



**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICAS
DOS SOLOS DA ÁREA EXPERIMENTAL
DA EMBRAPA ALGODÃO
EM BARBALHA, CE**

WILTON NUNES DE QUEIROZ

**CAMPINA GRANDE, PB
ABRIL DE 2003**

WILTON NUNES DE QUEIROZ

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HIDRICAS DOS SOLOS DA ÁREA
EXPERIMENTAL DA EMBRAPA ALGODÃO EM BARBALH, CE**

**Trabalho de Estágio apresentado
à coordenação do Curso de
Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de
Campina Grande, em
cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Engenharia
Agrícola.**

**Orientadores: M.Sc. Jose Renato de Cortez Bezerra
Dr. Jose Dantas Neto**

**Campina Grande-PB
Abril -2003**

WILTON NUNES DE QUEIROZ

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HIDRICAS DOS SOLOS DA ÁREA
EXPERIMENTAL DA EMBRAPA ALGODÃO EM BARBALHA, CE**

APROVADO EM 22 / ABRIL / 2003

BANCA EXAMINADORA

Jose Dantas Neto

**Dr: Jose Dantas Neto - Orientador
Universidade Federal de Campina Grande/CCT**

**M.Sc. Jose Renato de Cortez Bezerra - Orientador
Embrapa-PB/CNPA**

**~~Dra: Vera Lucia Antunes - Examinadora~~
Universidade Federal de Campina Grande/CCT**

JOSE GERALDO DE VASCONCELOS BARRETTI



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

	SUMÁRIO	Pág.
INTRODUÇÃO		01
OBJETIVOS		01
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA		02
MATERIAIS E MÉTODOS		05
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS ESTUDADOS		05
RESULTADOS		08
CONCLUSÕES		15
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA		16
ANEXOS		17
GRÁFICOS		19

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DOS SOLOS DA ÁREA EXPERIMENTAL DA EMBRAPA ALGODÃO EM BARBALHA, CE

INTRODUÇÃO:

A agricultura para alcançar metas de produção que permitam satisfazer as necessidades da população, precisa realizar pesquisas específicas que contribuam para alcançar tais objetivos. O solo é de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento das culturas sendo um fator de marcante importância em todos aqueles estudos que tem como objetivo essencial e último a obtenção de uma produção agrícola.

A capacidade do solo para produzir culturas depende do suprimento de nutrientes e das relações do sistema solo-água e solo-ar que tornam possível uma utilização mais eficiente dos elementos químicos disponíveis para a planta, além de outros aspectos ligados à física e a bioquímica do ambiente.

O conhecimento das propriedades físico- hídricas do solo e as práticas de manejo as quais devem ser submetido, são essenciais para que as culturas possam expressar o seu rendimento potencial, possibilitando o correto dimensionamento dos sistemas de irrigação e drenagem e a exploração mais tecnicada e racional dos recursos solo e água. Para fins de análise, dentre as características físico – hídricas dos solos foram consideradas: densidade aparente, capacidade de campo, ponto de murcha e curva de retenção de umidade. A Embrapa Algodão tem em Barbalha – CE um dos seus campos experimentais, especializado em irrigação, com trabalhos com as culturas do algodão, da mamona, do amendoim e do gergelim. Objetivou-se com este trabalho fornecer subsídios sobre o ambiente edáfico da área experimental neste referido campo, envolvendo aspectos físicos

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Caracterizar os solos, do ponto de vista físico-hídrico da estação experimental d Embrapa Algodão, no município de Barbalha que possam ser utilizados no planejamento e execução da agricultura irrigada na área.

Objetivos específicos:

Especificamente será determinados os seguintes parâmetros físico-hídricos: densidade aparente; capacidade de campo; ponto de murcha permanente; disponibilidade total d'água do solo (DTA); capacidade total d'água no solo (CTA); capacidade real d'água necessária (CRA).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Densidade Aparente

A densidade aparente pode ser definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 110 °C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros (KIEHL-1979). A densidade aparente geralmente aumenta com a profundidade do perfil, pois, as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes, provocam o fenômeno da compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação de material fino dos horizontes superiores para os inferiores por eluviação, também concorre para reduzir os espaços porosos e aumentar a densidade dessas camadas. Esta se tornando um hábito entre os especialistas a citação das densidades dos solos apenas em seus valores numéricos sem anexarem as relações kg / dm³.

$$Da = \frac{M}{V} \quad (\text{kg / dm}^3)$$

em que:

Da = densidade aparente;

M = massa;

V = volume.

Capacidade de campo

De acordo com (KIEHL-1979), a capacidade de campo foi definido por Veihmeyer e Hendrikson como sendo a quantidade de água retida pelo solo previamente saturado, após haver cessado o movimento da água gravitacional e o movimento capilar descendente ter-se tornado praticamente nulo. Os autores supõem que em um solo bem drenado a umidade deve atingir o valor da capacidade de campo um a dois dias após uma boa chuva. A unidade atualizada é a g / kg⁻¹

Ponto de murcha permanente

O ponto de murcha permanente foi definido por Briggs e Shantz, em 1912, como sendo a porcentagem de água que um solo encerra quando as plantas que nele crescem adquirem um estado de murchamento permanente não voltando à turgidez mesmo quando colocadas em ambiente saturados de umidade (KIEHL-1979). Para boa compreensão do significado da constante de murchamento, convém explicar a diferença entre murchamento permanente e temporário; temporário, quando há um desequilíbrio entre a transpiração e a absorção de água pelas raízes das plantas; permanente, quando a água do solo esta retida com uma força que supera a de sucção das raízes. A unidade atualizada é a g / kg⁻¹

Curva Característica de Umidade

A curva característica de umidade do solo relaciona o potencial matricial d'água com o teor de umidade do solo. Um solo saturado em equilíbrio com a água livre, sob pressão atmosférica, se submetido a pequena força de sucção, terá pequena parte de sua água retirada, o ar penetrará. Aumentando-se a sucção, poros menores perderão água, dando entrada a mais ar (KLAR- 1984).

Os solos que sofrem a ação da compactação tem sua porosidade diretamente afetada, com influencia direta no potencial capilar, sem afetar o potencial de adsorção, logo haverá interferência, apenas, na parte da curva característica de umidade onde as potenciais matriciais forem elevados (valores superiores a $-0,5$ bars, aproximadamente).

Água disponível

A quantidade de água contida no solo e que pode ser utilizada pelas raízes das plantas, conhecida como água disponível, é um dado que tem sido obtido por cálculo, a partir de outras constantes de umidade do solo, calcula-se subtraindo da porcentagem máxima de água que um solo pode reter contra a força da gravidade, a porcentagem de umidade de murchamento obtida pelo método citado (KIEHL-1979).

O conceito de água disponível ou de capacidade de água disponível define-se usualmente como os teores de umidade do solo compreendidos entre a capacidade de campo (C_c) e a porcentagem de murchamento permanente (P_{mp}). A C_c corresponde a teores de umidade que variam de $-0,5$ a $0,1$ bars, dependendo do solo e, o P_{mp} , a valores que giram em torno de -15 bars. À medida que a água vai sendo absorvida pelas plantas e evaporada pelo solo, este a retém cada vez mais intensamente, ou seja, a potenciais mais baixas, fazendo com que mais energia seja despendida para retirá-la. Assim, há um intervalo menor que aquele compreendido entre a C_c e o P_{mp} que se pode chamar de Intervalo de Água Facilmente Disponível, variável de acordo com a demanda evaporativa da atmosfera, a curva característica de umidade do solo e o vegetal envolvido (KLAR-1984).

Disponibilidade Total de Água do Solo (DTA)

A disponibilidade total d'água do solo é uma característica do solo, a qual corresponde à quantidade d'água que o solo pode reter ou " armazenar " por determinado tempo, ela deve ser expressa em altura de lamina d'água por profundidade do solo, geralmente de mm d'água por cm ou em volume d'água por unidade de área de solo, ou seja (BERNARDO-1986):

$$DTA \approx \left(\frac{C_c - P_m}{10} \right) \times D_a$$

em que:

- DTA = disponibilidade total de água em mm / cm de solo;
- C_c = capacidade de campo, % em peso;
- P_m = ponto de murchamento, % em peso;
- D_a = densidade aparente do solo, em k / dm^3 .

