

CONSIDERAÇÕES SOBRE A UMIDADE A 15 ATMOSFERAS E A UMIDADE DE MURCHAMENTO (MÉTODO FISIOLÓGICO), EM SOLOS DO NORDESTE¹

LUIZ BEZERRA DE OLIVEIRA² e ANA MARIA C. M. MARTINS³

Sumário

O presente trabalho teve como objetivo comparar os resultados obtidos na determinação da *umidade a 15 atmosferas* por meio da membrana de tensão e a umidade de murchamento pelo método fisiológico, em diversos solos do Nordeste.

Foram estudadas 108 amostras de solo: 56 da Zona Úmida (Litoral e Mata), correspondendo a 14 perfis de solos (Latosolos, Podzolizados e Hidromórficos); 52 do Agreste e Sertão, correspondendo a 14 perfis de solos (Podzolizados, Hidromórficos, Regossolos, Rego-latosolos, Grumussolos e Aluviais).

São apresentados gráficos e quadros com os resultados obtidos e feitas considerações sobre os mesmos.

INTRODUÇÃO

Os estudos de caracterização hídrica dos solos para fins de irrigação incluem determinações que visam definir os limites: inferior e superior da faixa de umidade disponível para as plantas.

Esses valores são obtidos através da umidade de murchamento e da capacidade de campo.

A determinação da umidade de murchamento considerada padrão é aquela obtida pelo método fisiológico utilizando-se uma planta indicadora. A capacidade de campo é usualmente substituída pela umidade equivalente, sabendo-se no entanto, que para solos de textura leve e pesada esses valores necessitam de correção.

No caso de determinação da umidade de murchamento, pelo método fisiológico, por ser um processo bastante demorado e trabalhoso foram tentados através dos estudos de muitos investigadores, métodos que o substituisse com certa precisão, maiores facilidades e rapidez.

Neste estudo foi adotado o método sugerido por Richards e Weaver (1943), baseado nos valores da umidade retida numa amostra de solo quando esta é saturada, submetida a uma pressão conhecida e obtida através do aparelho de membrana de tensão.

Essa nova técnica foi fundamentada nos trabalhos de Schofield, citado por Woodruff (1940), com o conceito da curva do pF que permite exprimir a relação entre a quantidade de água numa amostra de solo e a força com a qual ela está retida.

A força de retenção da ordem de 15 atmosferas ou 220 lb/pol² é considerada como o limite máximo em que a maioria das plantas cultivadas consegue extrair água do solo, sendo o valor da umidade retida pelo solo nessas condições, definida como umidade a 15 atmosferas ou "fifteen atmosphere percentage".

Segundo Richards (1955), "diversos experimentos realizados com plantas mostraram que a umidade retida pelo solo a 15 atmosferas de pressão é igual ao limite inferior da faixa de umidade do solo, onde ainda é possível o crescimento vegetativo das plantas".

Reitemeier e Richards (1944), citando trabalhos de Furr e Reeves afirmam que para a maioria dos solos a percentagem de umidade a 15 atmosferas situa-se na faixa da umidade de murchamento entre o "the first permanent wilting percentage and the ultimate wilting percentage".

O trabalho de Richards e Weaver (1943), que estuda a correlação entre a umidade a 15 atmosferas e a umidade de murchamento em solos do Columbia Basin Project e da Universidade da Califórnia, U.S.A. e os nossos trabalhos sobre a determinação da umidade de murchamento, pelo método fisiológico, nos induziram a proceder o estudo em foco. Dessa forma, escolhemos amostras de diferentes solos do Nordeste, já classificados e estudados sob o ponto de vista físico-hídrico.

¹ Boletim Técnico n.º 2 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE). Trabalho realizado com uma membrana de tensão cedida pela FAO.

² Químico, especializado em solos, responsável pelo Setor de Física da Seção de Solos do IPEANE, Recife, PE, e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

³ Química da Divisão de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Departamento de Agricultura e Abastecimento da SUDENE.

