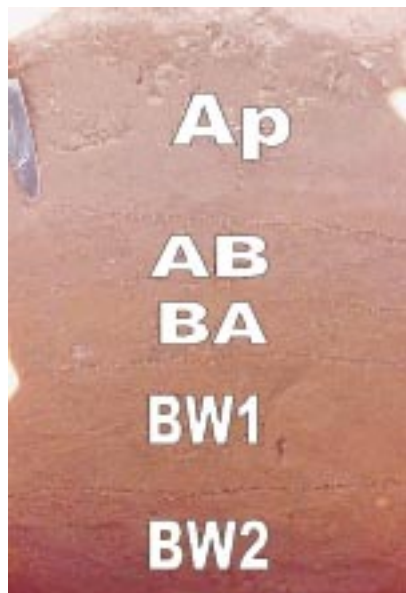


Foto: Marco Antônio Ferreira Gomes



Subsídio à Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos em Solos Agrícolas Brasileiros

Marco Antônio Ferreira Gomes¹
Cláudio A. Spadotto²

Introdução

Tradicionalmente, os solos agrícolas brasileiros estão distribuídos por três biomas principais, denominados de *Cerrados*, *Mata Atlântica* e *Planalto de Araucárias*, que juntos perfazem mais de 50% do território nacional. Todavia, embora as atividades agrícolas ainda predominem sobre os mesmos biomas, os solos utilizados já não são os mesmos desde a década de 70, quando começou um grande avanço da fronteira agrícola. Atualmente, dentre os solos usados comumente na agricultura estão os **Latossolos (Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos)** que envolvem também os antigos Latossolos Vermelho-Escuros e Roxo; os **Argissolos (Vermelhos, Amarelos e Vermelho-Amarelos)** que correspondem aos antigos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros, eutróficos e distróficos com argila de baixa atividade (Tb); os **Neossolos Quartzarênicos** que correspondem às antigas Areias Quartzosas e, num plano secundário, os **Nitossolos** que correspondem às antigas Terras Roxas Estruturadas como também os **Gleissolos** que correspondem aos antigos hidromórficos e gleis, estes bastante usados em horticultura e no cultivo de arroz por inundação. Esses dois últimos solos foram colocados em

segundo plano em função da ocorrência mais restrita, sendo assim de pouca representatividade entre os mais usados para agricultura. Por outro lado, não se deve descartá-los desse levantamento por serem usados intensivamente, motivo pelo qual serão abordados na presente discussão.

Para compreender melhor a distribuição dos solos tipicamente agrícolas brasileiros, pode se fazer uma separação dos mesmos por bioma, conforme esquema a seguir:

- a) Cerrados - Latossolos → **46%**; Argissolos → 15%; Neossolos Quartzarênicos → 15%; Outros → 24%;
- b) Mata Atlântica - Argissolos → **34%**; Latossolos → 28%; Gleissolos → 17%; Neossolos Quartzarênicos → 6%; Outros → 15%;
- c) Floresta Amazônica - Latossolos → **40%**; Argissolos → 35%; Neossolos Quartzarênicos → 7%; Outros → 18%;
- d) Pantanal - Plintossolos → 45%; Planossolos → 40%; Outros → 15%;

¹ Geólogo, Doctor Scientiae em Solos, Rod. SP-340 Tanquinho Velho - Caixa Postal 69 Cep13820-000 - Jaguariúna, SP. E-mail: gomes@cnpmembrapa.br

² Eng. Agrônomo, PhD em Ciência do Solo, Rod. SP-340 Tanquinho Velho - Caixa Postal 69 Cep13820-000 - Jaguariúna, SP. E-mail: spadotto@cnpmembrapa.br

e) Caatinga – Cambissolos → 35%; Chernossolos → 30%; Neossolos Quartzarênicos[®] 20%; Planossolos → 15%;

f) Araucárias - Nitossolos → 50%; Latossolos → 40%; Outros → 10%;

g) Campos Sulinos - Argissolos → 50%; Alissolos → 30%; Neossolos Quartzarênicos → 10%; Outros → 10%.

Com a distribuição acima, conclui-se que os **Latossolos**, os **Argissolos** e os **Neossolos Quartzarênicos** são os mais representativos das áreas agrícolas brasileiras.

