



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Boletim de Pesquisa nº 33

**UMIDADE A 1/10 DE ATMOSFERA NA TERRA FINA PELOS
MÉTODOS DA PANELA DE PRESSÃO E DA MESA DE TENSÃO**

Rio de Janeiro
1984

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro: Dr. NESTOR JOST

Secretário Geral: Dr. LEÔNIDAS MAIA ALBUQUERQUE

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente: Dr. ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES

Diretoria Executiva: Dr. ÁGIDE GORGATTI NETTO

Dr. JOSÉ PRAZERES RAMALHO DE CASTRO

Dr. RAYMUNDO FONSÊCA SOUZA

SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Chefe: Dr. MAURICIO CANTALICE DE MEDEIROS

Chefe Adjunto Técnico: Dra. LOIVA LIZIA ANTONELLO

Chefe Adjunto Administrativo: Dr. ANTONIO ALVIM DUSI

ERRATA

INTRODUÇÃO - 26a. linha leia-se microporosidade
em lugar de micronutrientes.



UMIDADE A 1/10 DE ATMOSFERA NA TERRA FINA PELOS MÉTODOS
DA PANELA DE PRESSÃO E DA MESA DE TENSÃO

SNLCS PESQUISANDO OS SOLOS DO BRASIL

Editor: Comitê de Publicações do SNLCS

Endereço: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos
Rua Jardim Botânico, 1024
22460 – Rio de Janeiro, RJ
Brasil



EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Boletim de Pesquisa nº 33



**UMIDADE A 1/10 DE ATMOSFERA NA TERRA FINA PELOS MÉTODOS
DA PANELA DE PRESSÃO E DA MESA DE TENSÃO**

José Lopes de Paula
Pesquisador do SNLCS

Luiz Bezerra de Oliveira
Pesquisador do SNLCS

Rio de Janeiro
1984

PEDE-SE PERMUTA
PLEASE EXCHANGE
ON DEMANDE L'ECHANGE

Amar
tóri
anál

Paula, José Lopes de

Umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pe
los métodos da panela de pressão e da mesa de
tensão, por José Lopes de Paula e Luiz Bezerra
de Oliveira. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1984.

15p. ilustr. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de
Pesquisa, 33).

1. Física do solo. 2. Solo-Umididade-Determina
ção-Mesa de tensão-Métodos. 3. Solo-Umidade-De-
terminação-Panela de pressão-Métodos. I. Olivei
ra, Luiz Bezerra de, colab. II. Empresa Brasi -
leira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacio -
nal de Levantamento e Conservação de Solos. Rio
de Janeiro, RJ. III. Título. IV. Série.

CDD 19ed. 631.432

© EMBRAPA

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Pesquisadora Neli do Amaral Meneguelli, pela análise estatística e ao auxiliar de laboratório Edilson Sousa da Silva, pela ajuda na parte da execução de análises.

RELAÇÃO DAS TABELAS

Pág.

Tabela 1 - Umidade a 1/10 de atmosfera determinada na terra fina pela panela de pressão e pela mesa de tensão, em diferentes classes de solos.....	6
Tabela 2 - Equações de regressão simples, coeficientes de correlação e teste "t" entre os métodos da panela de pressão (Y) e mesa de tensão (X), da retenção de umidade a 1/10 de atmosfera na TFSA, com n = 56, n = 74 e n = 131 amostras.....	11

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	4
CONCLUSÕES.....	5
BIBLIOGRAFIA.....	13

UMIDADE A 1/10 DE ATMOSFERA NA TERRA FINA PELOS MÉTODOS DA PANELA DE PRESSÃO E DA MESA DE TENSÃO

RESUMO - Estudo comparativo entre os resultados da umidade a 1/10 de atmosfera, de 131 amostras de diferentes classes de solos do Brasil, obtidos pelos métodos da panela de pressão e da mesa de tensão. O objetivo foi o de verificar a viabilidade de uso da mesa de tensão como uma alternativa para a determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina, por se tratar de um aparelho de baixo custo, fácil de se usar e de ser construído no próprio laboratório. As amostras foram selecionadas do arquivo do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (SNLCS-EMBRAPA), em função da classe textural, de modo a abranger uma faixa de valores muito ampla para a umidade a 1/10 de atmosfera. Os métodos utilizados foram os sugeridos por Richards, Oliveira e Paula. A análise de variância e o teste "t" para comparação de médias, indicaram que os dois métodos não diferiram significativamente entre si, podendo ser usados indistintamente.

