-	-	0	0	1251	25
17/9/2005	04:00	20	48	8,7	-	-	-	-	0	0	1251	25,2
17/9/2005	08:00	28,1	33	10,3	-	-	-	-	0	0	1251	27,3
17/9/2005	12:00	34,8	19	7,8	-	-	-	-	0	0	1251	32,7
17/9/2005	16:00	37,5	16	7,5	-	-	-	-	0	0	1251	35,3
17/9/2005	20:00	25,5	32	7,6	-	-	-	-	0	0	1251	25,7
18/9/2005	00:00	23	39	8,3	-	-	-	-	0	0	1251	25
18/9/2005	04:00	18,9	59	10,7	-	-	-	-	0	0	1251	25
18/9/2005	08:00	27	32	8,9	-	-	-	-	0	0	1251	26,5
18/9/2005	12:00	34	20	7,9	-	-	-	-	0	0	1251	31,9
18/9/2005	16:00	36,1	16	6,3	-	-	-	-	0	0	1251	33,8
18/9/2005	20:00	25,7	30	6,9	-	-	-	-	0	0	1251	25,7
19/9/2005	00:00	22,6	42	9	-	-	-	-	0	0	1251	25
19/9/2005	04:00	20,1	47	8,4	-	-	-	-	0	0	1251	25,3
19/9/2005	08:00	25,1	33	7,7	-	-	-	-	0	0	1251	25,5
19/9/2005	12:00	36,3	18	8,2	-	-	-	-	0	0	1251	34,3
19/9/2005	16:00	37	16	7,1	-	-	-	-	0	0	1251	34,8
21/9/2005	20:00	24,1	45	11,5	-	-	-	-	0	0	1251	25,4
22/9/2005	00:00	22,3	50	11,4	-	-	-	-	0	0	1251	25
22/9/2005	04:00	20,3	62	12,8	-	-	-	-	0	0	1251	24,3
22/9/2005	08:00	28	36	11,6	-	-	-	-	0	0	1251	27,4
22/9/2005	12:00	33,6	21	8,3	-	-	-	-	0	0	1251	31,6
22/9/2005	16:00	32,6	19	6	-	-	-	-	0	0	1251	30,5
22/9/2005	20:00	17,3	85	14,7	-	-	-	-	10	10	1261	17,3