Capacidade Total de Água no Solo (CTA)

Tanto a quantidade d'água de chuva como a de irrigação só devem ser consideradas disponíveis para a cultura no perfil do solo que esteja ocupado pelo seu sistema radicular. Por isso a capacidade total d'água do solo somente deve ser calculada até a profundidade do solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser irrigada, ou seja (BERNARDO-1986);

$$CTA = DTA \times Z$$

em que:

CTA = capacidade total d'água do solo em mm ;

Z = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

A profundidade efetiva do sistema radicular (Z) deve ser tal que, pelo menos 80% do sistema radicular da cultura esteja nela contida. Ela depende da cultura e da profundidade do solo na área.

Capacidade Real de Água no Solo (CRA)

Em irrigação, nunca se deve permitir que o teor de umidade do solo atinja o ponto de murchamento, isto é, deve-se somente usar, entre duas irrigações sucessivas, uma fração da capacidade total d'água do solo, ou seja (BERNARDO-1986) ;

$$CRA = CTA \times f$$

em que:

CRA = capacidade real d'água necessária, em mm;

f = fator de disponibilidade, sempre menor do que 1;

o fator de disponibilidade (f) varia entre 0,2 e 0,8. Os valores menores são usados para culturas sensíveis ao déficit d'água no solo, e os maiores para as culturas mais resistentes. De modo geral, podem-se dividir as culturas irrigadas em três grupos;

- a. Verduras e Legumes entre 0,2 a 0,6;
- b. Frutas e Forrageiras entre 0,3 a 0,7;
- c. Grãos e Algodão entre 0,4 a 0,8

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área

A estação experimental da Embrapa Algodão esta localizada no município de Barbalha está localizado a 07°19'S de latitude e 39°18'W longitude e altitude 415,74 m e possui uma superfície de 126 hectares; A classificação climática de Barbalha, CE é do tipo **C₁S₂A'a** (Thorntthwaite e Mather, 1955). Trata-se de um clima seco sub-úmido, com largo excesso hídrico no inverno e com vegetação durante todo a ano.

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS ESTUDADOS

Coleta de Amostragem e Preparação

As amostras foram coletadas em vários pontos da área. No quadro 01, assinalam-se os solos selecionados, as profundidades de amostragem.

As amostras foram coletadas em sacos plásticos colocando anotações e etiquetas no interior e exterior dos mesmos. No laboratório as amostras foram secadas ao ar, destorradas, passadas em peneiras de 2 mm e submetidas a análises físicas. Cada determinação foi feita em numero de três repetições. A identificação das amostras pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1 Identificação física das amostra dos solos

Nº Amostra	Profundidade	Área	Nº Amostra	Profundidade	Área
1	0-30	4A	16	30-60	10B
2	30-60	4A	17	0-30	11
3	0-30	5	18	30-60	11
4	30-60	5	19	0-30	8A
5	0-30	6	20	30-60	8A
6	30-60	6	21	0-30	7B
7	0-30	12B	22	30-60	7B
8	30-60	12B	23	0-30	9A
9	0-30	12A	24	30-60	9A
10	30-60	12A	25	0-30	9B
11	0-30	7A	26	30-60	9B
12	30-60	7A	27	0-30	4B
13	0-30	10A	28	30-60	4B
14	30-60	10A	29	0-30	8B
15	0-30	10B	30	30-60	8B

Classificação textural dos solos

A classificação textural dos solos da Estação Experimental de Barbalha, foi feita utilizando-se o método de Day, de acordo com o seguinte procedimento:

Num becker de 250ml, foi pesada 50g de solo, tendo-se acrescentado 50 ml do dispersante NaOH. Após agitar a mistura, foi deixado em repouso por um período de 24 horas. Após este tempo, toda a suspensão foi transferida para o vaso de dispersão do agitador. Agregou-se água destilada ao vaso, até atingir $\frac{3}{4}$ do seu volume. O vaso de dispersão foi colocado no agitador onde foi agitado por dois minutos. Após agitada, a mistura é colocada na proveta de sedimentação onde o volume é completado até 1000 ml. A suspensão é então agitada, manualmente, por meio minuto. Finalizada a agitação, acionar imediatamente o cronômetro. Quinze segundos após terminar a agitação o hidrômetro é introduzido na suspensão. Quarenta segundos após finalizada a agitação, e feita a leitura do hidrômetro. Ao mesmo tempo é anotada a temperatura da suspensão. O hidrômetro foi retirado da suspensão e lavado com água destilada dentro da proveta. Inserir o densímetro na suspensão para as leituras subseqüentes aos 3, 10, 30, 60, 120 minutos e as 4, 12, 18 e 24 horas. A cada leitura, foi determinada a temperatura da suspensão. As leituras de temperatura servirão para correção das leituras do hidrômetro. A percentagem de Silte + Argila é determinada a partir da leitura efetuada aos 40 segundos, de acordo com a seguinte relação:

$$\%silte + argila = \frac{leitura \cdot corrigida \cdot aos \cdot 40 \cdot segundos}{peso \cdot do \cdot solo \cdot seco} \times 100$$

A leitura de 2 horas corresponde à concentração de argila da suspensão:

$$\%argila = \frac{leitura \cdot corrigida \cdot às \cdot 2 \cdot horas}{peso \cdot do \cdot solo \cdot seco} \times 100$$

A percentagem de silte é dada por diferença

$$\%silte = (\%silte + \%argila) - \%argila$$

A percentagem de areia é dada pela diferença:

$$\%areia = 100 - (\%silte + \%argila)$$

Utilizando-se o Triângulo de Classificação Textural do USDA, efetuou-se a classificação textural.

Densidade Aparente

A coleta de amostras de solo foi realizada com estruturas indeformada através de um anel de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 50 cm² (EMBRAPA-1997).

Determina ou anota o volume da anel ou cilindro que contem a amostra, pesar o conjunto e anotar o peso, ou transferir a amostra para lata de alumínio numerada e de peso conhecido, e pesar. Colocar na estufa a 105° C, após 24 e 48 horas, retirar, deixar esfriar e pesar (EMBRAPA-1997).

Capacidade de campo

Determinou-se em laboratório, aplicando-se uma tensão de um terço de atmosfera a uma amostra de terra previamente saturada com água. O aparelho utilizado para tal determinação é a conhecida 'panela de pressão', que consta de um recipiente de alumínio, podendo receber em seu interior quatro discos de cerâmica porosa, onde serão colocadas as amostras de terras saturadas com água. Fechada a 'panela' hermeticamente e aplicada uma pressão igual a um terço de atmosfera, a água que for removida da amostra de terra, atravessara a placa de cerâmica e será drenada para o exterior do aparelho. Colocar uma placa de cerâmica de 1 bar para as baixas tensões de 0,01 a 0,1 MPa (EMBRAPA-1997).

Ponto de murcha permanente

Determinou-se em laboratório, aplicando-se uma tensão na amostra de terra previamente saturada com água. O aparelho utilizado para tal determinação é a conhecida 'panela de pressão', que consta de um recipiente de alumínio, podendo receber em seu interior dois discos de cerâmica porosa, onde serão colocadas as amostras de terras saturadas com água. Fechada a 'panela' hermeticamente e aplicada uma pressão à água que for removida da amostra de terra, atravessara a placa de cerâmica e será drenada para o exterior do aparelho. Colocar uma placa de cerâmica de 15 bars para as baixas tensões de 0,5 a 0,15 MPa (EMBRAPA-1997).

Curva Característica de Umidade

Amostras de solo saturadas são colocadas em placas de cerâmica ou membrana previamente saturadas e submetidas a uma determinada pressão, até atingir a drenagem máxima da água contida nos seus poros, correspondente à tensão aplicada. Determina-se então a umidade da amostra. As tensões usualmente utilizadas são: 0,1; 0,33; 1, 3, 5 10 e 15 bars (EMBRAPA-1997).