QUADRO 1. Características morfológicas, físicas e hídras dos solos estudados. Região úmida (litoral e mata)

N.º amostra	Profundidade em.	Horizonte	Classificação do solo	Localização	Umidade			Classe textural	
					Murch.	15 Atm.	Equiv.		
Ita. I.....	0-8	A _p	Podzolizado	Est. Exp. Itapirema Pe.	Goiana	3.90	4.45	9.0	Arenoso franco
Ita. II.....	8-16	A _p	"	Est. Exp. Itapirema Pe.	Goiana	5.50	5.75	10.5	Franco arenoso
Ita. III.....	16-24	A ₃	"	Est. Exp. Itapirema Pe.	Goiana	5.65	6.45	12.2	Franco arenoso
Ita. IV.....	24-32	A ₃	"	Est. Exp. Itapirema Pe.	Goiana	7.45	7.55	9.5	Franco argilo arenoso
Ita. V.....	32-40	A ₃	"	Est. Exp. Itapirema Pe.	Goiana	8.90	9.65	12.4	Franco argilo arenoso
Ubú. CI.....	0-8	A _p	Podzolizado	Eng. Ubú Igarapu Pe.		4.20	4.55	10.6	Arenoso franco
Ubú. CII.....	8-16	A _p	"	"	"	5.20	5.85	11.3	Arenoso Franco
Ubú. CIII.....	16-24	A ₃	"	"	"	6.45	6.50	12.5	Franco arenoso
Ubú. CIV.....	24-32	B ₁	"	"	"	9.80	9.55	16.9	Franco argilo arenoso
Ubú. CV.....	32-40	B ₁	"	"	"	13.10	13.30	20.6	Argilo arenoso
Ubú. CCI.....	0-8	A _p	Podzolizado	Eng. Ubú Igarapu Pe.		3.25	3.65	8.90	Arenoso
Ubú. CCII.....	8-16	A _p	"	"	"	4.15	4.55	9.5	Arenoso franco
Ubú. CCIII.....	16-24	A ₃	"	"	"	5.10	5.50	10.6	Franco arenoso
Ubú. CCIV.....	24-32	A ₃	"	"	"	9.05	9.50	20.5	Franco argilo arenoso
5775.....	0-30	A ₁	Podzolizado	Penedo Alagoas		4.00	4.70	13.9	Franco arenoso
5776.....	30-70	A ₂	"	"	"	3.30	2.95	5.9	Arenoso
5777.....	70-115	B ₁	"	"	"	3.95	3.80	8.3	Franco arenoso
5778.....	115-345	B ₂₁	"	"	"	5.00	4.50	10.6	Franco arenoso
5785.....	0-15	A _p	Podzolizado	Est. Exp. Capela Alagoas		6.80	6.45	12.3	Franco arenoso
5786.....	15-35	A ₃	"	"	"	8.80	8.55	15.4	Franco argilo arenoso
1857.....	0-20	A _p	Podzolizado	Est. Exp. União dos Palmares Alagoas		5.00	6.20	12.08	Franco arenoso
1858.....	20-50	A ₃	"	Est. Exp. União dos Palmares Alagoas		6.80	6.45	13.7	Franco argilo arenoso
1859.....	50-85	B ₁	"	Est. Exp. União dos Palmares Alagoas		7.55	7.20	13.7	Franco argilo arenoso
1860.....	65-85	B ₂	"	Est. Exp. União dos Palmares Alagoas		8.50	7.70	15.9	Franco argilo arenoso