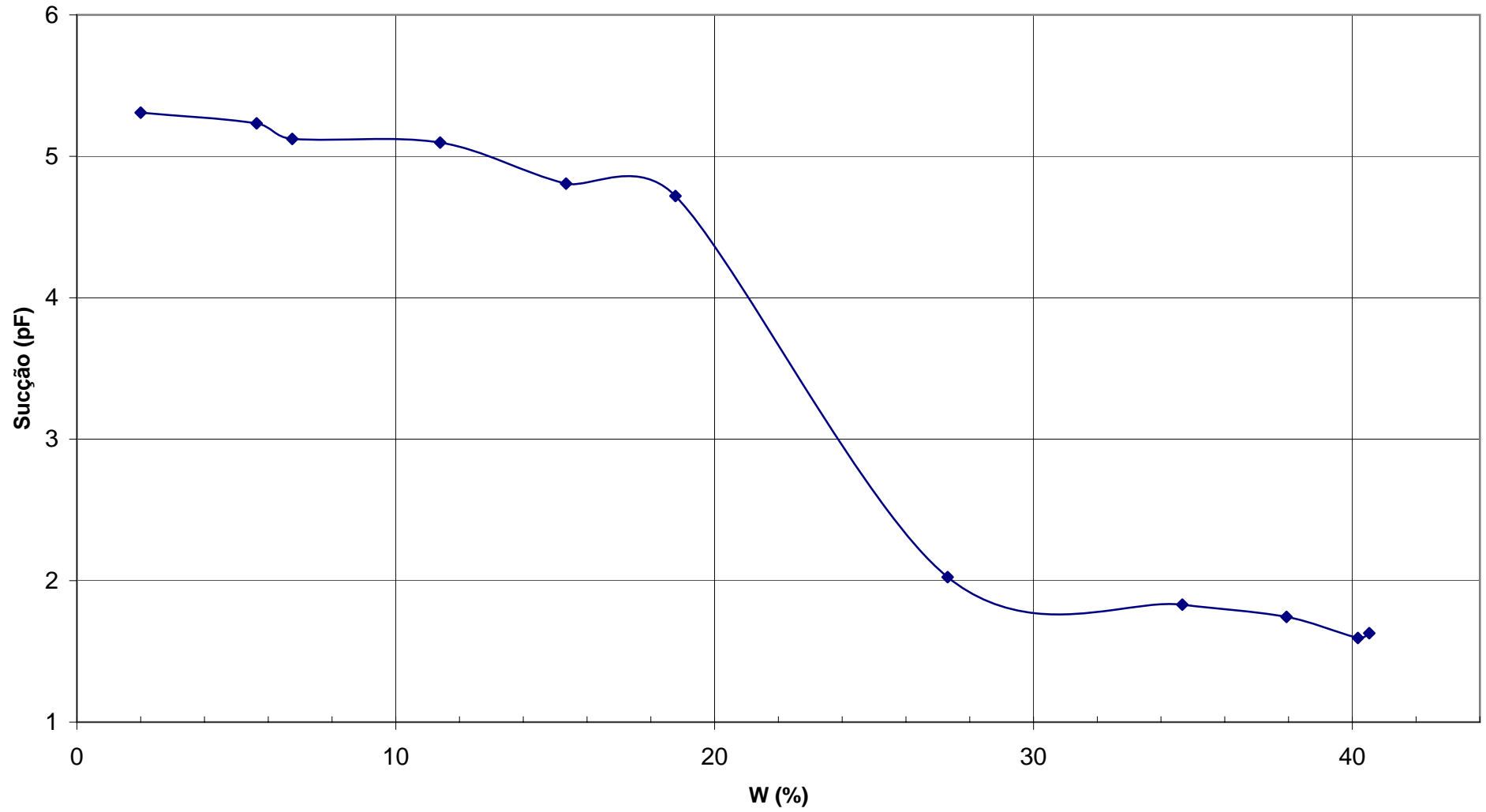
<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuvia dia</i> (mm)	<i>chuvia mês</i> (mm)	<i>chuvia ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
23/9/2005	00:00	21,1	53	11,1	-	-	-	-	0	10	1261	24,9
23/9/2005	04:00	18	71	12,7	-	-	-	-	0	10	1261	23,6
23/9/2005	08:00	23,9	53	13,7	-	-	-	-	0	10	1261	25,3
23/9/2005	12:00	28,7	33	10,9	-	-	-	-	0	10	1261	27,8
23/9/2005	16:00	34,7	22	9,9	-	-	-	-	0	10	1261	33
23/9/2005	20:00	17,8	88	15,8	-	-	-	-	8	18	1269	17,8
24/9/2005	00:00	19	86	16,6	-	-	-	-	0	24	1275	19,3
