

**PARÂMETROS FÍSICOS DOS SOLOS  
DA REGIÃO DOS CERRADOS**



EMBRAPA

**CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS  
CERRADOS - CPAC**

BOLETIM DE PESQUISA N.º 2



*Edwards*

## PARÂMETROS FÍSICOS DOS SOLOS DA REGIÃO DOS CERRADOS

D.V.S. Resck



EMBRAPA

**CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS  
CERRADOS – CPAC**

PLANALTINA – DF.

Pedidos de exemplares deste documento devem ser dirigidos ao CPAC

Endereço: BR 020 — Km 18

Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 70023

Planaltina-DF — 70.023

Resck, D.V.S.

Parâmetros físicos dos solos da região dos cerrados. Brasília, EMBRAPA-DID, 1981.

p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 2)

1. Cerrados — Física dos solos. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. II. Título. III. Série.

CDD-631.4309155

## SUMÁRIO

- 1 CLASSES DE SOLOS
- 2 TEXTURA
  - 2.1 *Matéria orgânica*
  - 2.2 *Análise granulométrica*
- 3 ESTRUTURA
  - 3.1 *Avaliação da estrutura*
  - 3.2 *Estabilidade dos agregados*
  - 3.3 *Porosidade do solo*
- 4 *ÁGUA DISPONÍVEL: Capacidade de campo e ponto de murcha permanente*
- 5 LITERATURA CONSULTADA

## 1 CLASSES DE SOLOS

Constituindo quase 1/4 do território nacional, a região dos cerrados apresenta uma grande variação quanto às características físicas e morfológicas dos solos, como também nos fatores de formação, tais como material de origem, clima, relevo e tempo.

Na Tabela 1 é apresentada a distribuição das unidades de solos sob cerrados.

TABELA 1 — Distribuição aproximada das maiores unidades de solos da área contínua dos cerrados.

Classes de solos	Área total	cerrados
	(milhões de ha)	%
<b>LATOSSOLOS</b>		
Latossolo vermelho amarelo	69,7	41
Latossolo vermelho-escuro	17,9	11
Latossolo roxo	6,9	4
	<u>94,5</u>	<u>56</u>
<b>Areias quartzosas</b>	34,3	20
Laterita hidromórfica	17,0	10
<b>Podzólico vermelho-amarelo</b>		
Distrófico (PD)	2,1	1
Podzólico vermelho-amarelo		
Equiv. eutrófico (PE)	7,0	4
Litossolos (R)	15,1	9
	<u>65,5</u>	<u>44</u>
<b>TOTAL</b>	160,0	100

Fonte: EMBRAPA, 1976

Observa-se que os Latossolos e as Areias Quartzosas destacam-se como os mais importantes em área.

Os Latossolos são solos minerais, muito profundos, com horizonte A fraco ou moderado, com horizonte B latossólico, acentuadamente drenados, porosos, de acidez moderada a forte.

Compreendem perfis de seqüência **A, B e C** com profundidade superior a 3 metros, sendo muito pequena a diferenciação entre seus horizontes em virtude de apresentar pequenas variações morfológicas e transições amplas entre os mesmos.

A baixa percentagem de silte é uma característica desses solos, bem como a baixa relação sílica-sesquióxidos na fração argila. Há baixas percentagens de saturação de bases, CTC (Capacidade de Troca Catiônica), S (Soma de bases trocáveis) e pouca argila natural.

**Latossolo vermelho-escuro** — São solos álicos, pois apresentam teores relativamente elevados de alumínio permutável, sendo  $> 50\%$  ( $100 \text{ Al}^{+++}/\text{S} + \text{Al}^{+++}$ ). Possuem teores de óxido de ferro entre 9 e 18%, valores de  $\text{Al}^{+++}$  no horizonte B igual a zero e cores vermelhas vivas.

**Latossolo vermelho-amarelo** — Caracteriza-se por apresentar baixos teores de  $\text{F}_2\text{O}_3$ , inferiores a 9%, bem como pela coloração amarela-clara que mostram.

Desenvolveu-se a partir do produto de decomposição de material relacionado às rochas de natureza bastante variável, como arenitos, quartzitos, granitos, gnaisses de caráter ácido, ardósias, siltitos e argilitos.

**Latossolo roxo** — São solos de coloração arroxeadas, com elevados teores de óxido de ferro (superiores a 18%), titânio e manganês. Contém altas quantidades de óxido de alumínio livre e apresentam grande estabilidade dos agregados. Em vista dos teores relativamente elevados de manganês, há, ao longo de todo o perfil, efervescência com água oxigenada. Há abundância de minerais pesados, sendo a maioria atraída por um ímã.

