



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO NA REFORMA DE CANAVIAL PARA PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS

**Pedro Luiz de Freitas<sup>(1)</sup>; Guilherme Kangussú Donagemma<sup>(2)</sup>; José Francisco Lumbreras<sup>(3)</sup>; Fábio Cesar da Silva<sup>(4)</sup>; Pedro Abel Vieira Junior<sup>(5)</sup>; Everton Luis Finoto<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa Solos, R Jardim Botânico 1024, 22460-000 Rio de Janeiro RJ, [freitas@cnps.embrapa.br](mailto:freitas@cnps.embrapa.br);

<sup>(2)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa Solos, RJ; <sup>(3)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa Solos, RJ; <sup>(4)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária, Av André Tosello 209 B.Geraldo 13083-886 Campinas SP; <sup>(5)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa SNT Escritório Negócios de Campinas, Av André Tosello 209 B.Geraldo 13083-886 Campinas SP; <sup>(6)</sup>

Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Pólo Regional do Centro Norte, Rod Washington Luiz (SP 310) km 372 C.P. 24, 15830-000 Pindorama, SP

**Resumo** - O manejo convencional de solos de textura arenosa em superfície sob cana-de-açúcar vem causando, ao longo dos anos, altos níveis de degradação. Nestas Áreas é possível observar perdas de solo e de água por erosão, mesmo em relevo suave-ondulado. Na busca de sistemas de manejo mais conservacionistas, estudos sobre o comportamento físico e químico destes solos estão em realização na região Centro-Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho é apresentar uma avaliação da influência do uso agrícola em áreas de reforma de cana-de-açúcar frente a uma área testemunha (mata). O estudo foi desenvolvido na área do Polo Regional do Centro-Norte da APTA e da Usina Colombo em Pindorama, SP. Realizou-se a caracterização do solo por meio da descrição e coleta de perfis de solo, propriedades químicas (pH, complexo sortivo, saturação por bases, fósforo assimilável, e ataque sulfúrico e físicas (granulometria, densidade do solo e porosidade total). Foi verificado que, em virtude do cultivo com a cana-de-açúcar, ocorre uma piora na qualidade física e química deste solo quando comparado com uma área de referência (com vegetação de floresta nativa), resultados a serem confirmados com outras determinações em andamento, sugerem que as práticas de manejo adotadas não estão adequadas e, portanto, torna-se necessário buscar alternativas às práticas atuais visando manter a sustentabilidade agrícola destas terras, reconhecidamente de elevada vulnerabilidade à degradação.

**Palavras-Chave:** manejo do solo, sistema plantio direto, comportamento do solo, caracterização pedológica.

### INTRODUÇÃO

A expansão observada da cultura de cana-de-açúcar nos estados da região centro-sul do Brasil, em especial no oeste de São Paulo, leste de Mato Grosso do Sul e noroeste do Paraná, vem se dando prioritariamente com a adoção da colheita mecanizada e o uso mais intensivo da terra, com a erradicação da queima da biomassa ou da palhada. Por outro lado, continua sendo feito cultivo convencional, ou seja, empregando aração e gradagem,

prática que tem causado a degradação da estrutura do solo e conseqüentemente o aumento nas perdas de solo por erosão e o assoreamento de cursos d'água. Ressalta-se que, em muitas áreas onde ocorrem solos de textura arenosa em superfície e acentuado incremento de argila em profundidade o que, associado ao relevo suave ondulado e rampas longas, os tornam de elevada vulnerabilidade aos processos erosivos. Há necessidade de emprego de manejo e práticas conservacionistas, sendo interessante adoção de sistema plantio direto. Uma alternativa a ser viabilizada é a incorporação de espécies oleaginosas como soja e amendoim para produção de biocombustíveis por ocasião da reforma do canavial. Para tanto, uma série de atividades estão sendo executadas para a caracterização e aprimoramento destes sistemas de produção considerando a sustentabilidade nas dimensões socioeconômica e ambiental. Nesse sentido, unidades de observação – UOs – estão sendo instaladas e monitoradas em áreas representativas, às quais se inclui a região centro-norte do Estado de São Paulo onde predominam os Argissolos. De grande representatividade no país, os Argissolos Vermelhos eutróficos abruptos e não abruptos, de textura superficial arenosa, são regionalmente conhecidos como Solos Podzolizados de Lins e Marília (Brasil, 1960; Oliveira et al., 1999).