1861.....	85-110	B ₃	"	Est. Exp. União dos Palmares Alagoas		12.75	13.20	20.0	Argilo arenoso
8135.....	0-15	A _p	Podzolizado	Município de Cabo Pe.		8.65	12.15	23.3	Franco argilo arenoso
8138.....	0-15	A _p	"	"	"	10.20	12.00	23.4	Franco argilo arenoso
8140.....	35-60	A _p	"	"	"	21.00	24.70	36.0	Argiloso
8141.....	0-15	A _p	Podzolizado	Município de Cabo Pe.		9.35	12.35	21.5	Franco argilo arenoso
8142.....	15-35	A ₃	"	"	"	18.35	20.60	27.3	Argilo arenoso
8143.....	35-60	—	"	"	"	21.60	24.60	32.8	Argiloso
8144.....	0-15	A _p	"	"	"	9.50	12.05	22.0	Franco argilo arenoso
8145.....	15-35	A ₃	"	"	"	18.75	21.10	30.3	Argiloso
8146.....	36-60	—	"	"	"	20.10	23.00	32.2	Argiloso
2097.....	0-15	A _{1p}	Podzolizado	Est. Exp. de També Pe.		8.95	12.00	19.9	Franco argilo arenoso
2098.....	15-25	A ₁₂	"	"	"	9.10	10.30	16.9	Franco argilo arenoso
2099.....	25-40	A ₃	"	"	"	8.25	10.30	15.9	Franco argilo arenoso
2100.....	40-70	B ₂₁	"	"	"	14.35	9.95	21.8	Argiloso
2102.....	0-50	A ₁₁	Podzolizado	Est. Exp. de També Pe.		10.20	14.75	20.2	Argiloso arenoso
2103.....	50-70	A ₁₂	"	"	"	11.45	13.30	20.7	Argilo arenoso
2104.....	70-90	A ₃	"	"	"	13.15	14.30	20.0	Argilo arenoso
2105.....	90-120	B ₂	"	"	"	18.00	18.35	24.6	Argiloso
4307.....	0-8	A _p	Latossolico	Est. Exp. Curado Recife Pe.		5.10	5.80	11.4	Franco arenoso
4308.....	8-16	A _p	"	"	"	4.70	6.20	11.1	Franco arenoso
4309.....	16-24	A ₃	"	"	"	5.70	5.90	12.00	Franco arenoso
4310.....	24-32	A ₃	"	"	"	6.20	6.90	13.10	Franco arenoso
4311.....	32-40	A ₃	"	"	"	6.80	7.10	13.5	Franco arenoso
C 1.....	0-8	A _p	Latossolico	Est. Exp. Curado Recife Pe.		4.05	3.75	9.6	Arenoso franco
C 2.....	8-16	A _p	"	"	"	5.00	4.70	11.8	Franco arenoso
C 3.....	16-24	A ₃	"	"	"	6.55	7.10	12.8	Franco arenoso
C 4.....	24-32	A ₃	"	"	"	7.40	7.5	13.3	Franco argilo arenoso
C 5.....	32-40	A ₃	"	"	"	7.60	7.60	15.1	Franco argilo arenoso
5791.....	0-20	A	Latossolico	Maceió — Alagoas		11.20	9.80	16.4	Franco argilo arenoso
5793.....	35-60	B ₁	"	"	"	11.20	12.25	18.3	Franco argilo arenoso
5798.....	0-18	A ₁	"	"	"	14.40	12.15	20.6	Franco argilo arenoso
2064.....	0-10	A _p	Hidromórfico	Est. Exp. Curado Recife Pe.		7.60	9.85	24.8	Franco argilo arenoso