RESULTADOS

Pode-se observar no quadro 2 que a maioria das áreas da base física de Barbalha apresentam na profundidade de 0-30 cm solos de classificação textural Franco-argilo-arenoso. A argila predomina na área 10A nas duas profundidades estudadas, na 8A predomina a textura franco arenoso, enquanto que na área 5 é constituída de solos com textura franco. Considerando a textura observada nesta área, verifica-se uma predominância de textura média o que indica uma boa capacidade de retenção de água assim como uma boa drenabilidade.

Quadro 2. Classificação textural das amostras dos solos

CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DA BASE FÍSICA DE BARBALHA

ÁREA	PROF.	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
4	0-30	255	350	167	228	Franco argilo arenoso
	30-60	272	298	150	280	Franco argilo arenoso
5	0-30	172	263	331	234	Franco
	30-60	189	218	330	263	Franco
6	0-30	270	351	124	255	Franco argilo arenoso
	30-60	98	202	470	230	Franco
7A	0-30	75	225	483	217	Franco
	30-60	290	410	107	193	Franco arenoso
7B	0-30	278	292	153	277	Franco argilo arenoso
	30-60	249	505	96	150	Franco arenoso
8A	0-30	318	381	152	149	Franco arenoso
	30-60	374	307	184	135	Franco arenoso
8B	0-30	174	227	320	279	Franco argiloso
	30-60	181	229	312	278	Franco argiloso
9A	0-30	257	242	282	219	Franco
	30-60	262	230	280	228	Franco argilo arenoso
9B	0-30	261	423	104	212	Franco argilo arenoso
	30-60	267	354	124	255	Franco argilo arenoso
10A	0-30	210	180	149	461	Argila
	30-60	162	88	181	569	Argila
10B	0-30	308	382	156	154	Franco arenoso
	30-60	334	415	110	141	Franco arenoso
11	0-30	358	372	217	53	Areia Franca
	30-60	170	288	383	159	Franco
12	0-30	183	278	261	278	Franco argilo arenoso
	30-60	187	391	175	247	Franco argilo arenoso

Densidade Aparente

Os valores encontrados no quadro 3 apresentam as densidades estudadas em ordem crescente: 1,45 - 1,47 - 1,48 - 1,50 - 1,51 - 1,51 - 1,51 - 1,53 - 1,54 - 1,54 - 1,55 - 1,55 - 1,55 - 1,56 - 1,56 - 1,57 - 1,57 - 1,58 - 1,58 - 1,58 - 1,58 - 1,59 - 1,60 - 1,60 - 1,60 - 1,60 - 1,60 - 1,61 - 1,61 - 1,62 - 1,68

Os valores dos extremos são 1,68 e 1,45 respectivamente, a distribuição da frequência da densidade e 0,23

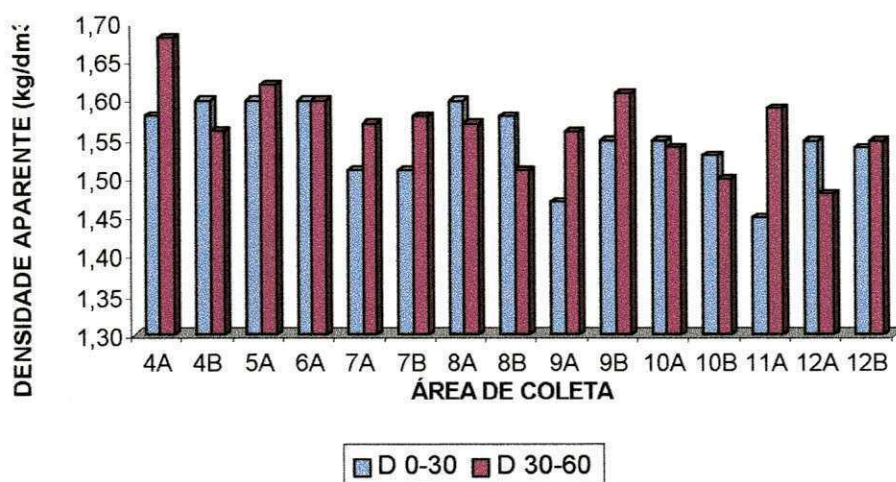
Quadro 3 Densidade Aparente das amostras dos solos

Área	Densidade Aparente (k / dm ³)		Área	Densidade Aparente (k / dm ³)	
	0-30	30-60		0-30	30-60
4A	1,58	1,68	11	1,45	1,59
5	1,60	1,62	8A	1,60	1,57
6	1,60	1,60	7B	1,51	1,58
12B	1,54	1,55	9A	1,47	1,56
12A	1,55	1,48	9B	1,55	1,61
7A	1,51	1,57	4B	1,60	1,56
10A	1,55	1,54	8B	1,58	1,51
10B	1,53	1,50			

Tabela 3.1 Distribuição da frequência da densidade

Densidades Aparentes (k/dm ³)	Numero de amostras	Porcentagem Relativa %	Porcentagem Acumulativa %
1,45 - 1,50	3	9,67	9,68
1,50 - 1,55	7	22,58	32,26
1,55 - 1,60	12	38,71	70,97
1,60 - 1,65	8	25,80	96,77
1,65 - 1,7	1	3,23	100
TOTAL	31	100	

Observa-se no gráfico da distribuição da frequência que na maior parte da área analisada a densidade aparente encontra-se na faixa de 1,55 a 1,60 k/dm³, enquanto apenas a área 4A na profundidade de 30-60 cm a 1,45 k/dm³. Pelos dados obtidos observa-se uma tendência ao processo de compactação uma vez que a densidade global deste tipo de solo varia de 1,2 a 1,3. Contudo, de acordo com Reichardt (1985), solos arenosos podem apresentar densidades de até 1,8.



Capacidade de Campo e Ponto de Murcha

Os valores de capacidade de campo e de ponto de murcha permanente apresentados no quadro 4 estão coerentes com a classificação textural das áreas. Assim, segundo Daker(1976) os valores de capacidade de campo variam geralmente de 0,07 a 0,40 g.kg⁻¹ e dependem do tipo de solo. Solos mais arenosos os valores são menores, solos mais argilosos e pesados os valores são maiores. Já os valores de ponto de murcha pode variar de 0,02(solos arenosos) até 0,30(solos argilosos e pesados). O maior valor de Cc encontrado na área foi de 0,3607 g.kg⁻¹ na área 12A e profundidade de 0-30 cm, enquanto a menor foi de 0,0727 g.kg⁻¹ na área 4B na profundidade de 30-60 cm. Quanto ao ponto de murcha o maior valor encontrado foi o de 0,2456 g.kg⁻¹ na área 12A na profundidade de 0-30 cm e o menor foi de 0,0510 g.kg⁻¹ na área 4B na profundidade de 30-60 cm. Os valores encontrados tanto para a capacidade de campo como para o ponto de murcha permanente na área 4B são baixos, considerando que a mesma é classificada texturalmente como franco-argiloso-arenoso.

Quadro 4 Capacidade de Campo e o Ponto de Murcha das amostras do solo

Área	Capacidade de campo (g/kg ⁻¹)	Ponto de murcha (g/kg ⁻¹)	Área	Capacidade de campo (g/kg ⁻¹)	Ponto de murcha (g/kg ⁻¹)
4A	0,1742	0,1213	10B	0,1472	0,0926
4A	0,1876	0,1236	11	0,1679	0,1287
5	0,2377	0,1748	11	0,3036	0,2427
5	0,2416	0,1756	8A	0,1459	0,1057
6	0,2126	0,1265	8A	0,2876	0,1704
6	0,2768	0,1694	7B	0,3316	0,1883
12B	0,2945	0,1821	7B	0,3590	0,2176
12B	0,3263	0,2006	9A	0,2225	0,1255
12A	0,3601	0,2456	9A	0,2673	0,2410
12A	0,3607	0,2447	9B	0,2311	0,1517
7A	0,2935	0,1751	9B	0,1457	0,1208
7A	0,2932	0,1932	4B	0,0883	0,0705
10A	0,2196	0,1784	4B	0,0727	0,0510
10A	0,2273	0,1871	8A	0,3051	0,2136
10B	0,1538	0,1137	8A	0,3080	0,2160

Curva Característica de Umidade

Embora se tenha realizado duas análises com os solos de áreas em estudo, em panela de pressão, os resultados não foram coerentes com a metodologia. Assim pode-se observar no quadro 5 e figura do anexo que os dados de umidade do solo são maiores na tensão 0,33 atm do que na tensão 0,1 atm. Era de se esperar que a umidade das amostras diminuíssem com o aumento da tensão. Problemas devem ter ocorrido com o equipamento (panela de pressão) no laboratório da EMBRAPA.