Estudos sobre o comportamento físico e químico do solo são necessários, de modo a disponibilizar aos gestores das unidades de produção de cana-de-açúcar informações úteis sobre a introdução de culturas anuais no momento da reforma do canavial. Para que este sistema de produção seja viável, é necessário que a prática seja viável economicamente, seja exequível em termos de administração da atividade e que beneficie diretamente a cultura de cana-de-açúcar, proporcionando maiores produtividades e o aumento do número de cortes.

O objetivo deste trabalho é apresentar a avaliação inicial da influência do uso de cana sobre propriedades químicas e físicas de perfis de solo de áreas de reforma de cana-de-açúcar frente a uma área testemunha visando subsidiar o uso sustentável do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na área do Polo Regional do Centro-Norte da APTA, anteriormente denominada de

Estação Experimental do IAC em Pindorama, e em gleba vizinha a esta, localizada na área de produção de cana-de-açúcar da Usina Colombo – Açúcar e Álcool. O substrato geológico é constituído por arenitos do Grupo Bauru, de idade cretácea, localmente contendo cimento calcário. O relevo regional é suave ondulado e ondulado com vertentes longas e convexas e amplitudes altimétricas moderadas, em altitudes que variam de 500 a 600 metros.

O clima é tropical úmido (Cwa segundo classificação de Köppen) com estação chuvosa no verão e seca no inverno e, segundo dados da APTA de Pindorama, a precipitação anual é de cerca de 1250 mm, sendo os meses de dezembro a janeiro os mais chuvosos com temperatura média mensal de 24°C e os meses de julho a agosto os de menores precipitações pluviométricas e temperaturas de cerca de 19 °C, o que reflete em uma deficiência hídrica de cerca de 90 mm.

Os solos predominantes (Argissolos Vermelhos eutróficos abruptos e não abruptos), relacionados localmente com a Unidade Pindorama (Lepsch e Valadares, 1976) são bem drenados, profundos, com espessura do solum superior a 300 cm, com elevada saturação por bases e presença de um significativo gradiente textural ao longo do perfil, sendo o horizonte A de textura arenosa e o horizonte B de textura média, eventualmente argilosa, com argila de baixa atividade e predominantemente caulíníficos. O uso predominante é com lavouras de cana-de-açúcar e com pastagens de capim braquiária, ocorrendo poucos fragmentos da vegetação original de floresta tropical subperenifólia.

Foram avaliados dois usos: cana-de-açúcar (APTA 1), sem queima, com colheita mecanizada e preparo convencional (coordenadas 21° 13' 41,4" S. e 48° 54' 23,2" WGr.) e um uso com vegetação natural de remanescente florestal da Mata Atlântica (FLOR 1), como referência (coordenadas 21° 13' 09,8" S. e 48° 54' 30,0" WGr.).

A caracterização do solo foi realizada através da descrição morfológica, coleta de amostras e determinações analíticas de perfis em trincheiras utilizando metodologia da Embrapa (Santos et al., 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis de solo utilizados para a avaliação do efeito do uso continuado de um Argissolo Vermelho são apresentados nas Figuras 1 a 4. As características morfológicas são apresentadas na Tabela 1. Em decorrência da utilização da terra continuamente com lavoura de cana-de-açúcar (APTA 1), com preparo do solo convencional, e colheita mecanizada, ocorreu franca piora na qualidade física e química dos horizontes superficiais do solo. Embora de textura arenosa no horizonte A, o solo encontra-se moderadamente compactado até 62 cm de profundidade e, comparativamente com a área de vegetação nativa (FLOR 1), apresenta nestes horizontes uma degradação na estrutura, redução no volume de poros de tamanho médio e grande, assim como um sistema radicular pouco abundante.

Pela avaliação da cor e espessura do horizonte A, foi possível inferir a perda de horizonte A por erosão

(Figuras 1 e 2). Verificou-se a piora de qualidade do solo pelos menores valores de porosidade total e valores mais elevados de densidade do solo (valores mais altos de densidade do solo), e menores valores de pH, soma de bases, saturação por bases e carbono orgânico, comparativamente com a área de floresta (FLOR 1) (Tabela 2). A redução da porosidade está associada a camada compactada, formada em razão da passagem continuada dos implementos (arado e grade) a mesma profundidade. Os menores valores de pH são decorrência do consumo do calcário aplicado, da decomposição de matéria orgânica, e da liberação de H<sup>+</sup>, enquanto a redução da saturação por bases pela absorção de cálcio e magnésio pela cana-de-açúcar. Em contrapartida, os conteúdos de fósforo assimilável são mais elevados, evidenciando o seu aporte com a adubação química além de acumular por ser pouco móvel. Igualmente, foram observadas reduções nos valores de infiltração média e final observados no perfil APTA frente à referência de floresta (FLOR 1).

