

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 97

Proposta de Novos Procedimentos de Identificação de Horizonte A Húmico

Uebi Jorge Naime

Humberto Gonçalves dos Santos

Paulo Emílio Ferreira da Motta

José Francisco Lumbreras

Rio de Janeiro, RJ
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Aluísio Granato de Andrade

Secretário-Executivo: Antônio Ramalho Filho

Membros: Marcelo Machado de Moraes, Jacqueline S. Rezende Mattos,

Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio

F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Rachel Bardy Prado, Maria

de Lourdes Mendonça Santos Brefin, Pedro Luiz de Freitas.

Supervisor editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisor de Português: André Luiz da Silva Lopes

Normalização bibliográfica: Marcelo Machado Moraes

Editoração eletrônica: Pedro Coelho Mendes Jardim

1^a edição

1^a impressão (2007): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

631.440601

N157I

Naime, Uebi Jorge

Proposta de novos procedimentos de identificação de horizonte A húmico / Uebi Jorge Naime; Humberto Gonçalves dos Santos, Paulo Emílio Ferreira da Motta, José Francisco Lumbreras. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2007.

15 p. (Embrapa Solos. Documentos, 97)

ISSN: 1517-2627

1. Classificação de Solo - Procedimentos. I. Santos, Humberto Gonçalves dos. II. Motta, Paulo Emílio Ferreira da. III. Lumbreras, José Francisco. IV. Embrapa Solos. V. Título. VI. Série.

Sumário

1. Introdução	7
2. Equações para Identificar Horizonte A Húmico	7
3. Exemplos para Identificar Horizonte A Húmico	11
4. Conclusão	15
5. Referências Bibliográficas	15

Autores

Uebi Jorge Naime

Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico,
1024 Rio de Janeiro-RJ. CEP: 22460-000.

E-mail: ujn@cnps.embrapa.br

Humberto Gonçalves dos Santos

Pesquisador da Embrapa Solos.
E-mail: humberto@cnps.embrapa.br

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Pesquisador da Embrapa Solos.
E-mail: motta@cnps.embrapa.br

José Francisco Lumbreras

Pesquisador da Embrapa Solos.
E-mail: jflum@cnps.embrapa.br

1. Introdução

No processo de revisão do SiBCS, várias tentativas para redefinir horizonte A húmico foram feitas (NAIME; SANTOS, 2007a e 2007b). Com a publicação da 2^a edição do SiBCS foi incluído o procedimento que considera a média ponderada da argila e o teor de carbono multiplicado pela espessura do suborizonte (EMBRAPA SOLOS, 2006).

Esta proposta para identificação de horizonte A húmico fundamenta-se nos princípios básicos desenvolvidos por Carvalho et al. (2007), com modificação no cálculo do carbono orgânico, isto é, considerando o valor médio (média ponderada) e não o somatório do carbono multiplicado pela espessura do horizonte correspondente como vem sendo utilizado. Há também alteração na equação para estimar o valor mínimo de carbono requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila. Em ambos os casos, tanto a argila como o carbono orgânico são relacionados à espessura do horizonte A.

2. Equações para Identificar Horizonte A Húmico

As equações para determinar o teor médio de carbono orgânico e teor médio de argila do horizonte A, o valor de carbono orgânico mínimo requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila, corrigidos pelas espessuras dos suborizontes são:

2.1. Teor médio de carbono orgânico corrigido pelas espessuras dos suborizontes:

$$C - org = [(eh1xch1 + eh2xch2 + eh3xch3 + \dots) \div eht]$$

equação 1

2.2. Teor médio de argila corrigido pelas espessuras dos suborizontes:

$$Argila = [(eh1xarg1 + eh2xarg2 + eh3xarg3 + \dots) \div eht]$$

equação 2

2.3. O valor de carbono orgânico mínimo requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura é expresso pela equação:

$$C - org = [(600 + argila) \div eht]$$

equação 3

Argila = teor médio do horizonte A determinado na equação 2.

A identificação de horizonte A húmico é feita da seguinte maneira: se carbono orgânico calculado pela **equação 1** (carbono médio do horizonte A) igual ou maior que o valor estimado pela **equação 3** (valor de carbono orgânico mínimo requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila), o horizonte seria A húmico.

Unidades: C - org e argila g/kg; espessura do horizonte (em cm).