MOISTURE AT 0.1 BAR USING THE POROUS PLATE AND TENSION TABLE
METHODS

ABSTRACT - Study by comparison of the moisture results at 0.1 bar from 131 samples of different soil classes in Brazil obtained by using the porous plate and tension table methods. The objective was to verify the viability of using the tension table as an alternative to determine moisture at 0.1 bar, in fine earth fraction, as it is unexpensive, easy to handle and construct in the laboratory. The samples were selected from the SNLCS-EMBRAPA files, according to textural class, in order to include a wide range of values for moisture at 0.1 bar. The methods suggested by Richards, Oliveira and Paula were used. The analysis of variance and the test for the comparison of means indicated that both methods were not significantly different, and could be used indistinctly.

INTRODUÇÃO

Os estudos metodológicos de laboratório e de campo devem ser considerados como um trabalho dinâmico e permanente, independentemente do ramo da ciência para os quais são aplicados.

No caso da Ciência do Solo, por se tratar de uma Ciência recente quando comparada com a Química ou a Física, a necessidade desses estudos é bem maior, exigindo aperfeiçoamentos, adaptações, substituições e geração de novas técnicas e métodos.

A metodologia de análise de solo usada pelo SNLCS, que teve origem na do Instituto de Química Agrícola (1949) e na utilizada pela Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo (Vettori 1969), vem sofrendo esse processo de aperfeiçoamento permanente. Em 1979 essa metodologia foi consolidada com a edição do Manual de Métodos de Análise de Solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1979), onde estão descritos os métodos atualmente em uso, tanto os originados das publicações citadas, como os gerados e introduzidos até então.

Com relação à determinação da umidade a 1/10 de atmosfera, o método clássico utilizado, nacional e internacionalmente pelos laboratórios de Física do Solo, é o desenvolvido por Richards (1948, 1954) que emprega o "porous plate" ou seja a panela de pressão. Essa determinação exige, portanto, uma fonte de pressão (garrafa de ar comprimido com manômetros adequados, ou compressores de ar), placas de cerâmica de 1 bar, reguladores e estabilizadores de pressão de ar, energia elétrica no caso do uso do compressor e finalmente a importação do aparelho e os respectivos acessórios.

A mesa de tensão vem sendo utilizada, quase que exclusivamente nas determinações de macro e micronutrientes em amostras com estrutura não deformada. Para isto, emprega-se uma sucção equivalente à pressão exercida por uma coluna de água de 60 cm de altura (Leamer & Shaw 1941), Oliveira (1963, 1968), Machado & Brum (1978), Souza & Cogo (1978), Cintra et alii (1983) e outros.

As modificações introduzidas por Oliveira & Paula (1983) na mesa de tensão, desenvolvida por Oliveira (1968), com redução dos diâmetros dos poros do mata-borrão utilizado e pela aplicação de uma suspensão de argila e silte, permitiram aumentar a eficiência desse aparelho ao se usar sucções iguais e superiores à pressão de uma coluna

de água de 100 cm de altura. Dessa forma, a determinação da umidade a 1/10 de atmosfera, seja com amostras com estrutura não deformada ou com a própria terra fina, pode ser feita diretamente na mesa de tensão de forma simples, rápida e econômica, quando comparada com a determinação empregando a panela de pressão desenvolvida por Richards.

A determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina é muito usada nos estudos de água no solo e na obtenção de dados para confecção de curvas características de retenção de umidade. É também um parâmetro muito empregado para exprimir o limite superior da faixa de umidade disponível ou a capacidade de campo, conforme vem sendo comprovado e sugerido por diversos pesquisadores. Estados Unidos (1953), Haise et alii (1955), Daker (1970), Maclean & Yager (1972), Medina (1972), Rivers e Shipp (1972), Lal (1979), Fontes & Oliveira (1982) e outros.

Diante desses fatos, caberia proceder estudos comparativos entre os dois métodos, com o objetivo de verificar a viabilidade do uso da mesa de tensão como um método alternativo e similar da determinação da umidade a 1/10 de atmosfera, no presente caso, na terra fina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 131 amostras de solo (terra fina), provenientes do arquivo do SNLCS-EMBRAPA, selecionadas de forma a abranger diferentes classes de solos com texturas desde a arenosa até muito argilosa.