Quadro 5. Curva característica das amostras dos solos

Amostra	Área	Profundidade	Tensão (g/g)						
			0,1	0,33	1	3	5	10	15
1	4A	0 - 30	0,0964	0,1742	0,1280	0,1009	0,1029	0,0974	0,1213
2	4A	30 - 60	0,1507	0,1876	0,1056	0,0850	0,1156	0,1482	0,1236
3	5	0-30	0,1529	0,2377	0,2133	0,1494	0,1742	0,1510	0,1748
4	5	30-60	0,1419	0,2416	0,1867	0,1565	0,1741	0,1403	0,1756
5	6	0-30	0,1314	0,2126	0,1771	0,1413	0,1426	0,1422	0,1265
6	6	30-60	0,2275	0,2768	0,2299	0,1819	0,1978	0,2165	0,1694
7	12 B	0-30	0,2387	0,2945	0,2465	0,2007	0,2062	0,2376	0,1821
8	12 B	30-60	0,2214	0,3263	0,2849	0,2207	0,2307	0,2373	0,2006
9	12A	0-30	0,2610	0,3601	0,3056	0,2686	0,2602	0,2600	0,2456
10	12A	30-60	0,2647	0,3607	0,3072	0,2649	0,2699	0,2786	0,2447
11	7A	0-30	0,1453	0,2935	0,1905	0,1751	0,1661	0,1410	0,1751
12	7A	30-60	0,1783	0,2932	0,2609	0,2090	0,2196	0,1840	0,1932
13	10A	0-30	0,1605	0,2196	0,1937	0,1661	0,1448	0,1766	0,1784
14	10A	30-60	0,2268	0,2273	0,2175	0,1739	0,1763	0,2151	0,1871
15	10B	0-30	0,1101	0,1538	0,1448	0,1052	0,1017	0,1207	0,1137
16	10B	30-60	0,0686	0,1472	0,1186	0,0915	0,0717	0,0691	0,0926
17	11	0-30	0,1014	0,1679	0,1435	0,1225	0,1293	0,1019	0,1287
18	11	30-60	0,2012	0,3036	0,2594	0,2244	0,2211	0,2011	0,2427
19	8A	0-30	0,1696	0,1459	0,1417	0,0990	0,1141	0,1686	0,1057
20	8A	30-60	0,2583	0,2876	0,2585	0,2046	0,2072	0,2583	0,1704
21	7B	0-30	0,2701	0,3316	0,2907	0,2191	0,2372	0,2655	0,1883
22	7B	30-60	0,2925	0,3590	0,3161	0,2621	0,2501	0,2875	0,2176
23	9A	0-30	0,1530	0,2225	0,1980	0,1629	0,1418	0,1535	0,1255
24	9A	30-60	0,1900	0,2673	0,2085	0,2160	0,2231	0,1887	0,2410
25	9B	0-30	0,0998	0,2311	0,1786	0,1287	0,1154	0,1004	0,1517
26	9B	30-60	0,0805	0,1457	0,1202	0,1011	0,1138	0,0825	0,1208
27	4B	0-30	0,0417	0,0883	0,0626	0,0585	0,0548	0,0417	0,0705
28	4B	30-60	0,0581	0,0727	0,0606	0,0552	0,0503	0,0585	0,0510
29	8A	0-30	0,2459	0,3051	0,2715	0,2270	0,2270	0,2457	0,2136
30	8A	30-60	0,2475	0,3080	0,2763	0,1314	0,2543	0,2467	0,2160

Disponibilidade Total d'água do solo (DTA)

A disponibilidade total d'água do solo é uma característica do solo, a qual corresponde à quantidade d'água que o solo pode armazenar por determinado tempo, onde existe uma variação de 0,2848 mm/cm na área 4B ate 2,2341 mm/cm na área 7B

Quadro 6. Disponibilidade Total de água do solo das amostras do solo

Amostra	Área	Profundidade	Cc %	Pm %	Da kg/dm ³	DTA (mm/cm)
1	4A	0-30	17,42	12,13	1,58	0,8358
2	4A	30-60	18,76	12,36	1,68	1,0752
3	5	0-30	23,77	17,48	1,60	1,0064
4	5	30-60	24,16	17,56	1,62	1,0692
5	6	0-30	21,26	12,65	1,60	1,3776
6	6	30-60	27,68	16,94	1,60	1,7184
7	12B	0-30	29,45	18,21	1,54	1,7310
8	12B	30-60	32,63	20,06	1,55	1,9484
9	12A	0-30	36,01	24,56	1,55	1,7748
10	12A	30-60	36,07	24,47	1,48	1,7168
11	7A	0-30	29,35	17,51	1,51	1,7878
12	7A	30-60	29,32	19,32	1,57	1,5700
13	10A	0-30	21,96	17,84	1,55	0,6386
14	10A	30-60	22,73	18,71	1,54	0,6191
15	10B	0-30	15,38	11,37	1,53	0,6135
16	10B	30-60	14,72	09,26	1,50	0,8190
17	11	0-30	16,79	12,87	1,45	0,5684
18	11	30-60	30,36	24,27	1,59	0,9683
19	8A	0-30	14,59	10,57	1,60	0,6432
20	8A	30-60	28,76	17,04	1,57	1,8400
21	7B	0-30	33,16	18,83	1,51	2,1638
22	7B	30-60	35,90	21,76	1,58	2,2341
23	9A	0-30	22,25	12,55	1,47	1,4259
24	9A	30-60	26,73	24,10	1,56	0,4103
25	9B	0-30	23,11	15,17	1,55	1,2307
26	9B	30-60	14,57	12,08	1,61	0,4009
27	4B	0-30	08,83	07,05	1,60	0,2848
28	4B	30-60	07,27	05,10	1,56	0,3385
29	8A	0-30	30,51	21,36	1,58	1,4457
30	8A	30-60	30,80	21,60	1,51	1,3892

Capacidade total d'água no solo (CTA)

A quantidade d'água para a irrigação só devem ser consideradas disponíveis para a cultura no perfil do solo que esteja ocupado pelo seu sistema radicular e pode-se observar que na área 4B existe uma pequena capacidade total de água em relação a área 7B que é maior.

Quadro 7. Capacidade total de água no solo das amostras

Amostra	Área	Profundidade	DTA mm/cm	Z cm	CTA mm
1	4A	0-30	0,8358	30	25,07
2	4A	30-60	1,0752	30	32,26
3	5	0-30	1,0064	30	30,19
4	5	30-60	1,0692	30	32,07
5	6	0-30	1,3776	30	41,32
6	6	30-60	1,7184	30	51,55
7	12B	0-30	1,7310	30	51,93
8	12B	30-60	1,9484	30	58,45
9	12A	0-30	1,7748	30	53,24
10	12A	30-60	1,7168	30	51,50
11	7A	0-30	1,7878	30	53,63
12	7A	30-60	1,5700	30	47,10
13	10A	0-30	0,6386	30	19,15
14	10A	30-60	0,6191	30	18,57
15	10B	0-30	0,6135	30	18,40
16	10B	30-60	0,8190	30	24,57
17	11	0-30	0,5684	30	17,05
18	11	30-60	0,9683	30	29,04
19	8A	0-30	0,6432	30	19,29
20	8A	30-60	1,8400	30	55,20
21	7B	0-30	2,1638	30	64,91
22	7B	30-60	2,2341	30	67,02
23	9A	0-30	1,4259	30	42,77
24	9A	30-60	0,4103	30	12,30
25	9B	0-30	1,2307	30	36,92
26	9B	30-60	0,4009	30	12,02
27	4B	0-30	0,2848	30	8,540
28	4B	30-60	0,3385	30	10,15
29	8A	0-30	1,4457	30	43,37
30	8A	30-60	1,3892	30	41,67

Capacidade real d'água do solo (CRA)

Baseou-se o calculo d capacidade real d'água usando o fator $f=0,5$ (conforme BERNARDO 1996) para todas as amostras dos solos estudados e verificou-se que na área 4B com profundidade de 0-30 obteve uma pequena quantidade de água enquanto que na área 7B ouve uma maior quantidade de água na profundidade de 30-60 cm.