24/9/2005	04:00	17,4	94	16,4	-	-	-	-	0	24	1275	17,4
24/9/2005	08:00	23,1	56	13,9	-	-	-	-	0	24	1275	25
24/9/2005	12:00	28,5	41	13,9	-	-	-	-	0	24	1275	28,2
24/9/2005	16:00	30,7	30	11,2	-	-	-	-	0	24	1275	29,4
24/9/2005	20:00	22,6	62	15	-	-	-	-	0	24	1275	24,5
25/9/2005	00:00	20,5	72	15,3	-	-	-	-	0	24	1275	22,9
25/9/2005	04:00	20,4	71	15	-	-	-	-	0	24	1275	23
25/9/2005	08:00	22,3	71	16,7	-	-	-	-	0	24	1275	23,6
25/9/2005	12:00	28	45	14,9	-	-	-	-	0	24	1275	28
25/9/2005	16:00	26	44	12,8	-	-	-	-	0	24	1275	26,3
25/9/2005	20:00	22,1	69	16,2	-	-	-	-	0	24	1275	23,7
26/9/2005	00:00	20,4	83	17,4	-	-	-	-	0	24	1275	20,6
26/9/2005	04:00	18,6	94	17,6	-	-	-	-	19	43	1294	16,4
26/9/2005	08:00	18,8	95	18	-	-	-	-	52	76	1325	16
26/9/2005	12:00	21,2	85	18,6	-	-	-	-	65	89	1340	20,6
26/9/2005	16:00	25,1	49	13,7	-	-	-	-	65	89	1340	25,9
26/9/2005	20:00	21,8	71	16,3	-	-	-	-	65	89	1340	23,4
27/9/2005	00:00	21,8	71	16,3	-	-	-	-	0	89	1340	23,4
27/9/2005	04:00	21,8	71	16,3	-	-	-	-	0	89	1340	23,4
27/9/2005	08:00	21,8	71	16,3	-	-	-	-	0	89	1340	23,4
27/9/2005	12:00	28	44	14,6	-	-	-	-	0	89	1340	28
27/9/2005	16:00	28,1	42	14	-	-	-	-	0	89	1340	27,9