QUADRO 2. Características morfológicas, físicas e hídricas dos solos estudados. Região semi-árida (Sertão e Agreste)

N.º Amostra	Profundidade em.	Horizonte	Classificação do solo	Localização	Umidade			Classe textural
					Murch.	15 Atm.	Equiv.	
2271.....	0-20	A _p	Podsolizado	Est. Exp. de Alagoinha Pb.	4.45	5.85	15.4	Franco arenoso
2272.....	20-30	A ₂	>	> > > >	5.50	6.15	15.1	Franco arenoso
2273.....	30-36	B ₁	>	> > > >	7.75	8.40	18.7	Franco argilo arenoso
2274.....	36-60	B _{2/0}	>	> > > >	16.65	17.10	23.9	Argilo arenoso
P ₃ I.....	0-13	I	Hidromórfico	Sumé Paraíba	12.30	14.80	31.4	Franco argilo arenoso
P ₃ II.....	13-75	II	(Aluvial)	> >	9.75	14.20	29.9	Franco arenoso
P ₃ III.....	75-85	III	>	> >	3.15	5.05	10.8	Arenoso franco
P ₃ IV.....	85-138	IV	>	> >	9.80	12.25	24.8	Franco argilo arenoso
2261.....	0-10	I	Hidromórfico	Est. Exp. de Alagoinha Pb.	4.40	5.00	13.8	Arenoso franco
2262.....	10-20	II	(Aluvial)	> > > >	5.55	6.25	14.7	Franco arenoso
2263.....	20-48	III	>	> > > >	6.20	7.70	16.7	Franco argilo arenoso
2266.....	0-20	I	Hidromórfico	Est. Exp. de Alagoinha Pb.	9.80	12.60	28.8	Franco argilo arenoso
2267.....	20-24	II	(Aluvial)	> > > >	5.20	5.60	14.3	Franco arenoso
2268.....	24-45	III	>	> > > >	4.05	4.75	12.2	Arenoso franco
P ₁ I.....	0-20	I	Aluvial	Sumé-Cariri Paraíba	4.20	4.75	17.6	Franco arenoso
P ₁ II.....	20-35	II	>	> >	3.90	5.00	17.9	Franco arenoso
P ₁ III.....	35-44	III	>	> >	5.80	7.60	23.0	Franco arenoso
P ₁ IV.....	44-125	IV	>	> >	8.60	11.30	28.3	Franco argilo arenoso
P ₁ V.....	125-170	V	>	> >	6.20	8.35	24.0	Franco argilo arenoso
P ₂ IV.....	165-195	IV	Aluvial	Sumé-Cariri Paraíba	4.00	5.00	16.6	Arenoso franco
2522.....	20-60	II	Aluvial	Ibimirim Pe.	10.20	13.45	24.3	Franco argilo arenoso
2523.....	60-85	III	>	> >	9.15	11.25	23.5	Franco argilo arenoso
2524.....	85-120	IV	>	> >	6.50	8.35	19.7	Franco argilo arenoso
2525.....	120-166	V	>	> >	4.25	4.75	15.3	Franco arenoso
2526.....	166-196	VI	>	> >	0.87	1.53	3.5	Arenoso
Grumossol.....	0-15	I	Grumossolo	Juazeiro — Bahia	12.10	13.85	22.9	Franco argilo arenoso
2011.....	0-15	A ₁	Grumossolo	Est. Cedro-Serrita Exu Pe.	13.30	16.80	30.5	Franco argiloso
2012.....	15-35	A ₂	>	> > > >	13.60	17.30	29.5	Argiloso
2013.....	35-56	B ₁	>	> > > >	13.40	16.20	27.5	Franco argiloso
2014.....	56-105	B ₂	>	> > > >	11.70	14.70	26.9	Argiloso
1862.....	0-18	I	Regossolo	Colônia Agrícola Ôlho d'água Angelim Pe.	1.70	1.30	4.7	Arenoso
1863.....	18-45	II	>	Colônia Agrícola Ôlho d'água Angelim Pe.	2.60	2.10	7.5	Arenoso
1864.....	45-80	III	>	Colônia Agrícola Ôlho d'água Angelim Pe.	3.00	2.65	7.3	Arenoso franco
1865.....	80-110	IV	>	Colônia Agrícola Ôlho d'água Angelim Pe.	3.25	3.20	9.0	Arenoso franco
2060.....	0-35	A ₁	Rego-Latossolo	Faz. Pau Ferro Estr. Araripina-Crato Pe.	8.00	7.90	11.2	Franco argilo arenoso
2061.....	35-65	A ₂	>	Faz. Pau Ferro Estr. Araripina-Crato Pe.	8.90	9.50	13.0	Argilo arenoso
2062.....	65-140	B ₁	>	Faz. Pau Ferro Estr. Araripina-Crato Pe.	9.50	10.30	14.4	Argilo arenoso
2063.....	140-200	B ₂	>	Faz. Pau Ferro Estr. Araripina-Crato Pe.	9.60	10.50	14.9	Argilo arenoso
2007.....	0-16	A ₁	Rego-Latossolo	Crusamento Estr. Exu-Cracom Araripina-Crato Pe.	9.45	10.15	14.5	Franco argilo arenoso
2008.....	16-45	A ₂	>	Crusamento Estr. Exu-Cracom Araripina-Crato Pe.	9.35	10.15	14.5	Argilo arenoso
2009.....	45-120	B ₁	>	Crusamento Estr. Exu-Cracom Araripina-Crato Pe.	11.15	11.30	17.0	Argilo arenoso
2010.....	120-	B ₂	>	Crusamento Estr. Exu-Cracom Araripina-Crato Pe.	11.45	11.55	17.8	Argilo arenoso
2115.....	0-15	A ₁	>	Est. Exp. de Surubim Pe.	3.15	3.80	9.2	Franco arenoso
2116.....	15-25	B ₁₁	>	> > > >	5.50	6.40	13.9	Franco argilo arenoso
2117.....	25-40	B ₁₂	>	> > > >	11.70	12.60	21.4	Argilo arenoso
2118.....	40-70	B _{2/0}	>	> > > >	18.35	19.05	28.8	Argiloso
1876.....	0-6	A ₁₁	>	Est. Ouricuri-Crus de Maltas Pe.	2.15	3.40	12.0	Arenoso franco
1877.....	6-20	A ₁₂	>	> > > >	2.60	2.85	10.8	Arenoso franco
1878.....	20-30	A ₃	>	> > > >	2.15	2.85	11.1	Arenoso franco
1879.....	30-50	B ₂₁	>	> > > >	12.30	15.60	24.6	Argiloso
1880.....	50-65	B ₂₂	>	> > > >	10.85	12.95	22.7	Argilo arenoso
1881.....	65-75	B ₃	>	> > > >	10.30	12.40	22.4	Argilo arenoso