Quadro 8. Capacidade real de água do solo das amostras dos solos

Amostra	Área	Profundidade	CTA mm	f	CRA mm/cm
1	4A	0-30	25,07	0,5	12,5350
2	4A	30-60	32,26	0,5	16,1300
3	5	0-30	30,19	0,5	15,0950
4	5	30-60	32,07	0,5	16,0350
5	6	0-30	41,32	0,5	20,6600
6	6	30-60	51,55	0,5	25,7750
7	12B	0-30	51,93	0,5	25,9650
8	12B	30-60	58,45	0,5	29,2250
9	12A	0-30	53,24	0,5	26,6200
10	12A	30-60	51,50	0,5	25,7500
11	7A	0-30	53,63	0,5	26,8150
12	7A	30-60	47,10	0,5	23,5500
13	10A	0-30	19,15	0,5	9,5750
14	10A	30-60	18,57	0,5	9,2850
15	10B	0-30	18,40	0,5	9,2000
16	10B	30-60	24,57	0,5	12,2850
17	11	0-30	17,05	0,5	8,5250
18	11	30-60	29,04	0,5	14,5200
19	8A	0-30	19,29	0,5	9,6450
20	8A	30-60	55,20	0,5	27,6000
21	7B	0-30	64,91	0,5	32,4550
22	7B	30-60	67,02	0,5	33,5100
23	9A	0-30	42,77	0,5	21,3850
24	9A	30-60	12,30	0,5	6,1500
25	9B	0-30	36,92	0,5	18,4600
26	9B	30-60	12,02	0,5	6,0100
27	4B	0-30	8,540	0,5	4,2700
28	4B	30-60	10,15	0,5	5,0750
29	8A	0-30	43,37	0,5	21,6850
30	8A	30-60	41,67	0,5	20,8350

CONCLUSÕES:

- Considerando a densidade aparente do solo verificou-se na maioria das amostras estudadas valores acima do limite considerado ideal para a maioria das plantas, com o limite médio de $1,4 \text{ kg / dm}^3$, denotando complicações e assim requerendo interações para reduzir o referido trabalho e especial para o algodão que é muito sensível à deficiência de oxigênio no solo, fato que pode ser causado pela compactação.
- Em função da natureza textural com solos arenosos e francos arenosos, a capacidade de armazenamento de água na maioria dos pontos amostrados, foi pequena, em função dos valores obtidos para a capacidade de campo e o ponto de murcha, requerendo cuidado nos termos de rega e lamina de água a aplicar.
- Os resultados adquiridos não foram os esperados para a curva característica de umidade e por isso é recomendável que a EMBRAPA verifique as condições da panela de pressão do laboratório e se repita as análises de tensão de umidade para os solos da estação experimental de Barbalha.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

Bernardo, S. Manual de irrigação, 6 edição, Viçosa, UFV, impr. Univ., 1995

Caballero, W. A , Introduccion a la estadística, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, editora de la serie: Matilde da la Cruz, San Jose, Costa Rica, 1975.

Daker, Alberto. A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola, 3º vol. Irrigação e Drenagem, 5 edição ver. e ampl. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo - 2. ed .rev atual. – Rio de Janeiro –1997

Hénin.S, Grãs.R e Monnier.G. Os solos agrícolas São Pulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976.

Kiehl,E.J. Manual de edafologia; relação solo – planta. São Paulo, 1979.

Klar, A. E. ,1973 – A água no sistema solo-planta –atmosfera. São Paulo ,Nobel 1984
Lemos, R. C. e Santos,R. D. ,Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Manual de método de trabalho de campo,1976

Reichardt, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera, Piracicaba, Fundação Cargill, 1985.

Vargas, M. ,1914 – Introdução à mecânica dos solo. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, ed. da Universidade de São Paulo, 1977

Winter, E J. A água, o solo e a planta – 2 edição. São Paulo, Nobel. 1984, trazudizos pelos professores: Klauss Reichardt e Paulo L. Libardi

ANEXOS

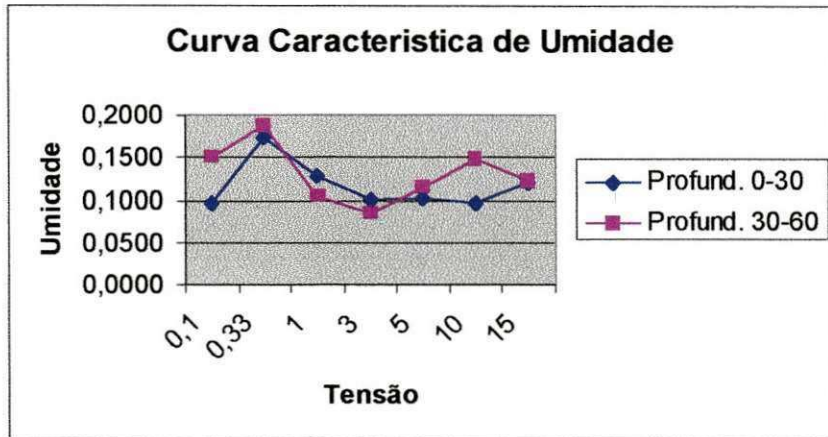
Teste da Capacidade de Campo e Ponto de Murcha