**Areias quartzosas** — São solos profundos, de textura arenosa, de cores avermelhadas ou amareladas, excessivamente drenados, porosos, fortemente ácidos e de fertilidade natural baixa. Apresentam seqüência de horizonte **A e C**, com espessura superior a 300 cm. Há um ligeiro aumento na percentagem de argila, com a maior profundidade do perfil.

A composição granulométrica destes solos indica um predomínio total da fração areia (fina + grossa) sobre as frações argila e silte, chegando mesmo a fração areia a atingir 90%.

## 2 TEXTURA

Os solos da região dos cerrados variam grandemente na sua composição textural. Mendes (1972), analisando 1.200 amostras de solo, verificou que 88% das análises compreendem quatro grupos texturais de solos: Franco-arenoso, Argiloso, Franco-argilo-arenoso e Franco-argiloso (Tabela 2).

TABELA 2 — Composição textural dos solos sob vegetação de cerrados.

Classificação textural	Distribuição	
	Numérica	Percentual
Franco-arenoso	380	31,68
Argiloso	310	25,88
Franco-argilo-arenoso	193	16,05
Franco-argiloso	173	14,39
Franco	55	4,55
Argilo-arenoso	46	3,83
Areia fina	31	2,59
Franco-siltoso	12	1,03
<b>TOTAL</b>	<b>1.200</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Mendes 1972

As partículas texturais dos solos classificam-se em várias classes de tamanho, tomando como base seus diâmetros equivalentes. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo trabalha com os seguintes limites:

Cascalho	Areia					Silte	Argila
	mt. ° grossa	grossa	média	fina	mt. ° fina		
	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,002(mm)

Como as partículas texturais de um solo se classificam em tipos com base em seu diâmetro efetivo, é de interesse conhecer sua superfície específica.

A extensão superficial de um sistema disperso expressa-se em termos de superfície específica, que é o número de cm<sup>2</sup> ou m<sup>2</sup> de superfície por grama, ou por centímetro cúbico da fase dispersa.

A superfície específica varia com o tamanho das partículas, o tipo de minerais de argila e o teor de matéria orgânica dos solos.

Os cálculos da Tabela 3 mostram como uma pequena quantidade de material do solo, no caso 0,53 cm<sup>3</sup> aproximadamente ( $\frac{\pi}{6}$  cm<sup>3</sup>), pode representar uma área superficial extraordinariamente grande, se se atinge um alto grau de subdivisão. Várias conseqüências interessantes advêm desses fatos. Por exemplo, um peso ou volume dado de argila de 2 $\mu$  tem 50 vezes mais área superficial do que a mesma quantidade de areia muito fina; tem 10 vezes mais área superficial do que o mesmo peso de silte.

TABELA 3 — Relação de superfície e tamanho de partícula.

Diâmetro de esfera	Nome textural	Superfície específica (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )
1 mm	Areia grossa	31,42
0,5 mm	Areia média	62,83
0,1 mm	Areia muito fina	314,16
0,05 mm	Silte	628,32
0,002 mm	Argila	15.708,00 cm <sup>2</sup>
0,0002 mm	Argila coloidal	157.080,00 cm <sup>2</sup>

Fonte: Bayer et al, 1972

Essas grandes diferenças entre a quantidade de superfície por unidade de massa nos solos argilosos e arenosos permitem uma clara compreensão das diferenças no seu comportamento físico. Os fenômenos físico-químicos que ocorrem no solo são, na sua maioria, fenômenos de superfície. As argilas, sendo as menores partículas do solo em estado coloidal, apresentam papel de máxima importância.

Pode-se, portanto, admitir que quanto maior for o teor de argila de um solo para um mesmo tipo de argila, maior será a área específica do solo e a intensidade dos fenômenos, como retenção de água, capacidade de troca, resistência à erosão e fixação de fósforo.

Os tipos de argila, como se pode ver na Tabela 4, têm enorme influência sobre a área específica, e daí sobre as propriedades que com ela se relacionam. As argilas dos Latossolos têm a menor área específica (caulinita e sesquióxidos) pois, segundo Moura Filho & Buol (1972), os Latossolos têm, na sua fração argila, principalmente caulinita, gibsitita, materiais amorfos, óxidos de ferro livre e quartzo. Weaver (1974) observou a presença de hematita e goetita nos Latossolos vermelho-escuros, e apenas goetita nos Latossolos vermelho-amarelos, dando as cores vermelhas e amarelas, respectivamente.