A umidade a 1/10 de atmosfera foi feita pelos métodos da panela de pressão de acordo com Richards (1948, 1954), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979) e da mesa de tensão, conforme descrito por Oliveira & Paula (1983). Os resultados foram expressos em g/100 g de terra fina seca a 105°C.

Os dados foram submetidos a tratamentos estatísticos como análise de regressão simples, correlação e teste "t" para comparação de médias, considerando, separadamente, resultados de amostras de textura grosseira, de texturas média e argilosa e o total dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo exame da Tabela 1, observa-se para as amostras com valores inferiores a 20% para a umidade a 1/10 de atmosfera, que corresponde, na sua maioria, aos solos de textura grosseira, que os resultados obtidos pela mesa de tensão são na sua quase totalidade, ligeiramente superiores aos da panela de pressão. Para o restante das amostras, esses resultados foram praticamente inferiores aos da panela de pressão. Entretanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas para os três grupos de solos: textura arenosa ou grosseira, menor que 20%, textura média e argilosa, maiores que 20% e o total das amostras.

A Tabela 2 mostra, para os três grupos considerados, as equações de regressão, os coeficientes de correlação e o teste "t" (student) para comparação de médias.

Observa-se que os coeficientes de regressão foram positivos, significativos e muito próximos, praticamente iguais a 1.

Os coeficientes de correlação (r) variaram entre 0,991 e 0,998 e foram significativos ao nível de 1% de probabilidade.

O teste "t" indicou que as diferenças entre os dados foram devidas ao acaso.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os dois métodos estudados e comparados não diferiram significativamente entre si e que os mesmos estão altamente associados, sendo indiferente utilizar a panela de pressão ou a mesa de tensão, como métodos de determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina.

TABELA 1 - Umidade a 1/10 de atmosfera determinada na terra fina pela panela de pressão e pela mesa de tensão, em diferentes classes de solos.

Nº PROTOCOLO (SNLCS)	Classe. de Solo ¹	UMIDADE A 1/10 ATM %	
		Panela de Pressão	Mesa de Tensão
3816	AQ	2,8	3,3
78.1817	AQ	3,2	3,4
79.0955	LA	3,5	4,1
3817	AQ	3,8	3,5
8459	AQ	3,9	4,5
4504	AQ	4,7	4,8
5339	AQ	5,2	5,4
4506	AQ	5,3	5,4
78.1818	AQ	5,3	4,9
77.0565	P	5,5	6,4
4505	AQ	5,9	6,3
80.0481	PV	6,9	7,1
2243	PV	6,0	7,3
2242	PV	6,5	7,4
79.1134	PV	6,5	7,1
3815	PV	6,6	7,4
79.1142	PV	7,1	7,8
79.0956	PV	7,1	6,7
79.1134	PV	7,2	8,5
2241	PV	7,2	7,4
78.1819	PV	7,4	7,2
77.0564	PV	8,3	8,3
79.1058	A	8,4	8,6
79.1057	A	8,5	8,6
79.1147	AQ	8,6	9,3
79.1146	AQ	8,7	8,9
79.1145	AQ	9,0	9,6
83.0645	PV	9,4	9,3
77.0567	PV	9,5	9,9
83.0685	PT	9,6	10,1
79.0957	PT	9,6	9,3
79.1100	PT	9,6	10,1

(cont.)

Nº PROTOCOLO (SNLCS)	Classe de Solo*	UMIDADE A 1/10 ATM %	
		Panela de Pressão	Mesa de Tensão
83.0646	PV	9,8	10,1
79.1133	PV	9,9	9,7
79.0942	LA	10,0	9,5
79.1147	LA	10,0	10,8
79.1127	PV	10,2	10,9
83.0647	PV	10,2	10,1
79.1124	PV	10,4	11,3
5338	HAQ	11,4	12,9
79.1136	PV	11,7	12,5
8470	PV	11,8	11,8
83.0648	PV	12,2	13,3
77.0568	PV	12,6	12,2
83.0656	PV	13,5	15,0
83.0648	PT	13,8	13,8
83.0686	PT	15,0	14,3
79.1148	PV	15,1	15,2
77.0816	PV	15,3	16,3
77.0814	PV	15,9	15,1
77.0813	PV	16,7	17,5
77.0815	PV	18,1	17,5
79.1116	PT	18,7	18,7
83.0687	PT	19,7	18,3
83.0639	PV	19,9	20,2
83.0655	PT	20,2	20,3
78.0501	LV	22,2	21,2
83.0657	PV	22,6	22,2
79.1119	PT	23,5	23,3
83.0640	PV	23,5	23,1
83.0654	PT	23,6	23,6
83.0649	PV	24,2	22,7
83.0707	C	24,4	21,4
78.0502	LV	24,6	23,5
80.0507	LE	26,2	24,9
83.0697	LR	26,7	27,0
83.0641	PV	27,5	25,9
80.0501	LE	28,3	26,4

(cont.)

