

Planilhas para cálculos analíticos e avaliação de parâmetros utilizados na classificação de solos no Brasil

Amaury de Carvalho Filho¹

1. Introdução

Com o intuito de obter maior rapidez e evitar erros nos cálculos referentes às análises de solo, e também possibilitar o armazenamento dos resultados em uma estrutura de banco de dados, foram elaboradas planilhas, no programa Microsoft Excel®, que realizam de forma automática cálculos numéricos e avaliações relativas a alguns atributos diagnósticos, conforme adotado pelo atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), que podem auxiliar na avaliação e classificação de perfis de solo.

O sistema consiste em um arquivo estruturado da seguinte forma: uma planilha destinada à introdução dos dados básicos (provenientes de análises laboratoriais), e, a ela vinculadas, planilhas de apresentação dos resultados (em conjunto ou individualmente por perfil de solo). A partir dos resultados de análises físicas e químicas referentes a: teor de calhaus e cascalhos, composição granulométrica da terra fina (areia grossa, areia fina, silte e argila), argila dispersa em água, densidade do solo e de partículas, pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ trocáveis, acidez trocável (H⁺ e Al³⁺), P assimilável, C orgânico, N total, teor de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅ e MnO do ataque sulfúrico, Fe₂O₃ livre, equivalente de CaCO₃, condutividade elétrica do extrato de saturação, teor de água e sais solúveis na pasta saturada e retenção de umidade a 0,033 e 1,5 MPa, são calculados os parâmetros: grau de floculação, relação silte/argila, porosidade do solo, soma de bases (valor S), capacidade de troca de cátions (valor T), saturação por bases (valor V), saturação por alumínio, relações moleculares SiO₂/Al₂O₃ (Ki), SiO₂/(Al₂O₃ + Fe₂O₃) (Kr) e Al₂O₃/Fe₂O₃, saturação por sódio e água disponível máxima. Nesses cálculos é adotada a regra padrão de arredondamento numérico para os resultados de cálculos provenientes de dados analíticos, ou seja, decimais iguais ou inferiores a cinco são arredondados para baixo (EMBRAPA, 2006; nota à pág. 96, terceiro parágrafo). Os resultados analíticos são expressos de acordo com o sistema internacional de unidades.

Para cada amostra ou horizonte de solo são informados também, de forma automática, a classe textural, o valor e a qualificação (Ta ou Tb) referentes à atividade da fração argila, assim como distinções relativas a alguns atributos diagnósticos, caso ocorram: material orgânico; caráter eutrófico, distrófico, álico, alumínico ou alítico; caráter éutrico; caráter ácrico; caráter sódico ou solódico; caráter com carbonato ou carbonático; caráter salino ou sálico; e

¹ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000. E-mail: amaury@cnps.embrapa.br.

classes quanto ao teor de óxido de ferro (hipoférrico, mesoférrico, férrico, perférrico), conforme os critérios definidos em Embrapa (2006). São, ainda, apresentadas distinções relativas a algumas características utilizadas para o enquadramento taxonômico em 5º e 6º níveis categóricos: grupamento textural (textura); constituição fragmentária ou esquelética; saturação por bases (hipereutrófico, mesoeutrófico, mesodistrófico e hiperdistrófico); classes de mineralogia referentes a material latossólico (exclusivamente para horizontes Bw) estimadas pelos índices Ki e Kr (caulinítico, caulinítico-oxídico, gibbsítico-oxídico); caráter aniônico; e classes de reação do solo (ácido, neutro, alcalino); além de relações entre parâmetros analíticos que podem auxiliar na avaliação dos perfis de solo, tais como: areia grossa/areia fina (AG/AF); areia total/teor de óxido de titânio do ataque sulfúrico [(AG + AF)/TiO₂]; teor total de óxidos do ataque sulfúrico/teor de argila (óxidos/argila); teor de óxido de ferro do ataque sulfúrico/teor de argila (Fe₂O₃/argila); relação cálcio/magnésio (Ca/Mg); e Δ pH.