TABELA 4 — Superfície específica dos principais componentes da fração argila do solo.

Constituintes da fração argila do solo	Superfície específica m <sup>2</sup> /g	CTC eq. mg/100g
Gibsitita	1 – 2,5	—
Caulinita	10 – 30	10 – 20
Óxidos de ferro	100 – 400	1 – 5
Goetita	30	—
Vermiculita	300 – 500	150
Montmorilonita	700 – 800	100
Matéria orgânica	700 (aparente)	280

Fonte: Moniz 1975

## 2.1 Matéria Orgânica

A matéria orgânica, devido ao seu elevado grau de subdivisão, possui alta CTC (Capacidade de Troca Catiônica), desempenhando um papel preponderante na retenção de água, na estabilidade dos agregados e no fornecimento de elementos nutritivos para as plantas.

Segundo Mendes (1972), os solos sob vegetação de cerrado apresentam a seguinte distribuição percentual de matéria orgânica (Tabela 5):

**TABELA 5** Distribuição percentual da matéria orgânica em solos sob vegetação de cerrados.

Matéria orgânica	Numérica	Distribuição percentual
De 0,00 — 0,60	13	1,2
De 0,61 — 1,20	32	2,7
De 1,21 — 1,80	227	18,5
De 1,81 — 2,60	695	58,1
> 2,60	233	19,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.200</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Mendes 1972

Observa-se neste quadro que 58,1% das amostras analisadas estão entre 1,81 e 2,60% de M.O., o que corresponde a uma faixa de solos regularmente providos de húmus.

A matéria orgânica, embora ocorra na maioria dos solos em proporções relativamente pequenas, contribui significativamente no valor da superfície específica do solo.

Os óxidos de ferro livre, tão comuns nos solos tropicais, também apresentam uma elevada superfície específica.

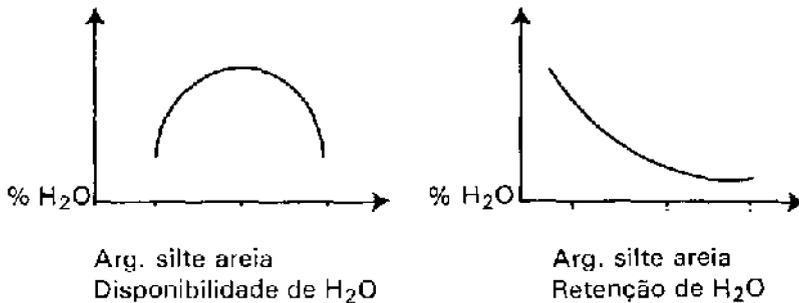
## 2.2 Análise granulométrica

Pela correlação existente entre a superfície específica e o tamanho das partículas, a distribuição percentual dos diversos tamanhos de partículas é uma característica importante do solo, cuja determinação para caracterizar a textura é uma das análises mais comuns na física dos solos.

O tipo de textura de um solo pode ser benéfico ou prejudicial, dependendo do grau do seu desenvolvimento. Por exemplo, até certo ponto, um incremento na quantidade de argila no subsolo é desejável; isto, por aumentar a quantidade de água armazenada nesta zona. Uma redução ligeira da velocidade do movimento da água, através do solo, dominará a per-

da de nutrientes por lixiviação. Porém, se a acumulação de argila é grande, como ocorre às vezes com o Latossolo roxo, formará uma camada endurecida, restringindo severamente o movimento de ar e de água, e a penetração de raízes no horizonte B. Além disso, diminui a capacidade de armazenamento do solo, diminuindo também rapidamente a infiltração de água e aumentando grandemente o escoamento superficial, causando, então, a erosão.

Considerando resumidamente as três classes texturais dos solos de cerrados, quanto à retenção e disponibilidade de água, teremos o seguinte:



### 3 ESTRUTURA

O termo estrutura refere-se à agregação de partículas primárias do solo (areia, silte e argila) em partículas compostas (agregados) e à forma, tamanho e arranjo dessas partículas, separadas dos agregados adjacentes por uma superfície de ruptura.

As estruturas apresentam grande importância no comportamento agrícola dos solos. Algumas apresentam consistência desfavorável à penetração das raízes e dificultam o manejo do solo como, por exemplo, a estrutura colunar do horizonte B de Solonetz (encontrada no Nordeste).