Nº PROTOCOLO (SNLCS)	Classe de Solo ¹	UMIDADE A 1/10 ATM %	
		Panela de Pressão	Mesa de Tensão
83.0711	PE	29,1	29,2
83.0692	PE	30,6	29,2
83.0659	PE	30,7	30,6
83.0693	PE	31,2	28,4
83.0711	C	31,9	29,0
83.0653	PT	32,0	30,7
83.0663	PV	32,2	30,5
83.0660	PV	32,4	29,5
78.0503	LV	33,4	32,4
79.1082	BV	33,5	34,2
83.0661	PV	33,5	31,4
83.0642	PV	34,2	31,5
83.0698	LE	34,3	33,2
79.0873	LE	34,8	32,6
83.0664	PV	35,2	32,3
83.0669	LE	35,4	32,0
83.0691	LE	35,9	34,9
78.0505	LV	36,1	35,7
79.0870	LE	36,7	37,9
79.0871	LE	37,6	37,6
83.0709	LV	38,4	37,0
83.0705	TR	38,4	35,5
83.0651	PT	38,4	37,0
80.0524	LE	38,9	36,4
79.0065	LA	39,3	39,8
83.0721	LV	39,9	38,2
83.0715	PE	40,0	38,9
83.0690	LE	40,0	38,6
83.0652	PT	40,5	37,2
83.0720	LE	40,6	40,1
79.0066	LA	40,6	39,5
83.0650	PT	40,8	37,8
83.0700	C	41,0	38,2
83.0703	TR	41,0	40,9
83.0702	LE	41,3	37,5
83.0667	PV	41,3	38,8

(cont)

Nº	PROTOCOLO (SNLCS)
83.06	83.06
83.06	83.06
83.06	83.06
83.06	83.06
83.07	83.07
79.10	79.10
79.00	79.00
83.09	83.09
83.09	83.09
83.09	83.09
79.09	79.09
83.09	83.09
79.00	79.00
83.09	83.09
79.09	79.09
79.10	79.10
83.07	83.07
79.10	79.10
80.05	80.05
42	42
79.05	79.05
1 Ab	
A	A
AQ	AQ
BV	BV
C	C
HAQ	HAQ
HGP	HGP
HO	HO

(cont.)

Nº PROTOCOLO SNLCS	Classe de Solo ¹	UMIDADE A 1/10 ATM %	
		Panela de Pressão	Mesa de Tensão
83.0643	PV	41,7	40,2
83.0666	PV	41,7	38,6
83.0665	PV	42,4	41,1
83.0644	PV	43,6	40,4
83.0744	TR	44,2	40,9
79.1093	BV	44,4	41,9
79.0067	LA	44,6	43,6
83.0918	PV	45,4	43,4
83.0919	PV	46,6	45,2
83.0917	PV	46,8	43,8
79.0938	LA	46,8	47,5
83.0920	PV	47,6	44,4
79.0068	LA	48,4	48,3
83.0916	PV	49,0	46,0
79.0936	LA	50,0	49,9
79.1013	HO	50,6	49,4
83.0706	TR	52,2	49,9
79.1012	HO	52,6	51,1
4220	V	54,1	52,4
79.0776	LV	54,3	54,5
79.1039	HGP	54,9	52,2
82.1495	C	56,4	54,6
80.0528	HGP	60,3	60,0
4221	V	63,2	62,1
79.0924	HO	64,7	64,1

¹ Abreviatura das classes de solo:

- A - SOLOS ALUVIAIS
- AQ - AREIAS QUARTZOSAS
- BV - BRUNIZEM AVERMELHADO
- C - CAMBISSOLO
- HAQ - AREIAS QUARTZOSAS HIDROMÓRFICAS
- HGP - GLEI POUCO HÚMICO
- HO - SOLOS ORGÂNICOS

- LA - LATOSSOLO AMARELO
- LE - LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO
- LR - LATOSSOLO ROXO
- LV - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO
- P - PODZOL
- PE - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO
- PT - PLINTOSSOLO
- PV - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO
- TR - TERRA ROXA ESTRUTURADA
- V - VERTISSOLO

teste
(X),
n=74

Nº de
Amost
(n)

1 a
57 a
1 a

**Sig

2. Equações de regressão simples, coeficientes de correlação e teste "t" entre os métodos da panela de pressão (Y) e mesa de tensão (X), da retenção de umidade a 1/10 de atmosfera na TFSA, com n= 56, n=74 e n=131 amostras.