O presente trabalho, procura subsidiar a Instrução Normativa do IBAMA sobre avaliação de risco, em fase final de discussão e que deverá vigorar ainda no ano de 2003.

Parâmetros do solo importantes na avaliação de risco ambiental de agrotóxicos

Considerando os Latossolos, Argissolos e os Neossolos Quartzarênicos como sendo os mais representativos entre os solos agrícolas brasileiros, há de se observar, além dos procedimentos de campo e analíticos necessários para a classificação do solo, alguns aspectos físico-químicos nos estudos de comportamento e destino de agrotóxicos, a saber:

- a) pH em água e em KCl ;
- b) Δ pH para a mesmas profundidades do pH, obtido pela diferença entre pH em KCl e pH em água;
- c) Teor de matéria orgânica;
- d) Teor de argila;
- e) Densidade;
- f) Capacidade de Campo.

Além dos parâmetros acima, outros poderão ser solicitados nos estudos de avaliação de risco, dependendo do tipo de solo e do produto (i.a.), uma vez que existem situações bem particulares nessa combinação. Por exemplo, compostos ionizáveis que podem requerer ainda a avaliação do PCZ- Ponto de Carga Zero do Solo e tipo de matéria orgânica (ácidos húmicos, fúlvicos e húmica) que variam bastante de um solo para outro.

Outro aspecto que deve ser considerado é a profundidade de coleta das amostras. Tradicionalmente, tem-se adotado valores arbitrários, por exemplo, 0-10cm; 10-20cm. Em se tratando de diferentes solos, tais valores podem não ser representativos ou podem mascarar algumas interpretações, principalmente quando se quer buscar informações específicas sobre os horizontes. Por isso mesmo, sugere-se que as profundidades dos horizontes A e B ou A e C, quando for o caso, num limite de 40 cm, sejam aquelas consideradas na amostragem para fins de avaliação do comportamento de agrotóxicos.

A partir das informações acima, proceder à realização dos testes laboratoriais e de campo relativos à avaliação da mobilidade e avaliação da adsorção/dessorção, conforme preconiza o ANEXO IV da Portaria Normativa nº 84 de 15 de outubro de 1996.

Outros aspectos do solo devem ser considerados em um determinado momento na conclusão dos testes realizados, conforme descrito a seguir:

- a) Latossolos – são solos profundos, com estrutura granular estável, bem drenados, *favorecendo facilmente a movimentação vertical de solutos*; é caracterizado por um horizonte B Latossólico, com argilas de baixa atividade, ou seja, do tipo 1:1; normalmente, são ricos em argila mas, relativamente pobres em matéria orgânica, a exceção do antigo Latossolo Roxo.
- b) Argissolos – são solos pouco profundos, algo em torno de 1m, com estrutura variando de blocos a prismática, *favorecendo pouco a movimentação vertical de solutos*; é caracterizado principalmente por um horizonte B textural, com argilas um pouco mais ativas (mais expansivas); normalmente são ricos em argila e em matéria orgânica. São reconhecidos pelo adensamento fácil, tornando o manejo agrícola mais delicado.
- c) Neossolos Quartzarênicos – são solos muito profundos, com estrutura granular no horizonte A e sem organização estrutural definida no horizonte C, predominando neste o caráter maciço poroso. Normalmente, há uma alta relação macro/microporos, o que *favorece bastante a movimentação vertical de solutos*; são pobres em argila e em matéria orgânica.
- d) Nitossolos* – são solos moderadamente profundos, com estrutura prismática ou em blocos subangulares normalmente bem desenvolvida e estável no Horizonte B que é do tipo textural. Normalmente, há uma alta relação macro/microporos, o que *favorece bastante a movimentação vertical de solutos*, apesar do perfil não ser muito profundo; são ricos em argila e em matéria orgânica;

e) Gleissolos* – São solos bastante rasos, em torno de 50 cm de profundidade e, por isso mesmo, com sérias restrições à percolação de água.

perfis e para os Gleissolos cerca de 9 perfis, observando a disponibilidade de informações.

Procurou-se com esse procedimento, a busca de maior representatividade dos valores de cada classe de solo.