Como exemplo de estruturas favoráveis à penetração de raízes, ao movimento de água, ao arejamento e à permeabilidade, podem-se citar a grumosa e a granular dos Latossolos.

Dependendo da textura do solo, do tipo de minerais e do teor de matéria orgânica, teremos melhor ou pior estruturação do solo, afetando conseqüentemente as suas propriedades físicas.

### 3.1 Avaliação da estrutura

Os extensionistas interessados na estrutura e na estabilidade estrutural, por suas relações com erosão, infiltração, penetração das raízes e aeração, avaliam a estrutura do solo pelos métodos que melhor se relacionam com fatores relativos ao uso do solo. Ao agricultor interessa o estado da camada arada do solo, ou seja, a capacidade dos grânulos ou agregados de resistir à destruição pelo choque dos implementos, da gota de chuva, da água de enxurrada, de modo que a penetração da água, a aeração e a penetração das raízes se mantenham a níveis favoráveis.

O estado do solo também implica na retenção de água e na sua faixa de trabalho que, em grande parte, dependem da textura do mesmo.

Sendo uma característica dinâmica, a estrutura do solo sofre com o tempo modificações ou alterações provocadas principalmente pelo manejo incorreto do solo e pelo seu preparo, quando se acha relativamente seco ou demasiadamente úmido como, por exemplo, no caso da pulverização do solo pelo uso intensivo de grade de discos e a compactação provocada pelo pastejo intensivo do gado.

A estrutura do solo se avalia determinando o grau de agregação, estabilidade dos agregados e natureza do espaço de poros, características essas que mudam através do trabalho com o solo e os sistemas de cultivo. São muito importantes na relação entre o solo e as plantas.

O índice de agregação ou de floculação é obtido pela fórmula:

$$I.A. = \frac{T - N}{T} \times 100, \text{ onde:}$$

I.A. = índice de agregação

T = argila total

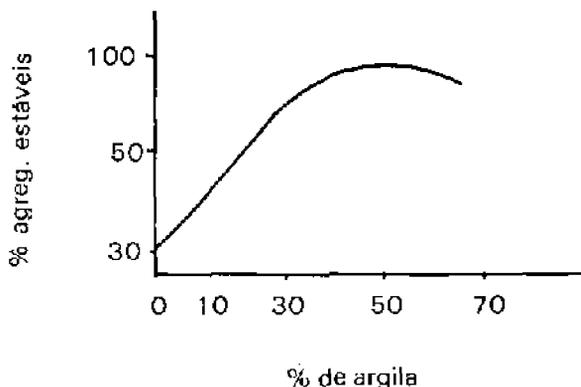
N = argila naturalmente dispersa em água.

Os Latossolos têm este índice muito elevado, geralmente em torno de 95 - 100%. Isto é devido a sua baixa percentagem de argila naturalmente dispersa em água, nos indicando, indiretamente, o alto grau de coesão existente entre as partículas primárias.

### 3.2 Estabilidade dos agregados

Os Latossolos têm alta estabilidade, relacionada com seu alto teor de argila ou elementos cimentantes ou amorfos, como o óxido de alumínio e

o ferro. Briones & Veracion (1965), trabalhando com solos vermelhos das Filipinas, mostraram que a estabilidade dos agregados desses solos aumenta, com o teor de argila, até cerca de 50%.



Acredita-se, geralmente, que a estrutura do solo nos trópicos deteriora-se sob cultivo. Moura & Buol (1972) compararam os efeitos de 15 anos de cultivo anual em um Latossolo roxo, e observaram que as velocidades de infiltração decresceram de 82 para 12 cm/h com intenso cultivo (Tabela 6). O decréscimo na infiltração foi relacionado com o decréscimo em macroporos, maior do que 0,05 mm em diâmetro nos horizontes A e B, enquanto os microporos permaneciam essencialmente inalterados. A compactação pelas máquinas foi considerada a causa do decréscimo da macroporosidade.

**TABELA 6 — Efeitos do cultivo sobre as propriedades físicas de um Latossolo roxo (Eutruxoxi) de Minas Gerais.**

Propriedades do solo	Recentemente desmatado	Cultivo por 15 anos
Velocidade de infiltração (cm/h)	82	12
Poros > 0,05 mm, horiz. A (%)	25	11
Poros > 0,05 mm, horiz. B (%)	34	13
Poros < 0,05 mm, horiz. A (%)	33	32
Poros < 0,05 mm, horiz. B (%)	30	33
Argila natural, horiz. A (%)	13	7
Argila natural, horiz. B (%)	1	7

Fonte: Moura Filho & Buol 1972

Aparentemente, alguma translocação de argila pode ter também reduzida a sua porosidade.