<i>data</i>	<i>hora</i>	<i>temp ar</i> (°C)	<i>umidade relativa</i> (%)	<i>temp. orv.</i> (°C)	<i>pressão atmosf.</i> (hPa)	<i>méd.vel. vento*</i> (km/h)	<i>máx.vel. vento*</i> (km/h)	<i>direção vento*</i> (°)	<i>chuva dia</i> (mm)	<i>chuva mês</i> (mm)	<i>chuva ano</i> (mm)	<i>índice calor</i>
27/9/2005	20:00	25,4	51	14,5	-	-	-	-	0	89	1340	26,1
28/9/2005	00:00	20,6	81	17,2	-	-	-	-	0	89	1340	21,1
28/9/2005	04:00	20,4	78	16,4	-	-	-	-	0	89	1340	21,7
28/9/2005	08:00	20,7	87	18,4	-	-	-	-	0	89	1340	19,8
28/9/2005	12:00	24,1	58	15,4	-	-	-	-	0	89	1340	25,4
28/9/2005	16:00	29	42	14,8	-	-	-	-	0	89	1340	28,8
28/9/2005	20:00	22,1	69	16,1	-	-	-	-	0	89	1340	23,7
29/9/2005	00:00	19,7	82	16,5	-	-	-	-	0	89	1340	20,6
29/9/2005	04:00	18,2	86	15,8	-	-	-	-	0	89	1340	19,3
29/9/2005	08:00	19,3	75	14,8	-	-	-	-	0	89	1340	22,3
29/9/2005	12:00	26,3	48	14,4	-	-	-	-	0	89	1340	26,7
29/9/2005	16:00	30,9	33	12,8	-	-	-	-	0	89	1340	29,9
29/9/2005	20:00	22,8	60	14,6	-	-	-	-	0	89	1340	24,7
30/9/2005	00:00	21,1	67	14,7	-	-	-	-	0	89	1340	23,7
30/9/2005	04:00	20,2	71	14,8	-	-	-	-	0	89	1340	23
30/9/2005	08:00	22,1	63	14,7	-	-	-	-	0	89	1340	24,3
30/9/2005	12:00	32,5	30	12,7	-	-	-	-	0	89	1340	31,4