Valores de parâmetros de solo por classe, estabelecidos em intervalos, necessários nos estudos da avaliação de risco ambiental de contaminação por agrotóxicos.

Os valores, a seguir, adotados para cada classe de solo correspondem à média de perfis de diversas localidades do país. Por exemplo, para os Latossolos foram considerados valores médios de 40 perfis; para os Argissolos cerca de 26 perfis; para os Neossolos Quartzarênicos cerca de 18 perfis. No caso dos Nitossolos, foram considerados 11

3.1. Latossolos

a) Argilosos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade Campo (dm ³ /dm ³)
A (0-12 cm)	5,0- 5,4	3,9- 4,8	-1,1 a-0,6	15- 40	580- 650	1,1- 1,4	0,25- 0,30
AB (12-25 cm)	4,9 - 5,3	3,8- 4,7	-1,1 a-0,8	15- 30	590- 700	1,2- 1,5	0,25- 0,30
BA (25-40 cm)	4,8- 5,2	3,8- 4,7	-1,0 a-0,5	10- 20	550- 600	1,2- 1,4	0,23- 0,30
BW ₁ (> 40 cm)	4,7- 5,2	3,7- 4,6	-1,0 a-0,6	10- 15	530- 570	1,1- 1,2	0,22- 0,25

Porosidade(%) : 0-12cm = 55 a 65; 12-25cm = 50 a 60; 25-40cm = 55 a 60; >40cm = 60 a 65

b) Psamíticos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade Campo (dm ³ /dm ³)
A (0-12 cm)	5,0- 5,2	3,7- 4,6	-1,2 a-0,6	10- 20	200- 250	1,3- 1,5	0,22- 0,28
AB (12-25 cm)	4,8- 5,1	3,8- 4,7	-1,0 a-0,4	5- 10	230- 300	1,2- 1,3	0,21- 0,25
BA (25-40 cm)	4,7- 5,0	3,7- 4,5	-1,0 a-0,5	4- 8	220- 280	1,2- 1,4	0,20- 0,25
BW ₁ (> 40 cm)	4,6- 5,0	3,6- 4,5	-1,0 a-0,5	4- 6	180- 220	1,2- 1,4	0,19- 0,22

Porosidade(%) : 0-12cm = 50 a 55; 12-25cm = 50 a 55; 25-40cm = 55 a 60; >40cm = 55 a 60

3.2. Argissolos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade campo (dm ³ /dm ³)
A (0-10 cm)	6,0- 6,4	5,8- 6,0	-0,2 a-0,4	25- 35	450- 550	1,4- 1,6	0,30- 0,35
B (10-20 cm)	6,1- 6,5	5,5- 6,0	-0,6 a-0,5	30- 40	400- 550	1,5- 1,8	0,28- 0,33
BA (20-30 cm)	6,2- 6,5	5,9- 6,5	-0,3 a 0,0	20- 30	550- 600	1,3- 1,9	0,25- 0,30
BC (> 40 cm)	5,6- 5,8	5,8- 6,0	-0,2 a + 2,0	10- 20	550- 600	1,4- 1,8	0,25- 0,30

Porosidade(%) : 0-12cm = 55 a 65; 12-25cm = 50 a 60; 25-40cm = 55 a 60; >40cm = 60 a 65

3.3. Neossolos Quartzarênicos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade Campo (dm ³ /dm ³)
A (0-12 cm)	5,0- 5,6	4,7- 4,9	-0,3 a-0,7	3 - 10	50- 100	1,3- 1,5	0,19- 0,20
AC (12-25 cm)	4,8- 5,5	4,3- 4,8	-0,5 a-0,7	2 - 5	60- 120	1,4- 1,6	0,17- 0,20
C ₁ (20-40 cm)	4,9- 5,5	4,4- 5,1	-0,5 a-0,4	2 - 4	100- 130	1,5- 1,8	0,18- 0,19
C ₂ (> 40 cm)	4,6- 4,8	4,1- 4,5	-0,5 a-0,3	1 - 2	100- 150	1,3- 1,6	0,16- 0,18

Porosidade(%) : 0-12cm = 40 a 45; 12-25cm = 45 a 55; 25-40cm = 55 a 60; >40cm = 55 a 60