Símbolos:

- eh1 = espessura suborizonte 1
- eh2 = espessura suborizonte 2
- eh3 = espessura suborizonte 3
- eht = espessura total do horizonte A considerado para o cálculo
- ch1 = carbono suborizonte 1
- ch2 = carbono suborizonte 2
- ch3 = carbono suborizonte 3
- arg1 = argila suborizonte 1
- arg2 = argila suborizonte 2
- arg3 = argila suborizonte 3

etc...

A espessura mínima considerada para horizonte A húmico é (tabela 1):

Tabela 1. Espessura mínima do horizonte A húmico.

Solum	Espessura mínima – cm
Hor. A/R	10
< 75 cm	18 e > 1/3 da espessura solum
> ou = 75 cm	25

Através da equação $c - \text{org} = [(600 + \text{argila}) \div \text{eht}]$ pode-se construir a tabela 2. Nesta tabela tem-se o valor de carbono orgânico mínimo requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura do horizonte A.

A utilização da tabela 2 é feita da seguinte maneira:

- Calcula o teor médio de carbono orgânico (média ponderada equação 1);
- Calcula o teor médio de argila (média ponderada equação 2);
- Entra na tabela 2 com o teor de argila determinada no “item b” ou valor aproximado e espessura total do horizonte A considerado no cálculo, e lê o valor do carbono orgânico mínimo requerido para horizonte A húmico;
- Se o teor de carbono orgânico determinado no “item a” for igual ou maior que o valor de carbono orgânico determinado no “item c”, o horizonte seria A húmico.

Nos casos em que um horizonte ou mesmo um suborizonte tiver espessura e teor de argila conforme o estabelecido na tabela 2, ou valores aproximados, pode-se entrar diretamente nesta tabela e encontrar o valor de carbono orgânico mínimo requerido para A húmico.

Pode-se também entrar na tabela 2 com argila e carbono orgânico obtidos por média simples.

Tabela 2 - Teor de Argila, Espessura e Limite Mínimo de Carbono Orgânico Requerido para Horizonte A Húmico.