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 108 amostras de solo sendo: 56 da Zona Úmida (Litoral e Mata) correspondentes a 14 perfis de solos (Latossolos, Podzolizados e Hidromórficos) e 52 do Agreste e Sertão, relativas a 14 perfis de solos (Podzolizados, Hidromórficos, Regossolos, Rego-latossolos, Grumussolos e Aluviais). Foram adotados os seguintes métodos:

Umidade a 15 atmosferas. Método descrito no U.S. Dep. Agric., Handbook 60, (U.S. Saline Laboratory Staff 1954), com o emprêgo de um I.C.E. Pressure Membrane Apparatus (Irrigation Engineering Corp.).

Umidade de murchamento. Método fisiológico, utilizando-se o feijão macassar (*Vigna sinensis* Endl.), conforme técnica desenvolvida e descrita por Oliveira (1959, 1960).

Umidade equivalente. Método da centrifuga (Oliveira 1959, 1960), tendo sido utilizado uma International Soil Centrifuge Model ME.

A determinação dessas constantes hídricas, foi realizada na terra fina seca ao ar com 2 a 3 repetições para cada amostra e os seus resultados expressos em gramas de água por 100 gramas de solo seco a 105°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros 1 e 2 apresentam os dados referentes as amostras estudadas e os valores obtidos para as três constantes híbricas acima referidas.

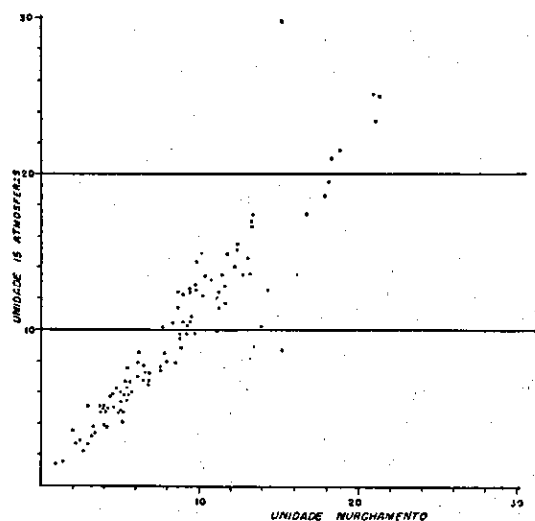


FIG. 1. Relação entre a umidade a 15 atm e a umidade de murchamento.

A Fig. 1 mostra a relação entre a umidade a 15 atmosferas e a umidade de murchamento, para o to-

tal das amostras, indicando a possibilidade de uma boa correlação entre êsses dois valores.

Observando-se os resultados obtidos verifica-se que a umidade a 15 atmosferas apresenta, na sua maioria, resultados mais elevados que os da umidade de murchamento. Apenas em 18 amostras êsses valores foram iguais ou inferiores. O valor médio da relação U. Murch./U. 15 Atm. foi de 0,90.

Nos solos analisados por Richards e Weaver (1943), a correlação entre essas duas constantes híbricas foi diferente da nossa, mas os valores da umidade a 15 atmosferas sempre mais baixos que os da umidade de murchamento. O valor da relação U. Murch./U. 15 Atm. foi de 1,14.

Atribuímos essa diferença de resultados ao fato da umidade de murchamento citado no trabalho de Richards, ter sido obtida com girassol (*Helianthus annuus*). Segundo os nossos estudos, a determinação desta constante hídrica quando realizada com girassol dá sempre valores mais altos do que com o feijão macassar (*Vigna sinensis* Endl.). O Quadro 3 apresentado por Oliveira (1960), ilustra esta afirmação.