3.4. Nitossolos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade Campo (dm ³ /dm ³)
AP (0-10 cm)	4,8 5,3	5,0- 5,8	+ 0,2 a + 0,5	20- 50	500- 600	1,0- 1,2	0,30- 0,35
AB (10-20 cm)	5,0- 5,5	5,3- 6,0	+ 0,3 a + 0,5	15- 40	600- 700	1,1- 1,3	0,32- 0,37
Bt ₁ (20-50 cm)	5,5- 5,8	5,8- 6,5	+ 0,3 a + 0,7	10- 30	650- 750	1,2- 1,5	0,30- 0,35
Bt ₂ (> 50 cm)	5,5- 6,2	6,0- 6,8	+ 0,5 a + 0,6	5 - 10	650- 750	1,3- 1,5	0,28- 0,33

Porosidade(%) : 0-10cm = 65 a 70; 10-20cm = 60 a 70; 20-50cm = 60 a 65; >40cm = 55 a 65

3.5. Gleissolos

Profundidade (Horizonte)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Δ pH	CO (g/kg)	Argila (g/kg)	Densidade (g/cm ³)	Capacidade Campo (dm ³ /dm ³)
Hd (0-7 cm)	3,5- 4,9	3,0- 4,4	-0,5	70- 100	300 - 450	0,8 - 1,0	0,30 - 0,40
AH (7-12 cm)	3,8- 5,1	3,2- 4,7	-0,6 a-0,4	50- 90	400 - 500	0,9 - 1,0	0,30 - 0,40
A (12-25 cm)	3,6- 4,7	3,0- 4,2	-0,3 a-0,5	40- 80	450 - 500	1,0 - 1,1	0,30 - 0,40
CAg(25-40 cm)	3,4- 4,8	2,9- 4,3	-0,5	30- 70	450 - 550	1,0 - 1,2	0,40 - 0,50
Cg (> 40 cm)	3,3- 4,5	2,8- 4,0	-0,5	20- 60	550 - 600	1,1 - 1,2	?

Obs: as informações apresentadas sobre os Gleissolos referem-se a uma combinação entre os gleissolos mais comuns que são os Gleissolos Melânicos (GM) e Gleissolos Háplicos(GX). A diferença básica entre eles está no horizonte A húmico, comum no primeiro, e o A moderado comum no segundo tipo.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: MA/DPP-SA/DRNR/INCRA/RS-MA/DPP-AS/DRNR, 1973. 429p. (Boletim Técnico, 30).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: MA/CONTAP/USAID/ETA, 1973. 301 p. (Boletim Técnico, 28).

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**.

Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília:

Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Rio de Janeiro, 1978. 455 p. (Boletim Técnico, 53).

GOMES, M. A. F. **Levantamento detalhado dos solos da propriedade rural denominada "Sítio Lagoinha", município de Aguaí/SP.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente/Aventis, 2002. 40 p.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; BOULET, R. **Levantamento detalhado dos solos da área de abrangência da Voçoroca Chitolina localizada junto às nascentes do Rio Araguaia/GO.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 23 p.

IBAMA. **Portaria Normativa nº 84/96.** Brasília, 1996. 35 p.

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162 p.

MIKLÓS, A. A. de W.; GOMES, M. A. F. **Levantamento semi-detalhado dos solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Espreado, Ribeirão Preto/SP.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1996. 48 p.

OLIVEIRA, J. B. de.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu conhecimento.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

OLIVEIRA, J. B. de.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 64 p. mapa.

RESENDE, M. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações.** Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81 p.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1975. 464 p.

Comunicado Técnico, 11

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5
Tanquinho Velho - Caixa Postal 69
Cep.13820-000 - Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867-8700
Fax: (19) 3867-8740
E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

1ª edição

Comitê de publicações

Presidente: *Geraldo Stachetti Rodrigues*
Secretário-Executivo: *Maria Amélia de Toledo Leme*
Membros: *Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, José Maria Guzman, Manoel Dornelas de Souza, Heloisa F. Filizola, Cláudio C. de A. Buschinelli*

Expediente

Normalização Bibliográfica: *Maria Amélia de Toledo Leme*
Editoração eletrônica: *Alexandre R. Conceição*