Esp. cm	argila do horizonte A - g/kg																			
	100	120	150	180	220	250	280	320	350	380	420	450	480	520	550	580	620	650	680	700
carbono orgânico corrigido por espessura e argila - g/kg																				
.....																				
10	70,0	72,0	75,0	78,0	82,0	85,0	88,0	92,0	95,0	102,0	105,0	108,0	112,0	115,0	118,0	122,0	125,0	128,0	130,0	
15	46,7	48,0	50,0	52,0	54,7	56,7	58,7	61,3	63,3	68,0	70,0	72,0	74,7	76,7	78,7	81,3	83,3	85,3	86,7	
18	38,9	40,0	41,7	43,3	45,6	47,2	48,9	51,1	52,8	54,4	56,7	58,3	60,0	62,7	63,9	65,6	67,8	69,4	71,1	72,2
22	31,8	32,7	34,1	35,5	37,3	38,6	40,0	41,8	43,2	44,5	46,4	47,7	49,1	50,9	52,3	53,6	55,5	56,8	58,2	59,1
25	28,0	28,8	30,0	31,2	32,8	34,0	35,2	36,8	38,0	39,2	40,8	42,0	43,2	44,8	46,0	47,2	48,8	50,0	51,2	52,0
27	25,9	26,7	27,8	28,9	30,4	31,5	32,6	34,1	35,2	36,3	37,8	38,9	40,0	41,5	42,6	43,7	45,2	46,3	47,4	48,1
30	23,3	24,0	25,0	26,0	27,3	28,3	29,3	30,7	31,7	32,7	34,0	35,0	36,0	37,3	38,3	39,3	40,7	41,7	42,7	43,3
33	21,2	21,8	22,7	23,6	24,8	25,8	26,7	27,9	28,8	29,7	30,9	31,8	32,7	33,9	34,8	35,8	37,0	37,9	38,8	39,4
36	19,4	20,0	20,8	21,7	22,8	23,6	24,4	25,6	26,4	27,2	28,3	29,2	30,0	31,1	31,9	32,8	33,9	34,7	35,6	36,1
40	17,5	18,0	18,8	19,5	20,5	21,3	22,0	23,0	23,8	24,5	25,5	26,3	27,0	28,0	28,8	29,5	30,5	31,3	32,0	32,5
43	16,3	16,7	17,4	18,1	19,1	19,8	20,5	21,4	22,1	22,8	23,7	24,4	25,1	26,0	26,7	27,4	28,4	29,1	29,8	30,2
47	14,9	15,3	16,0	16,6	17,4	18,1	18,7	19,6	20,2	20,9	21,7	22,3	23,0	23,8	24,5	25,1	26,0	26,6	27,2	27,7
50	14,0	14,4	15,0	15,6	16,4	17,0	17,6	18,4	19,0	19,6	20,4	21,0	21,6	22,4	23,0	23,6	24,4	25,0	25,6	26,0
53	13,2	13,6	14,2	14,7	15,5	16,0	16,6	17,4	17,9	18,5	19,2	19,8	20,4	21,1	21,7	22,3	23,0	23,6	24,2	24,5
57	12,3	12,6	13,2	13,7	14,4	14,9	15,4	16,1	16,7	17,2	17,9	18,4	18,9	19,6	20,2	20,7	21,4	21,9	22,5	22,8
60	11,7	12,0	12,5	13,0	13,7	14,2	15,3	15,8	16,3	17,0	17,5	18,0	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,3	21,7	22,1
63	11,1	11,4	11,9	12,4	13,0	13,5	14,0	14,6	15,1	15,6	16,2	16,7	17,1	17,8	18,3	18,7	19,4	19,8	20,3	20,6
67	10,4	10,7	11,2	11,6	12,2	13,1	13,7	14,2	14,6	15,2	15,7	16,1	16,7	17,2	17,6	18,2	18,7	19,1	19,4	19,8
70	10,0	10,3	10,7	11,1	11,7	12,1	12,6	13,1	13,6	14,0	14,6	15,0	15,4	16,0	16,4	16,9	17,4	17,9	18,3	18,6
73	9,6	9,9	10,3	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,4	14,0	14,4	14,8	15,3	15,8	16,2	16,7	17,1	17,5	17,8
77	9,1	9,4	9,7	10,1	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,2	13,6	14,0	14,5	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	16,9
80	8,8	9,0	9,4	9,8	10,3	10,6	11,0	11,5	11,9	12,3	12,8	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,6	16,0	16,3
83	8,4	8,7	9,0	9,4	9,9	10,2	10,6	11,1	11,4	11,8	12,3	12,7	13,0	13,5	13,9	14,2	14,7	15,1	15,4	15,7
87	8,0	8,3	8,6	9,0	9,4	9,8	10,1	10,6	10,9	11,3	11,7	12,1	12,4	12,9	13,2	13,6	14,0	14,4	14,7	14,9
90	7,8	8,0	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,2	10,6	10,9	11,3	11,7	12,0	12,4	12,8	13,1	13,6	13,9	14,2	14,4
93	7,5	7,7	8,1	8,4	8,8	9,1	9,5	9,9	10,2	10,5	11,0	11,3	11,6	12,0	12,4	12,7	13,1	13,4	13,8	14,0
97	7,2	7,4	7,7	8,0	8,5	8,8	9,2	9,5	9,8	10,2	10,5	10,8	11,2	11,5	11,8	12,2	12,5	12,8	13,0	
100	7,0	7,2	7,5	7,8	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,8	10,2	10,5	10,8	11,2	11,5	11,8	12,2	12,5	12,8	

Exemplo de interpretação: valores do Horizonte A: c-org = 30 g/kg; teor de argila = 250 g/kg; espessura = 30 cm. Na Tabela - 2, para a espessura de 30 cm e teor de argila de 250 g/kg, o teor c-org é de 28,3 g/kg. Assim, o horizonte A tem teor de c-org maior que c-org tabelado (28,3 g/kg), portanto esse horizonte seria A húmico. **OBSERVAÇÃO:** Quando o horizonte A for subdividido em subhorizontes (A1, A2, A3...etc), utilizar a equação para o cálculo da média ponderada do conteúdo de carbono orgânico = $(eh1 \times ch1/et) + (eh2 \times ch2/et) + (eh3 \times ch3/et)$; ...; conteúdo de argila = $(ch1 \times arg1/et) + (ch2 \times arg2/et) + (ch3 \times arg3/et)$; ...; espessura de A2; eh1 = espessura de A1; eh2 = espessura de A2; eh3 = espessura de A3; et = espessura total do horizonte A; ch1 = c-org de A1; ch2 = c-org de A2; ch3 = c-org de A3...). Teor de argila menor que 700 g/kg e maior que 700 g/kg, considerar os valores de carbono orgânico destes como limite mínimo requerido para horizonte A húmico. Verificar a espessura mínima requerida para horizonte A húmico de acordo com espessura do solo.