m.	ÁREA	PROF.	LATA	TARA	PBU	PBS	C. CAMPO	LATA	TARA	PBU	PBS	P.MURCHA
1	4 A	0-30	1	42,00	74,23	69,49	0,1724	25	43,98	77,18	73,60	0,1209
1'	4 A	0-30	2	44,06	77,81	72,76	0,1760	26	44,88	75,78	72,40	0,1228
1''	4 A	0-30	3	42,07	73,22	68,60	0,1741	27	44,41	76,83	73,35	0,1202
2	4 A	30-60	4	41,98	74,17	69,10	0,1869	28	42,44	74,67	71,15	0,1226
2'	4 A	30-60	5	42,31	76,49	71,11	0,1868	29	40,98	73,53	69,93	0,1244
2''	4 A	30-60	6	42,47	74,91	69,75	0,1891	30	41,48	74,66	71,00	0,1240
3	5	0-30	7	41,91	76,63	70,01	0,2356	31	43,56	77,04	72,03	0,1760
3'	5	0-30	8	43,00	78,15	71,43	0,2364	32	44,43	76,40	71,69	0,1728
3''	5	0-30	9	42,82	77,62	70,86	0,2411	33	41,61	74,15	69,29	0,1756
4	5	30-60	10	43,23	75,93	69,58	0,2410	34	42,52	74,79	69,95	0,1764
4'	5	30-60	11	41,75	74,71	68,29	0,2419	35	42,97	73,63	69,04	0,1761
4''	5	30-60	12	39,45	71,29	65,09	0,2418	36	40,91	72,85	68,11	0,1743
5	6	0-30	13	42,00	74,07	68,41	0,2143	37	42,67	70,90	67,68	0,1287
5'	6	0-30	14	42,02	74,17	68,52	0,2132	38	43,39	75,01	71,45	0,1269
5''	6	0-30	15	42,55	74,08	68,60	0,2104	39	43,77	73,37	70,11	0,1238
6	6	30-60	16	42,49	73,86	67,06	0,2768	40	41,87	72,97	68,47	0,1692
6'	6	30-60	17	41,83	75,53	68,23	0,2765	41	42,79	71,99	67,77	0,1689
6''	6	30-60	18	43,18	76,27	69,09	0,2771	42	38,87	69,28	64,86	0,1701
7	12 B	0-30	19	43,40	74,44	67,38	0,2944	43	41,72	71,24	66,70	0,1817
7'	12 B	0-30	20	41,94	73,56	66,36	0,2948	44	42,00	69,35	65,11	0,1835
7''	12 B	0-30	21	43,25	73,87	66,91	0,2942	45	42,34	73,45	68,68	0,1811
8	12 B	30-60	22	40,97	72,68	64,95	0,3224	46	41,69	72,85	67,69	0,1985
8'	12 B	30-60	23	43,53	76,15	68,08	0,3287	47	42,43	71,95	67,02	0,2005
8''	12 B	30-60	24	42,44	74,63	66,68	0,3280	48	41,88	75,16	69,55	0,2027
9	12 A	0-30	1	42,00	75,90	66,89	0,3620	25	43,98	77,21	70,65	0,2460
9'	12 A	0-30	2	44,06	78,83	69,65	0,3587	26	44,88	79,95	73,02	0,2463
9''	12 A	0-30	3	42,07	71,82	63,95	0,3597	27	44,41	74,89	68,90	0,2446
10	12 A	30-60	4	41,98	75,45	66,56	0,3617	28	42,44	72,00	66,17	0,2457
10'	12 A	30-60	5	42,31	73,97	65,56	0,3617	29	40,98	72,42	66,23	0,2451
10''	12 A	30-60	6	42,47	78,12	68,71	0,3586	30	41,48	76,40	69,57	0,2431
11	7 A	0-30	7	41,91	78,25	69,95	0,2960	31	43,56	78,04	72,89	0,1756
11'	7 A	0-30	8	43,00	79,85	71,51	0,2925	32	44,43	76,09	71,32	0,1774
11''	7 A	0-30	9	42,82	75,35	68,00	0,2919	33	41,61	72,62	68,06	0,1724
12	7 A	30-60	10	43,23	78,65	70,69	0,2899	34	42,52	74,82	69,55	0,1950
12'	7 A	30-60	11	41,75	75,48	67,77	0,2963	35	42,97	74,82	69,68	0,1924
12''	7 A	30-60	12	39,45	76,18	67,85	0,2933	36	40,91	75,73	70,12	0,1921
13	10 A	0-30	13	42,00	76,75	70,49	0,2197	37	42,67	71,26	66,93	0,1785
13'	10 A	0-30	14	42,02	75,37	69,32	0,2216	38	43,39	74,44	69,72	0,1793
13''	10 A	0-30	15	42,55	77,75	71,46	0,2176	39	43,77	76,34	71,43	0,1775
14	10 A	30-60	16	42,49	74,39	68,44	0,2293	40	41,87	76,18	70,78	0,1868
14'	10 A	30-60	17	41,83	74,99	68,88	0,2259	41	42,79	73,93	69,00	0,1881
14''	10 A	30-60	18	43,18	80,79	73,84	0,2267	42	38,87	73,79	68,30	0,1865
15	10 B	0-30	22	40,97	70,51	66,47	0,1584	46	41,69	73,07	69,87	0,1136
15'	10 B	0-30	23	43,53	75,73	71,48	0,1521	47	42,43	77,91	74,26	0,1147
15''	10 B	0-30	24	42,44	74,24	70,07	0,1509	48	41,88	77,09	73,52	0,1128
16	10 B	30-60	1	42,00	73,76	69,59	0,1511	25	43,98	72,11	69,70	0,0937
16'	10 B	30-60	2	44,06	76,75	72,71	0,1410	26	44,88	77,70	74,95	0,0915
16''	10 B	30-60	3	42,07	74,05	69,89	0,1495	27	44,41	77,09	74,32	0,0926
17	11	0-30	4	41,98	75,14	70,42	0,1660	28	42,44	74,79	71,06	0,1303
17'	11	0-30	5	42,31	74,56	69,87	0,1702	29	40,98	73,00	69,37	0,1279
17''	11	0-30	6	42,47	74,71	70,08	0,1677	30	41,48	75,08	71,27	0,1279
18	11	30-60	7	41,91	79,23	70,57	0,3022	31	43,56	78,32	71,54	0,2423
18'	11	30-60	8	43,00	76,97	69,01	0,3060	32	44,43	81,44	74,14	0,2457
18''	11	30-60	9	42,82	78,94	70,55	0,3026	33	41,61	77,13	70,25	0,2402
19	8 A	0-30	10	43,23	77,32	73,01	0,1447	34	42,52	75,49	72,31	0,1067
19'	8 A	0-30	11	41,75	75,96	71,62	0,1453	35	42,97	76,35	73,18	0,1049
19''	8 A	0-30	12	39,45	73,05	68,73	0,1475	36	40,91	72,08	69,11	0,1053

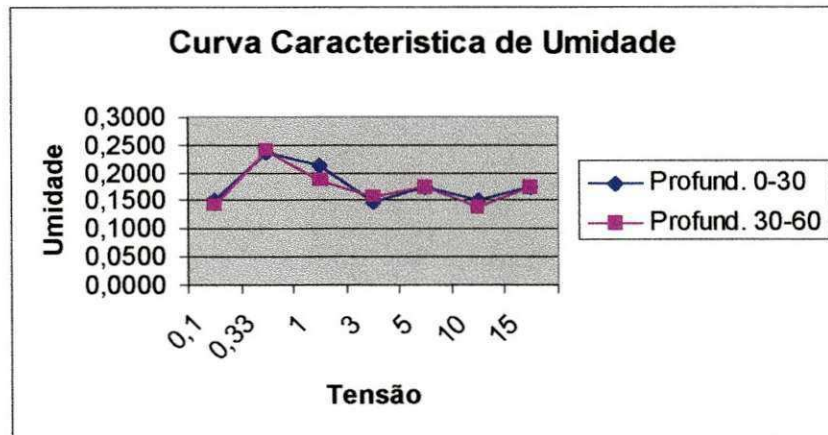
20	8A	30-60	13	42,00	76,94	69,09	0,2898	37	42,67	78,85	73,50	0,1735
20'	8A	30-60	14	42,02	76,30	68,65	0,2873	38	43,39	77,21	72,31	0,1694
20''	8A	30-60	15	42,55	77,48	69,72	0,2856	39	43,77	76,43	71,73	0,1681
21	7B	0-30	16	42,49	70,98	63,65	0,3464	40	41,87	75,56	70,19	0,1896
21'	7B	0-30	17	41,83	76,86	68,41	0,3179	41	42,79	78,80	73,11	0,1877
21''	7B	0-30	18	43,18	75,59	67,54	0,3305	42	38,87	72,86	67,49	0,1876
22	7B	30-60	19	43,40	77,28	68,31	0,3601	43	41,72	71,78	66,41	0,2175
22'	7B	30-60	20	41,94	75,03	66,23	0,3623	44	42,00	74,06	68,28	0,2199
22''	7B	30-60	21	43,25	78,69	69,41	0,3547	45	42,34	72,04	66,78	0,2152
23	9A	0-30	22	40,97	71,49	66,00	0,2193	46	41,69	75,32	71,57	0,1255
23'	9A	0-30	23	43,53	74,24	68,65	0,2225	47	42,43	70,10	67,00	0,1262
23''	9A	0-30	24	42,44	73,67	67,92	0,2257	48	41,88	73,12	69,65	0,1250
24	9A	30-60	1	42,00	73,23	66,59	0,2700	22	40,97	78,65	71,46	0,2358
24'	9A	30-60	2	44,06	76,68	69,87	0,2639	23	43,53	83,35	75,86	0,2317
24''	9A	30-60	3	42,07	75,08	68,10	0,2682	24	42,44	75,80	69,01	0,2556
25	9B	0-30	4	41,98	71,72	67,12	0,1830	25	43,98	74,49	70,49	0,1509
25'	9B	0-30	5	42,31	72,58	67,88	0,1838	26	44,88	78,35	73,99	0,1498
25''	9B	0-30	6	42,47	71,45	66,96	0,1833	27	44,41	74,15	70,17	0,1545
26	9B	30-60	7	41,91	72,26	68,46	0,1431	28	42,44	74,08	70,59	0,1240
26'	9B	30-60	8	43,00	70,78	67,22	0,1470	29	40,98	70,55	67,31	0,1231
26''	9B	30-60	9	42,82	71,87	68,15	0,1469	30	41,48	74,73	71,29	0,1154
27	4B	0-30	10	43,23	76,94	74,23	0,0874	31	43,56	79,94	77,54	0,0706
27'	4B	0-30	11	41,75	76,30	73,49	0,0885	32	44,43	76,43	74,31	0,0710
27''	4B	0-30	12	39,45	72,03	69,37	0,0889	33	41,61	73,80	71,70	0,0698
28	4B	30-60	13	42,00	70,55	68,62	0,0725	34	42,52	73,00	71,49	0,0521
28'	4B	30-60	14	42,02	71,25	69,23	0,0742	35	42,97	72,52	71,08	0,0512
28''	4B	30-60	15	42,55	69,75	67,94	0,0713	36	40,91	71,11	69,68	0,0497
29	8A	0-30	16	42,49	75,64	67,93	0,3031	37	42,67	73,95	68,51	0,2105
29'	8A	0-30	17	41,83	76,00	67,96	0,3077	38	43,39	79,17	72,86	0,2141
29''	8A	0-30	18	43,18	74,70	67,34	0,3046	39	43,77	76,19	70,43	0,2161
30	8A	30-60	19	43,40	77,47	69,52	0,3044	40	41,87	76,36	70,24	0,2157
30'	8A	30-60	20	41,94	72,22	65,03	0,3114	41	42,79	77,25	71,12	0,2164
30''	8A	30-60	21	43,25	78,51	70,20	0,3083	42	38,87	71,54	65,74	0,2159