A introdução dos dados básicos é realizada a partir de uma planilha denominada **entrada**, preparada para a inserção dos resultados de determinações analíticas realizadas em laboratório, referentes a horizontes de perfis de solo. É contemplada a possibilidade de introdução de resultados analíticos de até 10 perfis com no máximo nove horizontes cada. Os resultados dos cálculos, assim como os dados básicos inseridos, são organizados e apresentados de forma conjunta na planilha **geral**, da qual constam ainda as especificações relativas aos parâmetros taxonômicos avaliados, e também em uma planilha denominada **BDados**, estruturada conforme um banco de dados, de forma a facilitar a transferência para outros aplicativos. Todas essas informações são apresentadas também de forma individualizada por perfil de solo, em planilhas que contêm uma tabela de resultados de análise nos moldes da adotada atualmente pela Embrapa Solos para caracterização analítica de perfis, com as distinções referentes a atributos taxonômicos e relações entre parâmetros analíticos apresentadas em uma tabela lateral, contígua àquela (conforme exemplificado nos Quadros 1 e 2). A identificação de cada planilha com os resultados individualizados por perfil de solo corresponde à constante na primeira coluna (à esquerda) das planilhas **entrada**, **geral** e **BDados** para uma sequência contínua de nove linhas, que se refere ao conjunto de horizontes daquele perfil.

Foram preparados dois arquivos (disponíveis em <http://www.cnps.embrapa.br/sibcs>): um denominado **SoloAnálises9**, para introdução de resultados analíticos conforme o padrão atual de representação de unidades; outro para análises mais antigas (**SoloAnálisesAntigas9**), destinado à introdução de resultados analíticos expressos no padrão anterior, cuja conversão para o padrão atual é realizada de forma automática. Cada um dos arquivos mencionados contém uma planilha (**orientações**) com informações mais detalhadas sobre sua utilização e especificidades.

Referências Bibliográficas

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E APLICAÇÃO DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS, 5., 1998, Rio de Janeiro. [**Anais...**]. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1998. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de Pesquisa, 12). 1 CD-ROM.

Análises Físicas e Químicas

Perfil 10 - V RCC

Amostras de Laboratório: 97.1295-1301

(Embrapa Solos)

Horizonte		Frações da amostra total g/kg			Composição granulométrica da terra fina g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de flocculação %	Relação Silte/Argila	Densidade g/cm ³		Porosidade cm ³ /100cm ³
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Partículas	
A	0 - 20	0	10	990	140	520	260	80	80	0	3,25	1,60	2,56	37
2Btn	- 40	0	10	990	70	290	370	270	250	7	1,37	1,52	2,53	40
2Btzn1	- 90	0	0	1000	50	280	340	330	310	6	1,03	1,74	2,56	32
3Btzn2	- 115	0	10	990	50	440	240	270	250	7	0,89	1,68	2,60	35
4Btzn3	- 145	0	10	990	30	160	410	400	340	15	1,02	1,38	2,47	44
5C1	- 180	0	10	990	80	610	170	140	140	0	1,21	1,48	2,63	44
5C2	- 220	0	0	1000	50	560	170	220	220	0	0,77			
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo Sorvito cmol _e /kg								Valor V (sat. por bases) %	100.Al ³⁺ S + Al ³⁺ %	P assimilável mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T				
A	5,7	4,4	1,9	1,0	0,08	1,39	4,4	0	2,0	6,4	69	0	7	
2Btn	7,7	6,0	3,8	3,2	0,15	7,86	15,0	0	0,8	15,8	95	0	42	
2Btzn1	9,2	7,4	3,8	4,2	0,24	9,76	18,0	0	0	18,0	100	0	69	
3Btzn2	9,4	7,6	2,7	2,0	0,17	9,78	14,6	0	0	14,6	100	0	56	
4Btzn3	9,0	7,3	3,5	4,4	0,22	25,05	33,2	0	0	33,2	100	0	64	
5C1	9,6	7,5	1,0	1,9	0,09	7,37	10,4	0	0	10,4	100	0	40	
5C2	9,7	7,9	1,6	1,7	0,11	11,70	15,1	0	0	15,1	100	0	94	
Horizonte	C (orgânico) g/kg	N g/kg	C/N	Ataque sulfúrico g/kg						Relações Moleculares			Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equivalente de CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ /R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃		
A	6,3	0,8	8	51	24	13	3,5			3,61	2,68	2,90		9,5
2Btn	6,1	0,8	8	121	77	41	5,6			2,67	1,99	2,95		2
2Btzn1	4,1	0,6	7	126	84	44	6,0			2,55	1,91	3,00		1
3Btzn2	3,8	0,5	8	113	68	36	4,9			2,82	2,11	2,97		4
4Btzn3	2,3	0,4	6	168	112	58	7,0			2,55	1,92	3,03		2,5
5C1	0,9	0,3	3	66	38	23	4,0			2,95	2,13	2,59		2,7
5C2	0,9	0,3	3	90	55	29	4,2			2,78	2,08	2,98		
Horizonte	100.Na ⁺ T %	Pasta saturada		Sais solúveis cmol _e /kg						Constantes hídricas g/100g				
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade		Água disponível máxima	
											0,033 MPa	1,5 MPa		
A	22	2,90	29			0,01	0,18				11,3	4,4	6,9	
2Btn	50	3,33	100			0,08	3,09				25,3	11,9	13,4	
2Btzn1	54	7,90	65			0,01	5,38				30,7	11,2	19,5	
3Btzn2	67	6,24	63			0,01	3,88				28,6	11,0	17,6	
4Btzn3	75	9,16	66			0,01	6,89				37,6	17,8	19,8	
5C1	71	9,37	45			0,02	1,12				21,2	5,2	16,0	
5C2	77	6,96	61			0,02	1,13				29,3	10,4	18,9	