30/9/2005	16:00	37,1	25	13,8	-	-	-	-	0	89	1340	36,5
30/9/2005	20:00	25,5	46	13,1	-	-	-	-	0	89	1340	26,1

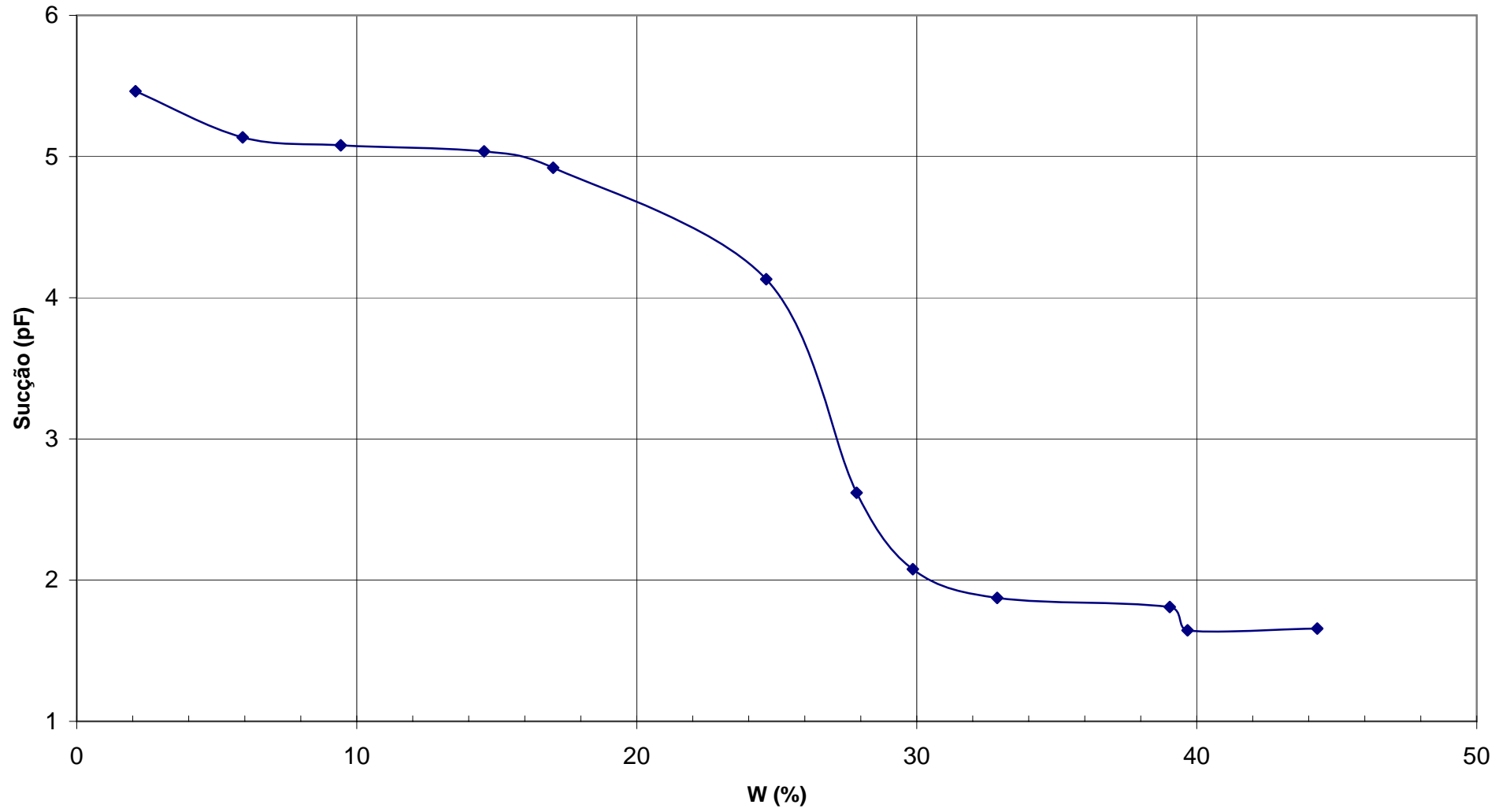
Profundidade 1m



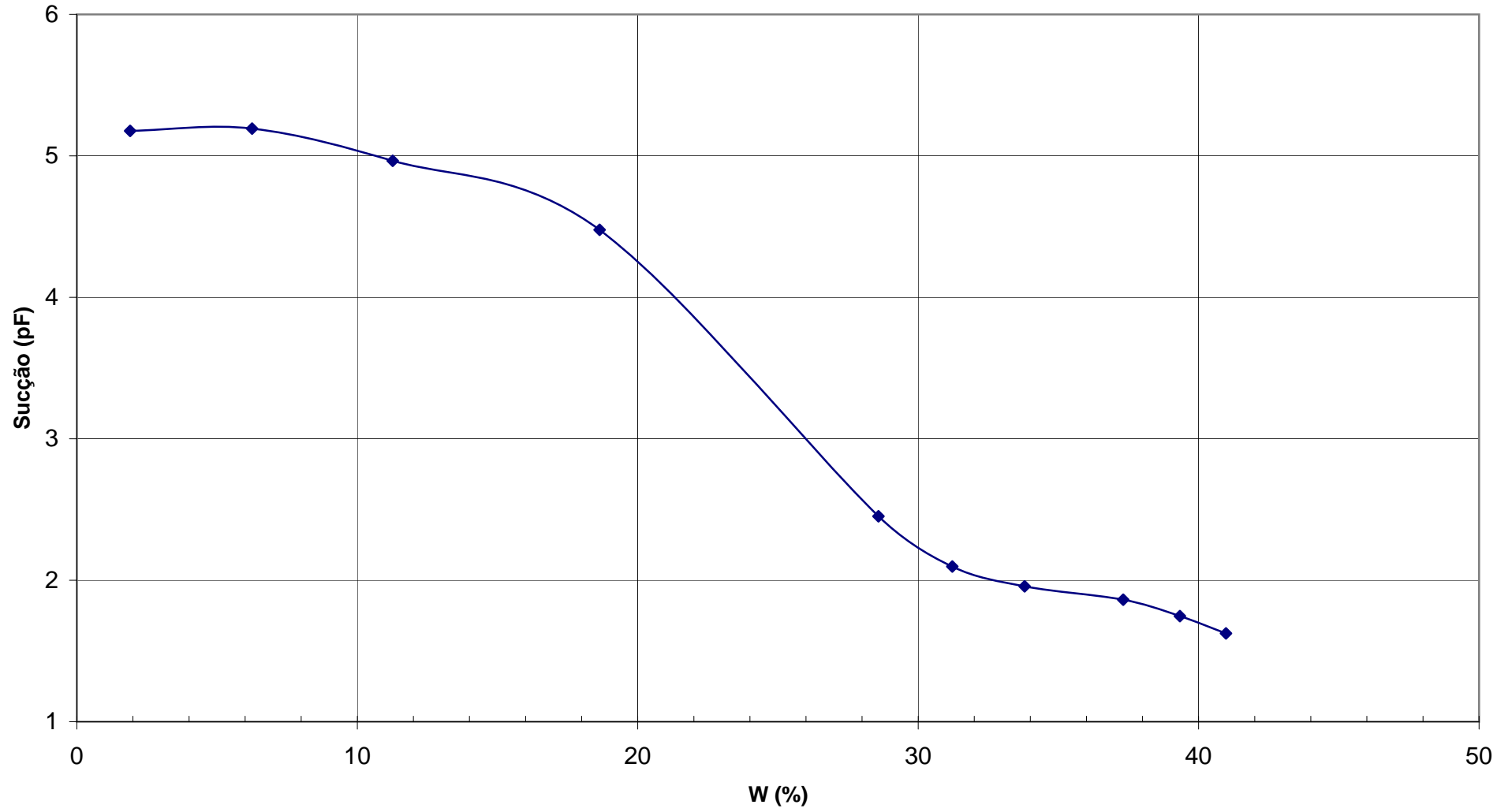
Profundidade 2m



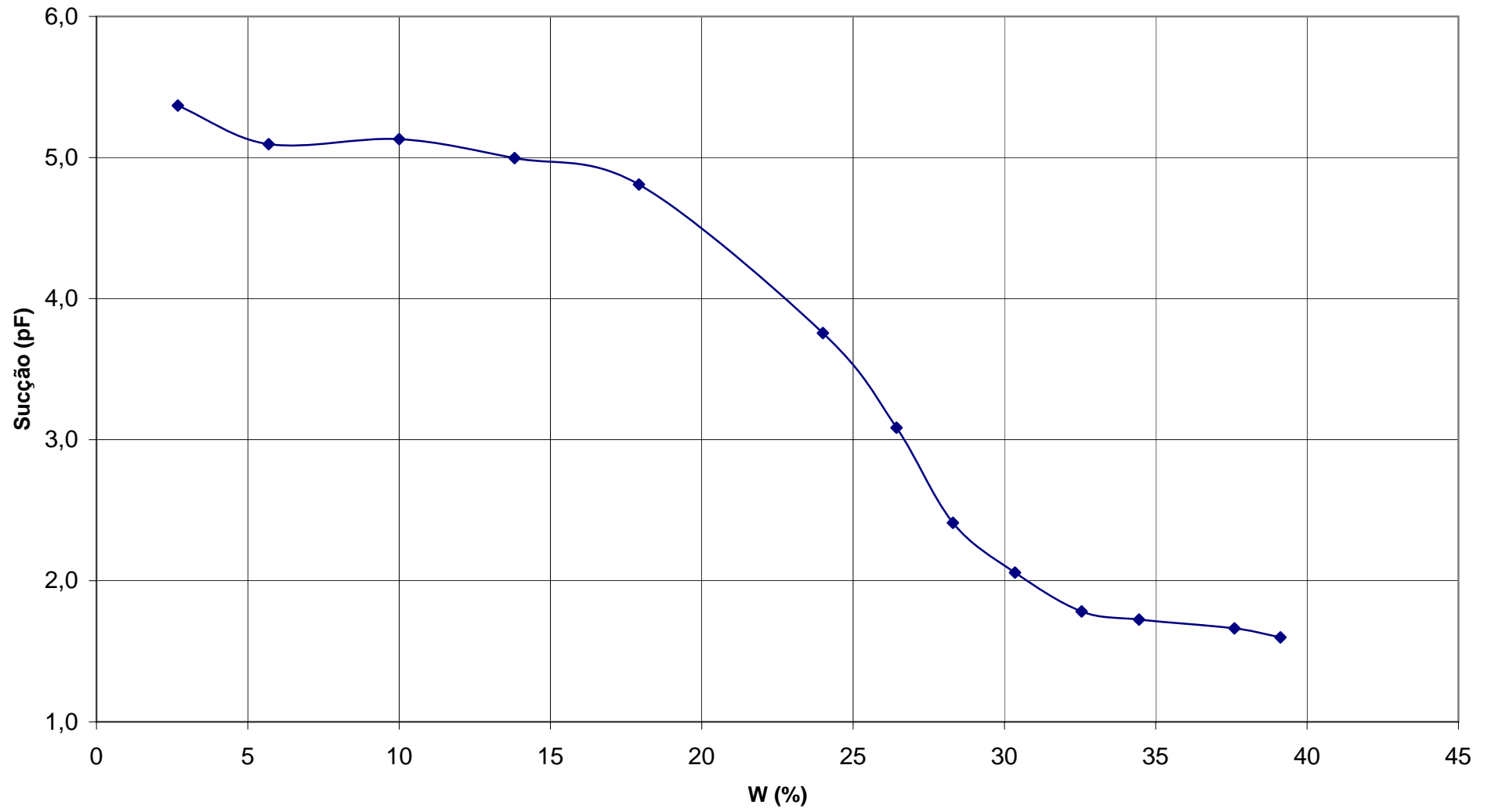
Profundidade 3m



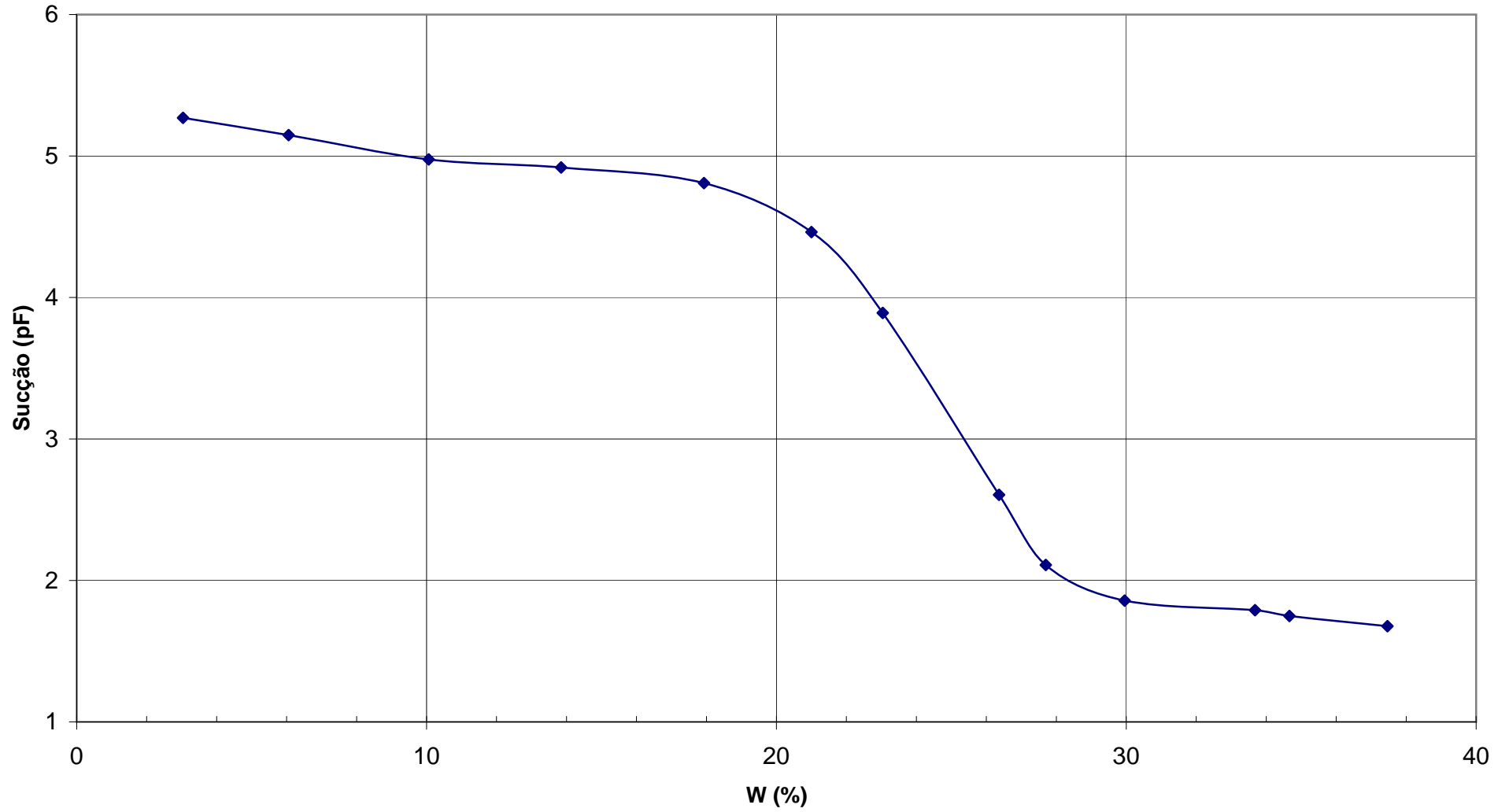
Profundidade 4m



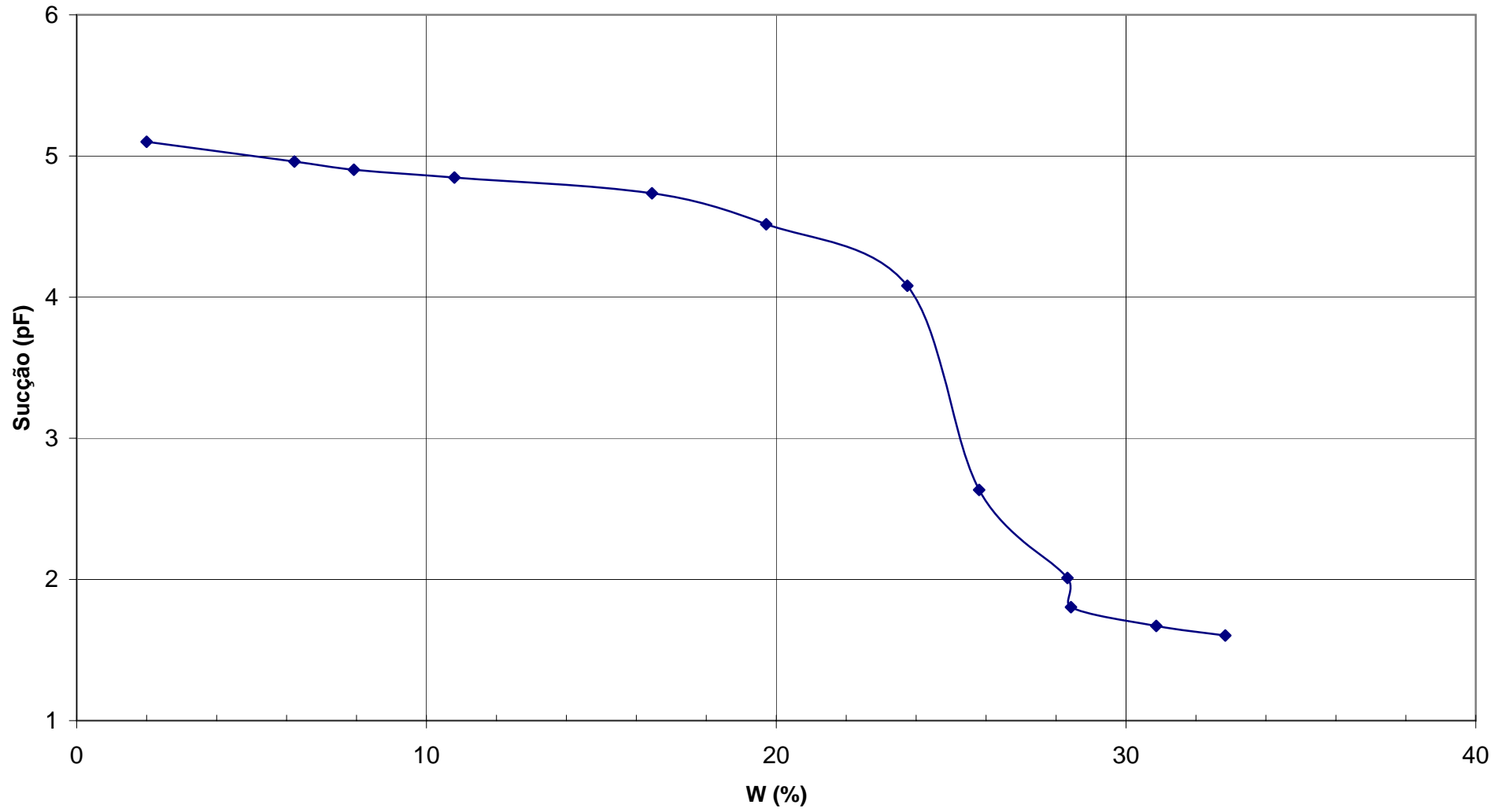
Profundidade 5m



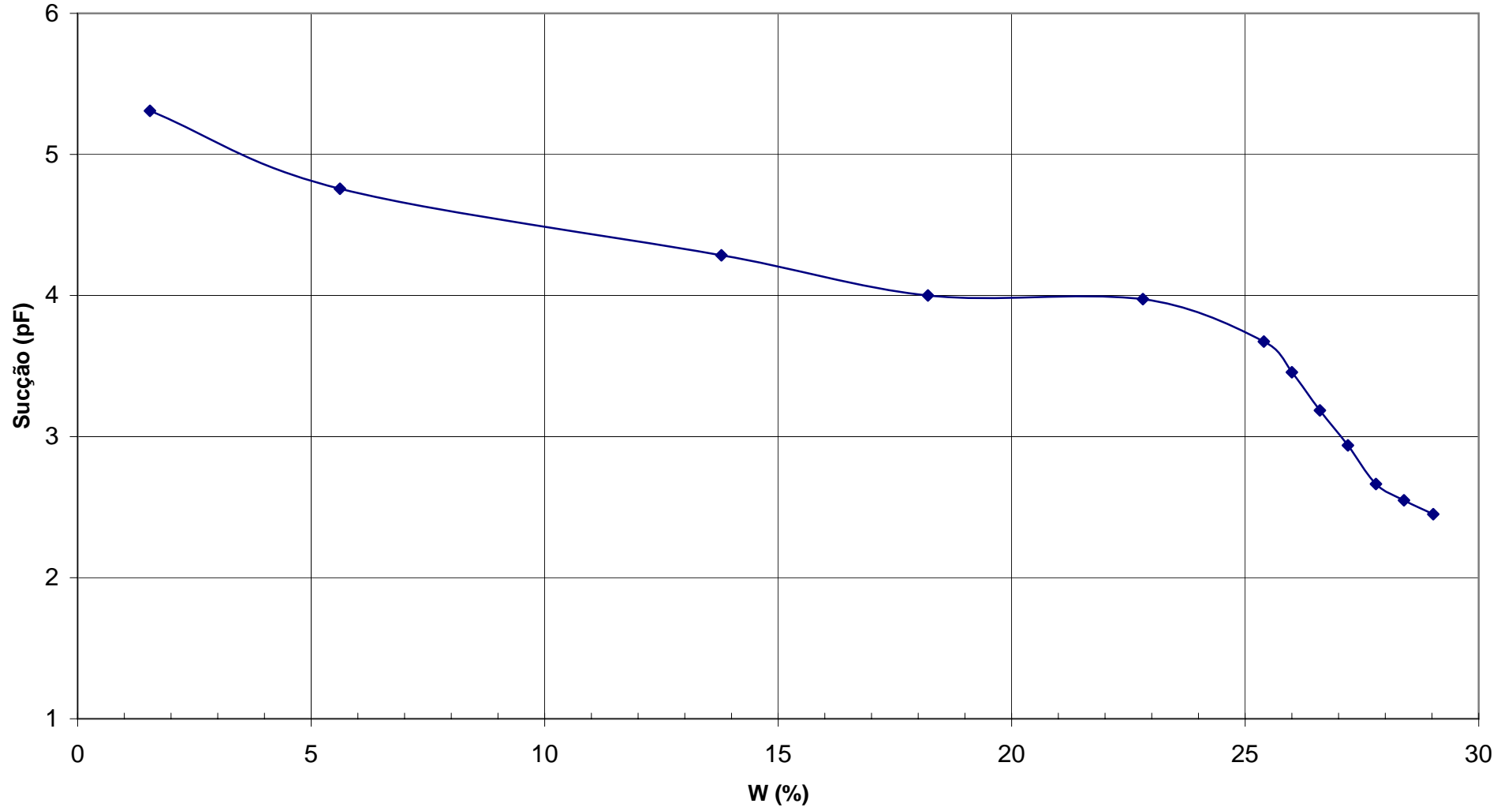
Profundidade 6m



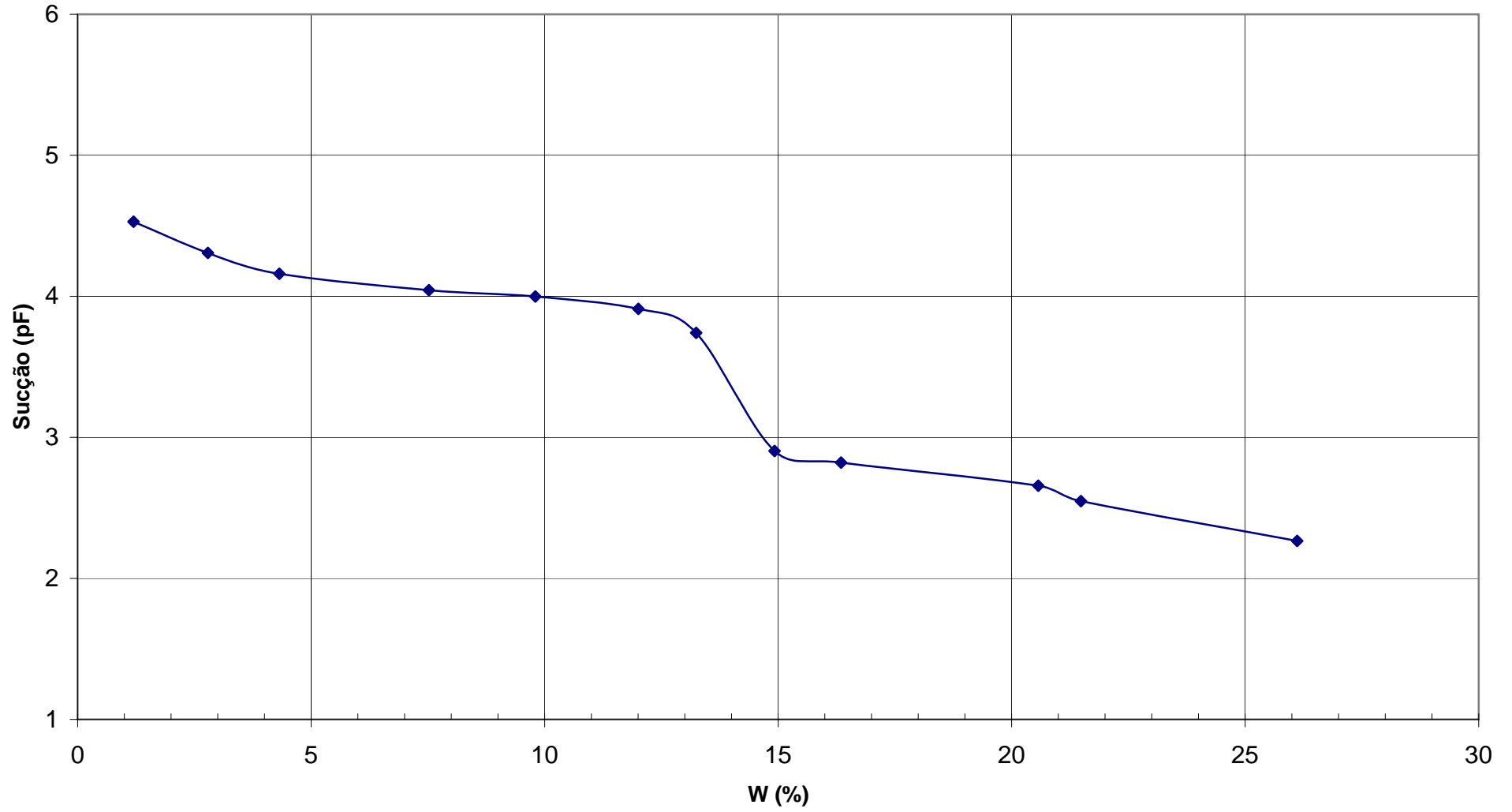
Profundidade 7m



Profundidade 8m



Profundidade 9m



Profundidade 10m