GRÁFICOS

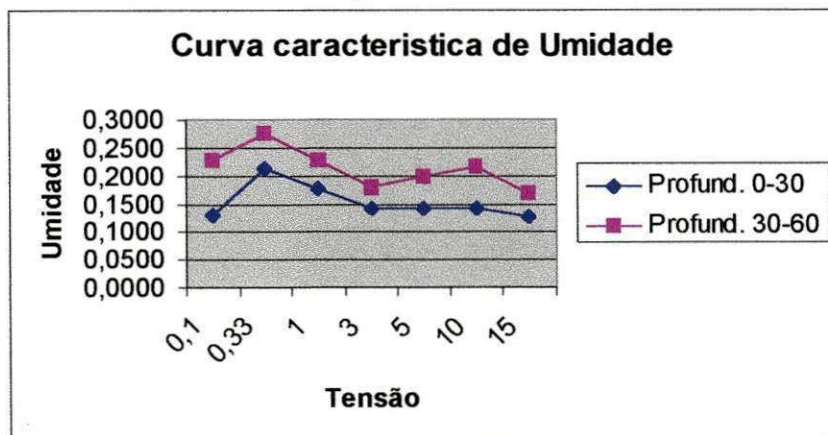
Área 4A



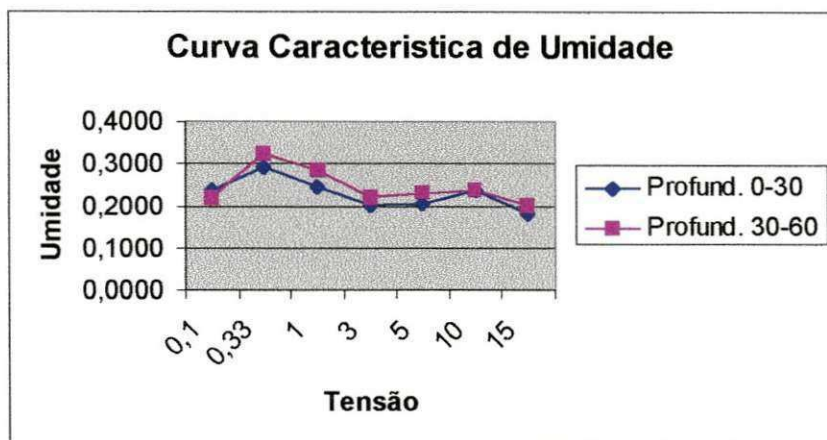
Área 5



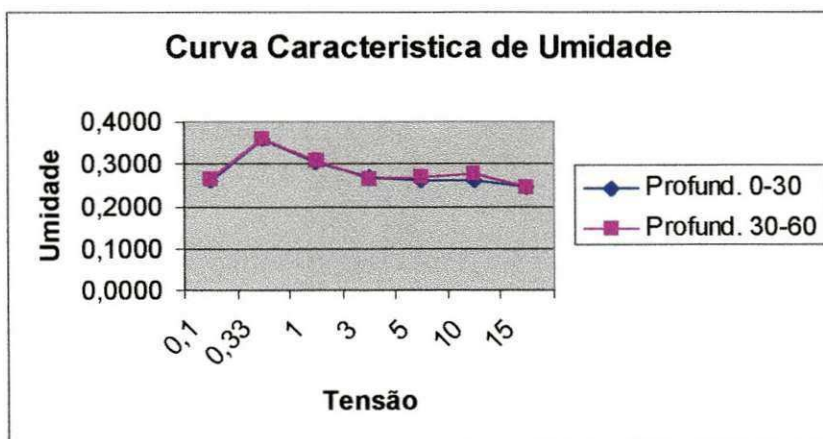
Área 6



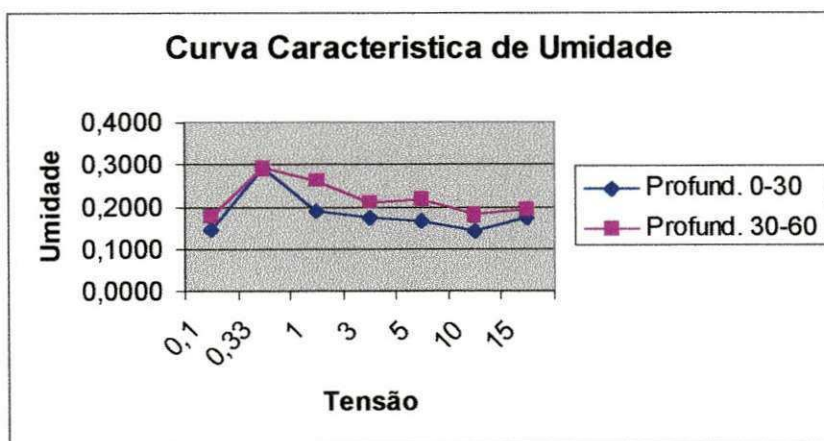
Área 12B



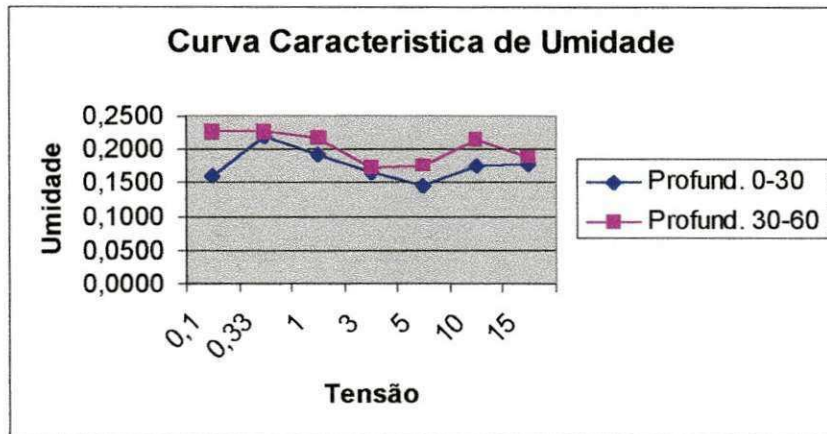
Área 12 A



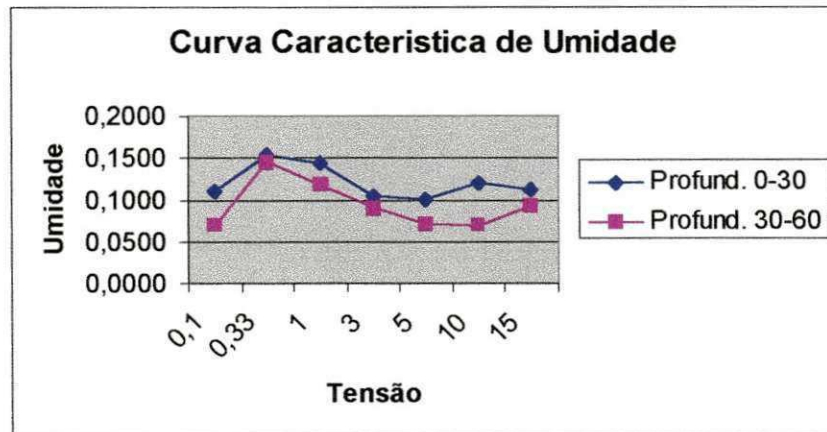
Área 7 A