3. Exemplos para identificar horizonte A Húmico

A identificação de horizonte A húmico pode ser feita utilizando a média ponderada e média simples, sendo que, neste último caso, deve-se ter mais atenção quando os valores de carbono do horizonte A e o estimado na tabela 2 estão muito próximos. Nessas condições, utilizar a média ponderada.

Abaixo são demonstrados alguns exemplos de cálculo utilizando a média ponderada, média simples e tabela 2. Os solos utilizados para a identificação são os mesmos encontrados em Carvalho et al. 2007.

São admitidos *valores e cromas < 4* e saturação por bases < que 65%.

Exemplo 1

Horizonte	Espessura cm	C-org g/kg	Argila g/kg	C-org (eq. 1) g/kg	Arg (eq. 2) g/kg	C-org (eq. 3) V. mínimo	Horizonte A
Ap	0 a 24	40,6	278	23,1	289,8	12,7	húmico
AB	24 a 70	14,1	296				

V. mínimo = valor mínimo de carbono requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura.

a) O carbono do horizonte A calculado pela equação 1 (média ponderada 23,1 g/kg) é maior que o valor de carbono mínimo requerido equação 3 (12,7). O horizonte é A húmico.

b) Outra maneira de identificar:

- Entra na tabela 2 com valor de argila próximo do valor calculado pela equação 2 (289,8 g/kg), no caso, 320 g/kg e espessura total de 70 cm. O carbono mínimo requerido na tabela é 13,1.
- O carbono do horizonte A do solo calculado pela equação 1 (23,1 g/kg) é maior que o carbono mínimo requerido (13,1). O horizonte é A húmico.

c) Considerando a média simples:

- Carbono $[(40,6 + 14,1) \div 2] = 27,3 \text{ g/kg}$ e argila $[(278 + 296) \div 2] = 287,0 \text{ g/kg}$.
- Carbono mínimo requerido equação 3: $(600 + 287) \div 70 = 12,7$
- O carbono médio do horizonte A (27,3 g/kg) é maior que o carbono mínimo requerido (12,7). O horizonte é A húmico.

Pode-se entrar diretamente na tabela 2 com valor de carbono, argila e espessura e fazer a identificação de A húmico como os procedimentos do item "b".

Exemplo 2

Horizonte	Espessura cm	C-org g/kg	Argila g/kg	C-org (eq. 1) g/kg	Arg (eq. 2) g/kg	C-org (eq. 3) V. mínimo	Horizonte A
A1	0 a 31	20,6	200	14,6	220,74	12,0	húmico
A2	31 a 53	10,6	230				
AB	53 a 68	8,4	250				

V. mínimo = valor mínimo de carbono requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura.

a) O carbono do horizonte A calculado pela equação 1 (média ponderada 14,6 g/kg) é maior que o valor de carbono mínimo requerido equação 3 (12,0). O horizonte é A húmico.

b) Outra maneira de identificar:

- Entra na tabela 2 com valor de argila próximo do valor calculado pela equação 2 (220,74 g/kg), no caso, 250 g/kg e espessura total de 67 cm. O carbono mínimo requerido na tabela é 12,7.
- O carbono do horizonte A do solo calculado pela equação 1 (14,6 g/kg) é maior que o carbono mínimo requerido (12,7). O horizonte é A húmico.

c) Considerando a média simples:

- $[(20,6 + 10,6 + 8,4) \div 3] = 13,2 \text{ g/kg}$ e argila $[(200 + 230 + 250) \div 3] = 226,7 \text{ g/kg}$.
- Carbono mínimo requerido equação 3: $(600 + 226,7) \div 68 = 12,1$.
- O carbono médio do horizonte A (13,2 g/kg) é maior que o carbono mínimo requerido (12,1). O horizonte é A húmico.

Pode-se entrar diretamente na tabela 2 com valor de carbono, argila e espessura e fazer a identificação de A húmico como os procedimentos do item "b".