Nº de Amostras (n)	Equação	Coefficiente de correlação (r)	t (student)
1 a 56	$Y = 0,53 + 1,02X$	0,991**	0,59
57 a 74	$Y = 1,77 + 0,99X$	0,993**	1,48
1 a 131	$Y = 0,54 + 1,05X$	0,998**	0,65

**Significância de 1% de probabilidade.

BIBLIOGRAFIA

- CARR, M.K.V. Irrigation seedling tea in Southern Tanzania; effects on total yields, distribution of field and water use. J. Agric. Sci., 82:363-78, 1974.
- CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. & SCOPEL, I. Caracterização do impedimento mecânico em um Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. Rev. bras. Ci. Solo, Campinas, 7:323-7, 1983.
- COLMAN, E.A. Laboratory procedure for determining the field capacity of soils. Soil Sci., 63:277-83, 1947.
- DAKER, A. A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola. 3.ed. rev. aum. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1970. v.3.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Washington, D.C., USDA, 1972.
- ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. Irrigated land use classification. In: Bureau of Reclamation Manual. 1953. v.5. Part 2.
- FONTES, L.E.F. & OLIVEIRA, L.B. de. Disponibilidade de água de solos do norte de Minas Gerais, área de atuação da SUDENE. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1982. 22p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 8).
- HAISE, H.R.; HASS, H.J. & JENSEN, L.R. Soil moisture studies of some great plains soils. II. Field capacity as related to 1/3-atmosphere percentage and "Minimum Point" as related to 15-and 26-atmosphere percentages. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 19(1):20-5, 1955.
- INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA, Rio de Janeiro, RJ. Método de análise de solos. Rio de Janeiro, 1949. 66p. (IQA. Boletim, 11).
- LAL, R. Physical properties and moisture retention characteristic of some Nigerian soils. Geoderma, 21:209-23, 1979.
- LEAMER, R.W. & SHAW, B. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity in extensive scale. J. Amer. Soc. Agron., 33:1003-8 1941.

- MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeitos de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2: 81-4, 1978.
- MACLEAN, A.H. & YAGER, T.U. Available water capacities Zambian soils in relation to pressure plate membrane and particle size analysis. Soil Sci., 113:23-9, 1972.
- MEDINA, H.P. Água no solo. In: MONIZ, A.C. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p.45-57.
- OLIVEIRA, L.B. de. Determinação da macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. Pesq. agropec. bras., 3:197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L.B. de & PAULA, J.L. de. Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pela "mesa de tensão". Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1983. 9p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 22).
- OLIVEIRA, L.B. de Estudo físico-hídrico do solo; caracterização completa sob o ponto de vista físico, de uma área experimental da série Recife, localizada na Estação Experimental do Curado. Recife, IPEANE, 1963. 33p. (IPEANE. Boletim Técnico, 19).
- OLIVEIRA, L.B. de & MELO, V. Correlação entre o equivalente de umidade e a microporosidade em solos do Nordeste. I. Solos Podzolizados. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., 6:173-6, 1971.
- RICHARDS, L.A. Porous plate apparatus for measuring moisture retention and transmission by soil. Soil Sci., 66:105-10, 1948.
- RICHARDS, L.A., ed. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C., USDA, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- RIGHES, A.A. & VEIGA, C.L. Capacidade de campo e retenção de água no solo a baixas tensões com estrutura deformada e não deformada. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., Fortaleza, CE, 1975. Anais... Fortaleza, MINTER/DNOCS/ABID, 1976.
- RIVERS, E.D. & SHIPP, R.F. Available water capacity of sandy and gravelly North Dakota soils. Soil Sci., 113:74-9, 1972.
- SOUZA, L. da S. & COGO, N.P. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo-RS. (Paleudult), em três sistemas de manejo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2(3):170-5, 1978.

VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (BRASIL. Ministério da Agricultura. EPE. EPFS. Boletim Técnico, 7).