Quadro 1 – Tabela de apresentação individualizada por perfil de solo dos resultados de análises físicas e químicas (REUNIÃO..., 1998).

Perfil 10 - V RCC

Amostras de Laboratório: 97.1295-1301

Horizonte	Classe textural		Atividade da argila	Areia grossa/ Areia fina (AG/AF)	(AG+AF)/TiO ₂	Textura
A	franco-arenosa		80 (Ta)	0,27	188,6	média
2Btn	franco-argilosa		58,5 (Ta)	0,24	64,3	média
2Btzn1	franco-argilosa		54,5 (Ta)	0,18	55,0	média
3Btzn2	franco-argiloarenosa		54,1 (Ta)	0,11	100,0	média
4Btzn3	argilossiltosa		83 (Ta)	0,19	27,1	argilosa
5C1	franco-arenosa		74,3 (Ta)	0,13	172,5	média
5C2	franco-argiloarenosa		68,6 (Ta)	0,09	145,2	média
Horizonte	Saturação do complexo de troca			ΔpH (pH KCl - pH H ₂ O)	Saturação por bases	Reação do solo
A	eutrófico			-1,3	mesoeutrófico	neutro
2Btn	eutrófico			-1,7	hipereutrófico	alcalino
2Btzn1	eutrófico			-1,8	hipereutrófico	alcalino
3Btzn2	eutrófico			-1,8	hipereutrófico	alcalino
4Btzn3	eutrófico			-1,7	hipereutrófico	alcalino
5C1	eutrófico			-2,1	hipereutrófico	alcalino
5C2	eutrófico			-1,8	hipereutrófico	alcalino
Horizonte					Óxidos de ferro	
A					hipoférrico	
2Btn					hipoférrico	
2Btzn1					hipoférrico	
3Btzn2					hipoférrico	
4Btzn3					hipoférrico	
5C1					hipoférrico	
5C2					hipoférrico	
Horizonte	Saturação por sódio		Salinidade		Relação Ca/Mg	
A	sódico				1,90	
2Btn	sódico				1,19	
2Btzn1	sódico		sálico		0,90	
3Btzn2	sódico		salino		1,35	
4Btzn3	sódico		sálico		0,80	
5C1	sódico		sálico		0,53	
5C2	sódico		salino		0,94	

Quadro 2 – Tabela de apresentação individualizada por perfil de solo de parâmetros taxonômicos (REUNIÃO..., 1998).

**Comunicado
Técnico, 54**

Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
E-mail: sac@cnps.embrapa.br
<http://www.cnps.embrapa.br>

1ª edição
1ª impressão (2009): online

**Comitê de
publicações**

Presidente: *Daniel Vidal Perez*
Secretário-Executivo: *Jacqueline S. Rezende Mattos*
Membros: *Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Humberto Gonçalves dos Santos, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro e Pedro de Sá Rodrigues da Silva.*

Expediente

Supervisor editorial: *Jacqueline S. Rezende Mattos*
Revisão de texto: *Jacqueline S. Rezende Mattos*
Revisão bibliográfica: *Ricardo Archanjo de Lima*
Editoração eletrônica: *Jacqueline S. Rezende Mattos*