### 3.3 Porosidade do solo

As partículas do solo e o arranjo dessas partículas variam em tamanho e forma, e o seu arranjo produz poros que diferem grandemente entre si pela forma e dimensões.

O conhecimento da porosidade é importante no estudo da estrutura do solo, na investigação do armazenamento e movimento de água e de gases, como também nos estudos sobre a resistência mecânica do solo ao seu manejo.

A porosidade total do solo é definida como sendo a porção do seu volume não ocupada por partículas sólidas. O espaço poroso de um solo é a porção ocupada por ar e água. A quantidade desse espaço é determinada quase totalmente pela colocação das partículas sólidas. Se elas tendem a se ligar entre si estreitamente, como nas areias ou em subsolos compactados, a porosidade total é baixa; se se colocam em agregados porosos, como no caso freqüente de uma textura média dos solos ricos em matéria orgânica, o espaço poroso será mais elevado por unidade de volume.

A porosidade total é calculada utilizando-se valores das densidades aparentes ( $\text{g/cm}^3$ ) e da densidade real ( $\text{g/cm}^3$ ). Ela é dada pela fórmula:

$$\text{P.T. (\%)} = \frac{\text{DR} - \text{Dap}}{\text{DR}} \times 100, \text{ onde:}$$

P.T. = porosidade total

Dap = densidade aparente

DR = densidade real

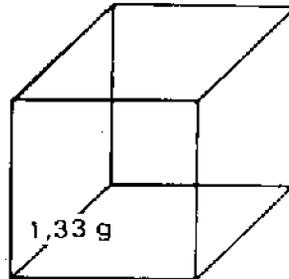
A densidade aparente corresponde à massa do solo seco por unidade de volume aparente, isto é, volume do solo ao natural, incluindo os espaços ocupados pelo ar, água e sólidos.

Com a densidade aparente, além de se fazer o cálculo de porosidade total, transformam-se as percentagens da umidade gravimétrica do solo em termos de umidade volumétrica e, conseqüentemente, calcula-se a lâmina de água no solo para fins de irrigação. Ainda, se estima o grau de compactação do solo.

A densidade real ou de partículas, referente apenas às partículas do solo, representa o peso de  $1 \text{ cm}^3$  de partículas sólidas.

Exemplificando no campo,  $1 \text{ cm}^3$  de um solo dado aparece como se segue:

Sólidos  
e  
espaços  
porosos

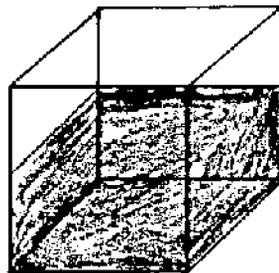


Para calcular a densidade aparente do solo:  
Volume =  $1 \text{ cm}^3$ ; peso =  $1,33 \text{ g}$

$$D_{ap} = \frac{\text{peso do solo}}{\text{vol. do solo}} = \frac{1,33}{1} = 1,33 \text{ g/cm}^3$$

Se todos os sólidos estivessem comprimidos para baixo do cubo, apareceriam do seguinte modo:

1/2 espaço  
poroso  
1/2 sólidos



Volume =  $0,5 \text{ cm}^3$ ; peso =  $1,33 \text{ g}$

$$DR = \frac{\text{peso dos sólidos}}{\text{vol. dos sólidos}} = \frac{1,33}{0,5} = 2,66 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{P.T. (\%)} = \frac{2,66 - 1,33}{2,66} \times 100 = 50\%$$

O tamanho dos poros do solo é variável e depende da distribuição de suas partículas e agregados. Em contraste com o volume da parte sólida, que é constante, o volume dos espaços vazios é altamente variável.

A porosidade, segundo Learner (1941), pode ser dividida em porosidade não-capilar, ou macroporosidade, e porosidade capilar, ou microporosidade. De acordo com esse autor, o volume dos poros drenados a 60 cm de água corresponde à porosidade não-capilar; e o volume dos poros, drenados a sucções superiores a esse volume, corresponde à porosidade capilar. A diferença entre a porosidade total e a porosidade não-capilar dará a porosidade capilar.