QUADRO 3. Dados relativos à determinação de U. Murch. pelo método fisiológico

Amostra*	Textura	Umidade equivalente	Umidade de murchamento	
			Feijão	Girassol
1862 — A.....	Arenoso	4.73	0.92	1.74
1863 — A.....	Arenoso	7.53	1.34	2.68
1865 — A.....	Arenoso-franco	9.00	1.64	3.24
1864 — A.....	Arenoso-franco	7.33	1.77	3.11
1717 — S.....	Franco-arenoso	10.87	2.62	3.18
P.1a — A.....	Franco-arenoso	14.24	3.20	4.75
1718 — S.....	Franco-arenoso	14.13	3.68	4.86
1857 — M.....	Franco-arenoso	12.08	3.95	4.97
P.1c — A.....	Franco-arenoso	14.62	4.26	6.08
P.2a — M.....	Franco-arenoso	13.93	4.13	5.75
1723 — S.....	Arenoso-franco	13.79	4.15	4.60
1858 — M.....	Fr. arg.-arenoso	13.74	5.67	6.74
1859 — M.....	Fr. arg.-arenoso	13.70	6.45	7.64
P.1b — A.....	Franco-arenoso	15.00	4.51	5.50
P.2c — M.....	Franco-arenoso	13.89	3.87	6.24
P.2b — A.....	Franco-arenoso	15.39	5.21	6.54
1724 — S.....	Franco-arenoso	17.59	5.41	6.56
1720 — S.....	Franco-arenoso	16.24	6.22	8.22
1880 — M.....	Fr. arg.-arenoso	15.96	7.24	8.50
1721 — S.....	Fr. arg.-arenoso	19.88	8.48	9.71
1861 — M.....	Franco-arenoso	20.06	11.69	12.66
1719 — S.....	Argilo-arenoso	22.36	11.60	14.93

* A — Agreste; M — Mata; S — Sertão.

CONCLUSÕES

Podemos, portanto, a vista dos resultados, considerar que o valor da umidade a 15 atmosferas, determinada através da membrana de tensão, para os diversos solos estudados, está dentro da faixa de umidade disponível para as plantas, podendo na maioria dos casos, substituir o valor da umidade de murchamento pelo método fisiológico.

REFERÊNCIAS

- Irrigation Engineering Corp. Pressure membrane apparatus. Monrovia, California. (Catalogue).
- Oliveira, L. B. 1959. Determinação da umidade de murchamento de alguns tipos de solo do Nordeste. Bol. Téc. 8 do Inst. Pesq. Exp. Agropec. do Nordeste. Recife.
- Oliveira, L. B. 1960. Estudo do sistema solo-água-planta em solos do Nordeste. Bol. Téc. 14 do Inst. Pesq. Exp. Agropec. do Nordeste, Recife.
- Richards, L. A. & Weaver, L. R. 1943. Fifteen Atmosphere Percentage as related to the permanent wilting percentage. Soil Sci. 56.
- Richards, L. A. 1955. Retention and transmission of water in soils. Yearbook.
- Reitemeier, R. F. & Richards, L. A. 1944. Reability of the pressure-membrane method for extraction of soil solution. Soil Sci. 57.
- U. S. Saline Laboratory Staff 1954. U. S. Dep. Agr., Handbook 60.
- Woodruff, C. M. 1940. Soil moisture and plant growth in relation to pF. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 5.

FIFTEEN-ATMOSPHERE PERCENTAGE AND PERMANENT WILTING PERCENTAGE IN SOME SOILS OF NORTHEAST BRAZIL

Abstract

The objective of the investigation was to compare data obtained by the fifteen-atmosphere percentage, using the Pressure Membrane Apparatus and the permanent wilting percentage, by a physiological method some soils of Northeast Brazil.

These moisture constants were determined in 108 soils samples as follows: 56 of humid region (Litoral and Mata) in 14 profiles of Latossolic, Podzolic and Hydromorphic soils; 52 of less humid and semi-arid region (Agreste and Sertão) in 14 profiles of Podzolic, Hydromorphic, Regosolic, Rego-latossolic, Grumusolic and Aluvial soils.

The 15 atmosphere percentage was measured in accordance the U.S. Dep. Agric., Handbook 60, (U.S. Saline Laboratory Staff, 1954) and the permanent wilting percentage by (Oliveira 1959, 1960). From the results obtained it is concluded that the values for 15 atm. moisture percentage determined by the pressure membrane method, in the soils studied, coincide with the values obtained using a physiological method, and hence, can be substituted for the latter.