Exemplo 3

Horizonte	Espessura cm	C-org g/kg	Argila g/kg	C-org (eq. 1) g/kg	Arg (eq. 2) g/kg	C-org (eq. 3) V. mínimo	Horizonte A
A1	0 a 13	26,6	500	18,8	569,23	22,5	não húmico
A2	13 a 31	18,3	560				
AB	31 a 52	14,4	620				

V. mínimo = valor mínimo de carbono requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura.

a) O carbono do horizonte A calculado pela equação 1 (média ponderada 18,8 g/kg) é menor que o valor de carbono mínimo requerido equação 3 (22,5). O horizonte não é A húmico.

b) Outra maneira de identificar:

- Entra na tabela 2 com valor de argila próximo do valor calculado pela equação 2 (569,23 g/kg), no caso, 550 g/kg e espessura total de 53 cm. O carbono mínimo requerido na tabela é 21,7.

- O carbono do horizonte A do solo calculado pela equação 1 (18,8 g/kg) é menor que o carbono mínimo requerido (21,7). O horizonte não é A húmico.

c) Considerando a média simples:

- $[(26,6 + 18,3 + 14,4) / 3] = 19,8 \text{ g/kg}$ e argila $[(500 + 560 + 620) / 3] = 560,0 \text{ g/kg}$.
- Carbono mínimo requerido equação 3: $(600 + 560) / 52 = 22,3$.
- O carbono médio do horizonte A (19,8 g/kg) é menor que o carbono mínimo requerido (22,3). O horizonte não é A húmico.

Pode-se entrar diretamente na tabela 2 com valor de carbono, argila e espessura e fazer a identificação de A húmico como os procedimentos do item “b”.

Exemplo 4 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Horizonte	Espessura cm	C-org g/kg	Argila g/kg	C-org (eq. 1) g/kg	Arg (eq. 2) g/kg	C-org (eq. 3) V. mínimo	Horizonte A
A	0 a 100	7,0	100	7,0	100	7,0	húmico

V. mínimo = valor mínimo de carbono requerido para horizonte A húmico em função do teor de argila e espessura.

- a) O carbono do horizonte A (7,0 g/kg) é igual ao carbono mínimo requerido equação 3 (7,0). O horizonte é A húmico.
- b) Como o solo possui um único horizonte A, pode-se entrar diretamente na tabela 2 com o teor de argila de 100 g/kg e espessura de 100 cm, obtem-se valor mínimo estimado de carbono (7,0) igual ao valor do carbono do horizonte A do solo, o horizonte é A húmico.

4. Conclusão

Os procedimentos para identificar horizonte A húmico não modificam o princípio do cálculo que vem sendo utilizado, e os resultados obtidos são semelhantes. São utilizadas três equações, permanecendo os critérios de carbono orgânico, argila e espessura para caracterizar um horizonte A como húmico.

A média simples de carbono orgânico e argila do solo também pode ser utilizada desde que o valor não seja muito próximo do limite mínimo de carbono requerido para A húmico. Neste caso, utilizar a média ponderada para carbono orgânico e argila.

A utilização da tabela 2 para identificação de horizonte A húmico geralmente é mais simples. Maior facilidade é encontrada se for usada a planilha Excel disponível em <http://www.cnps.embrapa.br/sibcs>, na pasta Atas e Comunicados (Identificação de Horizontes Diagnósticos Superficiais e Horizonte B textural de Solos).

5. Referências Bibliográficas

CARVALHO, A. P.; SANTOS, H. G. dos; BOGNOLA, I. A.; COELHO, M. R.; OLIVEIRA, J. B. de; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. dos; JACOMINE, P. K. T.; NAIME, U. J.; OLIVEIRA, V. A. **Proposta de definição e identificação de horizonte A húmico**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 3 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 18). Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr>> . Acesso em: 7 maio 2007.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

NAIME, U. J, SANTOS, H. G. dos. **Identificação automática de horizontes diagnósticos superficiais e horizonte B textural de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. (Embrapa Solos. Atas e comunicados). Planilha Excel. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/sibcs>> . Acesso em: 7 maio 2007a.

NAIME, U. J; SANTOS, H. G. dos. **Identificação automática de horizontes diagnósticos superficiais e horizonte B textural de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 3 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 30) Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr>> . Acesso em: 7 maio 2007b.