Os solos arenosos possuem uma porosidade total de 35 a 50%, enquanto os argilosos variam de 40 a 60%, mas essa porosidade é ainda maior em casos de alta quantidade de matéria orgânica e muita granulação, como é o caso dos Latossolos.

**TABELA 7 — Efeito do cultivo contínuo durante um lapso de 40 a 50 anos sobre a porosidade total, macro e microporosidade de um solo.**

Profundidade da amostra	Tratamento do solo	Matéria orgânica	Espaço poroso		
			Total	Macro	Micro
			%		
0—15	virgem	5,6	58,3	32,7	25,6
	cultivado	2,9	50,2	16,0	34,2
15—30	virgem	4,2	56,1	27,0	29,1
	cultivado	2,8	50,7	14,7	36,0

Fonte: Buckman & Brady 1974

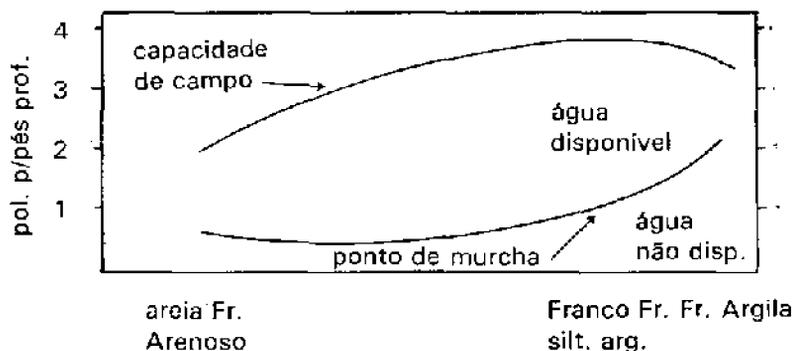
#### *4. Água disponível: capacidade de campo e ponto de murcha permanente*

A água contida no solo, entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento, é a água que, em geral, forma a solução do solo e é a principal fonte para o desenvolvimento das plantas.

A capacidade do solo de reter água está relacionada à área superficial e ao volume do espaço poroso, como também à textura e à estrutura do solo.

Na Figura a seguir pode-se ver que os solos de textura fina têm a máxima capacidade total de retenção de água; porém, a água máxima disponível está retida em solos de textura média. A pesquisa tem demonstrado

que a água disponível em muitos solos está intimamente correlacionada ao conteúdo de silte e de areia muito fina.



Em outras palavras, poder-se-ia dizer que a argila tem a máxima capacidade total de retenção de água, por sua alta superfície específica; a areia grossa, por sua menor superfície específica, tem a mínima capacidade total de retenção; as classes texturais médias, franco-siltoso, franco e franco-argiloso, têm uma superfície específica intermediária, com mais água disponível para as plantas, devido ao seu grau de adsorção de água intermediário.

De acordo com os conceitos aqui expostos, pode-se considerar, do ponto de vista prático, que toda a água retida no solo, acima da umidade de murchamento, pode ser aproveitada pelas plantas; no entanto, isto não acontece pois, à medida em que o teor de água se aproxima do ponto de murchamento, seu aproveitamento torna-se mais difícil, dependendo muito do solo e da planta.

---

**5 LITERATURA CONSULTADA**

---

- BAVER, D.L.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. **Soil physics**. New York, John Wiley & Sons, 1972. 529 p.
- BRIONES, A.A. & VERACION, J.G. Aggregate stability of some red soils of Luzon. **Philipp. Agr.** 49:153-67, 1965.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. **Naturaleza y propiedades de los suelos**. México, Unión Tipografica Editorial Hispano Americana, 1974. 590 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, D.F. **Relatório técnico anual, 1976**. Planaltina, 1976. 150 p.
- LEAMER, R.W. & SHAW, B.A. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity on an extensive scale. **J. Am. Soc. Agron.** 33:1003-8, 1941.
- MENDES, J.F. Características químicas e físicas de alguns solos sob cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2., Sete Lagoas, MG, 1967. Anais... Sete Lagoas, IPEACO, 1972. p. 51-63.
- MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 459p.
- MOURA FILHO, W. & BUOL, S.W. Studies of a Latossol "Roxó" (Eutrustox) in Brazil; clay mineralogy. **Experientiae**, Viçosa, 13:218-34, 1972.
- WEAVER, R.M. **Soils of the Central Plateau of Brazil**; chemical and mineralogical properties. New York, Ithaca, Cornell University, 1974. 45p. (Agronomy mimeo. 74-8).