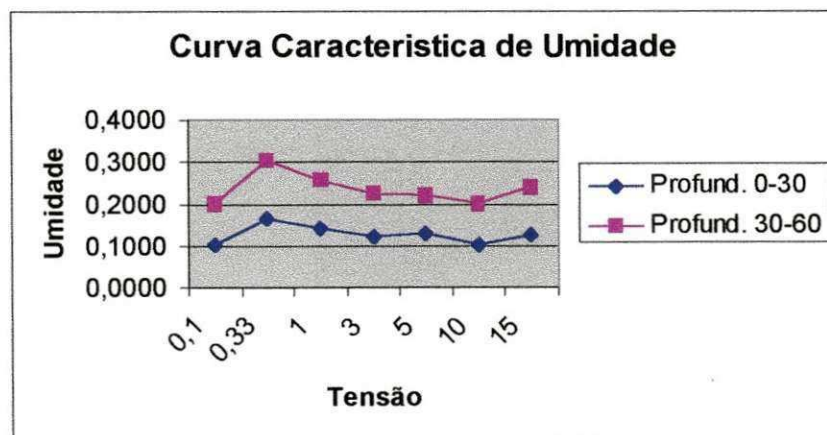
Área 10 A



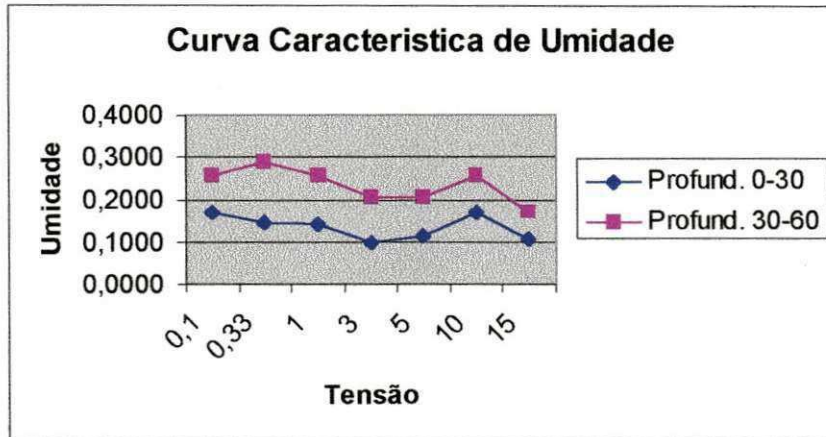
Área 10 B



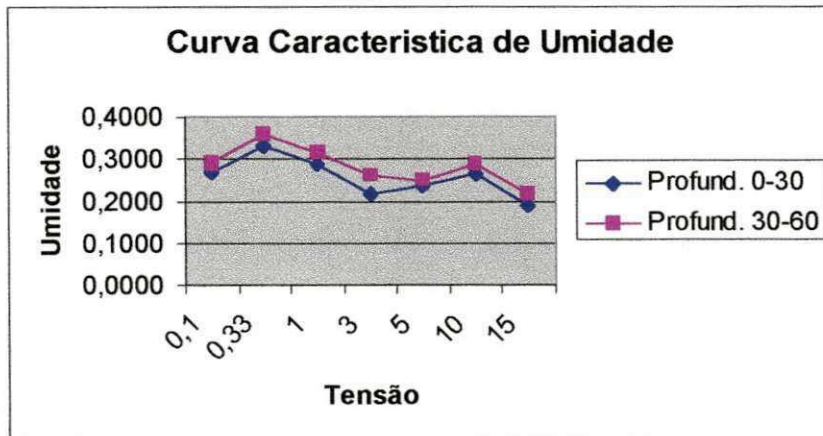
Área 11



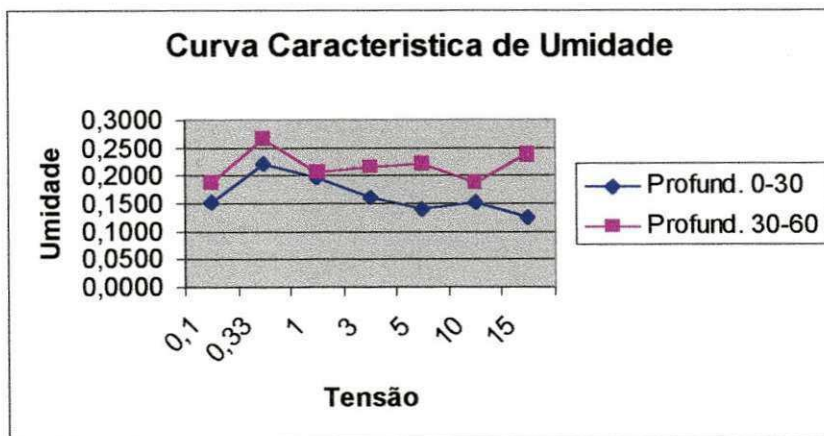
Área 8 A



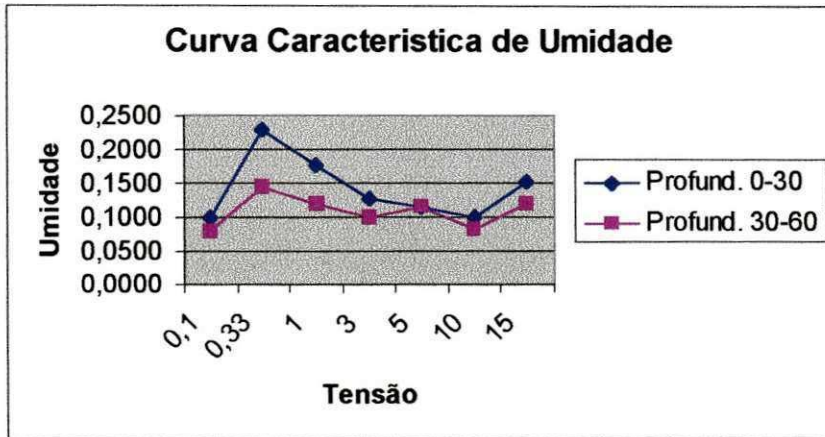
Área 7 B



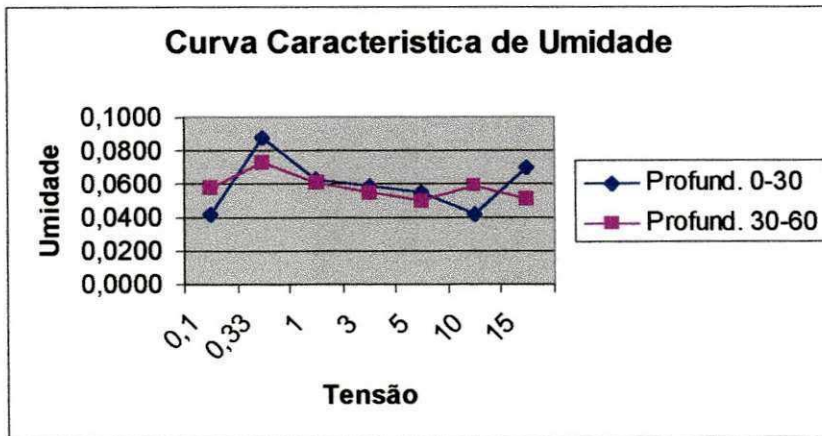
Área 9 A



Área 9 B



Área 4B



Área 8 A