Embora submetidos a um manejo que se mostra inadequado, o comportamento físico-hídrico destes solos, de textura arenosa no horizonte A, de certo modo surpreende. Nesse sentido, pode-se inferir que contribuem para isso a sua mineralogia predominantemente caulínica, conforme indicam os índices Ki e Kr, a elevada proporção de areia fina em relação à areia grossa, com relação AG/AF inferior a 1, os baixos teores de silte, o reduzido conteúdo de matéria orgânica.

Das observações realizadas, recomenda-se buscar alternativas às práticas atuais visando manter a sustentabilidade agrícola destas terras, reconhecendo de elevada vulnerabilidade à degradação, o que pode implicar na mudança de sistemas de manejo do solo e da cultura desde a implantação inicial da cana-de-açúcar e na prática de reforma do canavial.

## CONCLUSÕES

1. As propriedades físicas e químicas foram influenciadas pelo uso continuado de cana-de-açúcar frente a referência observada sob vegetação natural de floresta, mostrando a degradação do solo.

2. A adoção do plantio direto para a implantação de culturas oleaginosas na reforma do canavial e mesmo na implantação da cultura de cana-de-açúcar em sequência pode ser inviabilizada dependendo do estágio de degradação do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo apoio através do macroprograma 2 ao projeto que recebeu o título: Desenvolvimento e modelagem de sistemas de produção de oleaginosas na reforma de canavial para produção sustentável de biodiesel na Região Centro-Sul.

Agradecem também à Usina Colombo Açúcar e Álcool na pessoa do seu diretor agrícola, Carlos Augusto Colombo e do coordenador de planejamento agrícola, Natalino Aparecido Izabel da Cruz, pela cessão da área para instalação da UO. Agradecem também ao diretor, Dr. Antonio Lucio Mello Martins, e a todos os pesquisadores e funcionários do Polo Regional do Centro Norte da APTA em Pindorama, SP.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo:** contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Brasil. Ministério da Agricultura. SNPA. Boletim, 12).

LEPSCH, I. F.; VALADARES, J. M. A. S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 2, p. 13-40, 1976.

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.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; & ANJOS, L. H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5.ed. Viçosa, MG, SBSC/SNLCS, 2005. 100p



**Figura 1.** Aspecto da vegetação na área de descrição do perfil FLOR 1.



**Figura 2.** Aspecto da paisagem na área de descrição do perfil APTA 1.



**Figura 3.** Perfil FLOR 1 (Argissolo Vermelho Eutrófico abráptico arenico) descrito sob vegetação natural.



**Figura 4.** Perfil APTA 1 (Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico) descrito em área de plantio de cana-de-açúcar.

**TABELA 1.** Características morfológicas dos perfis de solo sob floresta nativa (FLOR 1) e sob cultivo de cana-de-açúcar (APTA 1)

Horizonte Simb.	Prof.	Cor úmida	Classe textural	Estrutura <sup>(1)</sup>	Porosidade <sup>(2)</sup>	Raízes <sup>(3)</sup>
<b>Perfil FLOR 1 - Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico arênico</b>						
A <sub>1</sub>	0-6	5YR 2,5/2	franco-arenosa	mod peq e med gran	mui, peq, med e gr	mui fin, med e gro
A <sub>2</sub>	6-19	5YR 4/3	areia-franca	fr a mod peq e med bsa e gran	mui, peq, med e gr	mui fin, med e gro
A <sub>3</sub>	19-51	5YR 4/4	areia-franca	fra peq gran	mui, peq, med e gr	co a mui fin, med e gro
Bt <sub>1</sub>	51-73	2,5YR 3/4	franco-argiloarenosa	mod med bsa	mui peq e med, po gr	co a mui fin e med
Bt <sub>2</sub>	73-92	2,5YR 3/6	franco-argiloarenosa	fr a mod peq e med bsa	mui peq e med, po gr	co fin e med
Bt <sub>3</sub>	92-124	2,5YR 3/6	franco-argiloarenosa	fr a mod peq e med bsa	mui peq e med	po fin
Bt <sub>4</sub>	124-155	2,5YR 4/6	franco-argiloarenosa	fr a mod peq e med bsa	mui peq e med	ra fin

*Obs.: perfil ligeiramente úmido; serrapilheira de 4 a 5 cm de espessura; muita atividade biológica até 92 cm de profundidade.*

<b>Perfil APTA 1 - Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico</b>						
Ap	0-10	5YR 3/2	areia-franca	fr peq gran	co peq	co fin
A <sub>2</sub>	10-26	5YR 3/3	areia-franca	fr peq gran	co peq	co fin
A/B	26-42	5YR 4/4	areia-franca	fr peq gran	mui peq	ra fin
BA	42-62	2,5YR 3/4	franco-argiloarenosa	fr peq bsa e gran	mui peq	ra fin
Bt <sub>1</sub>	62-82	2,5YR 3/6	franco-argiloarenosa	fr peq e med bsa e gran	mui peq e med	po fin
Bt <sub>2</sub>	82-126	2,5YR 3/6	argiloarenosa	fr a mod peq e med bsa e gran	mui peq e med	po fin
Bw	126-155	2,5YR 4/6	franco-argiloarenosa	mod peq gran	mui peq e med	ra fin

*Obs.: perfil ligeiramente úmido; descrição morfológica na parede da linha da cana, já que na rua ocorreu aração ou subsolagem (espaçadas de 60 cm e com profundidade de 40 cm), verificando-se mistura do horizonte A com o Bt entre 26 e 42 cm; no dia seguinte o solo encontrava-se seco na metade superior do perfil, constatando-se consistência dura, sugerindo compactação moderada, nos horizontes Ap, A2, A/B e BA.*

<sup>(1)</sup> fr- fraca, mod- moderada, peq- pequena, med- média, gran- granular, bsa- blocos subangulares; <sup>(2)</sup> po- poucos, co- comuns, mui- muitos, peq- pequenos, med- médios, gr- grandes; <sup>(3)</sup> po- poucas, co- comuns, mui- muitas, fin- finas, med- médias, gro- grossas.

**TABELA 2.** Características físicas e químicas de solo sob floresta nativa (FLOR 1) e sob cultivo de cana-de-açúcar (APTA 1).

Horizonte Simb.	prof.	Granulometria <sup>(1)</sup>			AG/ AF <sup>(1)</sup>	Grau de Densid. Flocul. do solo %	Poros. %	pH H <sub>2</sub> O	Valor S <sup>(2)</sup> cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	Valor V <sup>(3)</sup> %	P assim mg.kg <sup>-1</sup>	C org. g.kg <sup>-1</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	
		AG	AF	Arg.												
<b>Perfil FLOR 1 - Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico arênico</b>																
A <sub>1</sub>	0-6	377	391	122	0,96	34	1,03	59	7,5	14,6	100	11	28,4	18	1,23	1,23
A <sub>2</sub>	6-19	374	458	100	0,82	20	1,28	50	7,4	4,4	100	2	5,6	19	1,06	1,06
A <sub>3</sub>	19-51	405	473	80	0,86	50	1,38	47	7,5	2,8	100	1	2,2	17	0,71	0,71
Bt <sub>1</sub>	51-73	315	370	263	0,85	16	1,36	47	6,6	4,9	83	1	3,7	43	1,58	1,58
Bt <sub>2</sub>	73-92	304	334	304	0,91	7	1,47	44	6,7	3,2	76	1	3,4	41	1,56	1,56
Bt <sub>3</sub>	92-124	290	347	284	0,84	100	1,42	46	5,6	3,6	68	1	2,7	43	1,45	1,45
Bt <sub>4</sub>	124-155	292	363	284	0,80	100	1,27	52	5,7	3,6	71	1	2,3	39	1,52	1,52
<b>Perfil APTA 1 - Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico</b>																
Ap	0-10	416	436	60	0,95	33	1,54	42	6,3	3,7	79	80	5,6	20	1,08	0,87
A <sub>2</sub>	10-26	407	467	80	0,87	0	1,66	37	6,2	2,8	70	30	3,7	18	1,07	0,87
A/B	26-42	366	458	121	0,80	0	1,73	34	6,7	2,8	80	6	2,3	25	1,24	1,00
BA	42-62	325	411	202	0,79	10	1,72	35	6,4	3,8	83	3	2,8	33	1,47	1,19
Bt <sub>1</sub>	62-82	294	333	304	0,88	7	1,54	42	6,3	5,1	81	2	3,3	41	1,62	1,33
Bt <sub>2</sub>	82-126	264	329	365	0,80	100	1,48	44	6,4	5,0	83	2	2,8	53	1,69	1,35
Bw	126-155	281	380	263	0,74	100	1,30	51	6,4	3,8	84	1	1,9	36	1,53	1,25

<sup>(1)</sup> AG - areia grossa; AF - areia fina; Arg. - argila; <sup>(2)</sup> Valor S - soma de bases; <sup>(3)</sup> Valor V - saturação por bases.