

# Avaliação da Fertilidade do Solo em Sistemas de Manejo do Solo de 1993 a 2005

---

*Henrique Pereira dos Santos<sup>1</sup>*

*Renato Serena Fontaneli<sup>1</sup>*

*Silvio Tulio Spera<sup>2</sup>*

*Gilberto Omar Tomm<sup>1</sup>*

*Daniela Batista dos Santos<sup>3</sup>*

*Vinícius de Lima Sberse<sup>4</sup>*

## Introdução

Em solos tropicais e subtropicais com intenso revolvimento normalmente a perda da matéria orgânica do solo equivale a 50 % do estoque original, num período, de 15 a 23 anos de cultivo (Bayer et al., 2003; Santi et al., 2007).

---

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista CNPq. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br; renatof@cnpt.embrapa.br; tomm@cnpt.embrapa.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: spera@cnpt.embrapa.br

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica-CNPq. Acadêmico de Agronomia da Universidade de Passo Fundo-UPF, Passo Fundo, RS.

<sup>4</sup> Estagiário Embrapa Trigo. Acadêmico de Agronomia da UPF.

Essas elevadas perdas possivelmente foram conseqüências das elevadas taxas de decomposição da matéria orgânica e do intenso processo erosivo nos solos submetidos ao sistema de preparo convencional. Porém, esses resultados de pesquisa só podem ser obtidos quando se compara diferentes sistemas de manejo de solo. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo do solo na fertilidade de solo, após vinte anos de cultivo.

## Método

O ensaio vem sendo conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS desde 1985, em Latossolo Vermelho distrófico típico (Streck et al., 2002).

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo (SMSs) – 1) plantio direto (PD), 2) preparo de solo com implemento de sete hastes, espaçadas de 0,50 m e no mínimo de 0,50 m de profundidade como cultivo mínimo - escarificador (CM), 3) preparo convencional de solo com arado de discos mais grade de discos (PCD) e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas mais grade de discos (PCA) – e em três sistemas de rotação de culturas (SRCs): I (trigo/soja), II (trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) e III (trigo/soja, ervilhaca/milho ou sorgo e aveia branca/soja). Como testemunha, um fragmento de floresta subtropical com araucárias

(FST), adjacente ao experimento, também foi amostrado com o mesmo número de repetições e admitido como referencial do estado estrutural do solo antes do mesmo ser submetido às alterações antrópicas. O delineamento experimental usado foi blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos SMSs, e a subparcela, pelos SRCs. A parcela principal media 360 m<sup>2</sup> e a subparcela, 40 m<sup>2</sup>. No presente trabalho serão abordados os dados sobre os SMSs.

Em novembro de 1985, antes da semeadura das culturas de inverno para instalação do experimento o solo foi escarificado a 0,3 m de profundidade e submetido a correção de acidez com 7,0 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 90%), visando a elevar o pH em água a 6,0. Depois, não foi mais aplicado calcário na área experimental. A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental.

Em abril de 2001 e 2003, após a colheita das culturas de verão e em agosto de 2005, durante o manejo das culturas de inverno, foram coletadas amostras de solo compostas (duas subamostras por parcela), nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. As análises (pH em água, P, K, matéria orgânica, Al e Ca + Mg) seguiram o método descrito por Tedesco et al. (1995). O carbono orgânico em cada camada foi determinado pela expressão:  $C_{\text{acumulado}} = C * D_s * L$ , onde  $C_{\text{acumulado}}$  corresponde ao carbono acumulado em Mg/ha; C é o conteúdo de carbono em g/kg de solo;  $D_s$  é a densidade

do solo em  $\text{g/cm}^3$ ; e L é a espessura da camada em centímetros (Roscoe & Machado, 2002).

Os SMSs foram comparados, dentro de cada ano e análise conjunta dos anos, para cada propriedade química de solo, na mesma profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas no mesmo SMS. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (SAS, 2003). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F.

## Resultados

Os resultados serão discutidos a partir da avaliação de 1993, na qual foi feita a amostragem do solo em quatro profundidades. Os valores médios de pH do solo (Tabela 1), em todos os SMSs, em 2001, 2003 e 2005 foram menores, em relação ao observado, em 1993, em todas as camadas estudadas. Nos SMSs houve acidificação em todas as camadas estudadas, necessitando nova calagem para restabelecer condição recomendada para leguminosas (Sociedade, 2004). Porém, a acidificação da camada superficial do solo não afetou o rendimento médio de grãos das espécies em cultivo, de 1993 a 2005. Em 1993, o preparo convencional de solo com arado de discos (PCD) e o cultivo mínimo (CM), apresentaram valores maiores de pH do que o plantio direto (PD) e o preparo convencional de solo com arado de aivecas (PCA),

na camada 0-5 cm. Nas camadas 5-10 e 10-15 cm, também verificaram-se valores de pH superiores no PCD, em relação ao PD e CM. Nesse ano observa-se que houve distribuição uniforme de calcário pois os valores de pH são semelhantes em todas as camadas de amostragem de solo. Em 2001, nas camadas 0-5 e 5-10 cm, os valores de pH, dos PCD e PCA, foram superiores, em comparação ao PD e CM. Neste ano houve diferença de valor de pH de solo entre as profundidades estudadas. O valor de pH em PD aumentou da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm. Em 2003, os PCA, PCD e CM, mostraram valores maiores de pH nas camadas 0-5 e 5-10 cm, em relação ao PD. O PCD foi superior ao CM e ao PD, para valor de pH, nas camadas 5-10 e 15-20 cm. Nesse ano, o valor de pH no PD diminuiu da camada 0-5 cm para a camada 5-10 cm. Em 2005, o PCA e PCD apresentaram valores maiores de pH, nas camadas 5-10 cm e 10-15 cm, em relação ao PD e ao CM. Em 2001, 2003 e 2005, todos os SMSs estudados apresentaram valores superiores de pH, em comparação à floresta subtropical (FST), em todas as camadas estudadas. O valor de pH aumentou da camada 0-5 cm para a camada 15-20 m.

O valor de Al trocável de solo (Tabela 1), em 2001, 2003 e 2005, em todos os SMSs e em todas as profundidades, foi maior após treze anos, em relação a 1993. O teor de Al variou inversamente com o pH em todos os SMSs. Observou-se, nesse caso, que a calagem realizada em 1985 perdeu o efeito residual. Em 1993, o PCA apresentou valor maior de Al, na camada 0-5 cm do que o PD, PCD e o CM. Nas camadas 5-10 e 10-15 cm, o PD

e PCA foram superiores ao PCD para o valor de Al. Nesse ano, o valor de Al aumentou da camada 0-5 cm para 15-20 cm no PD, PCD e CM. Em 2001, o PD mostrou valor maior de Al do que PCD, na camada 5-10 cm. Nesse ano, o valor de Al em CM aumentou da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm. Em 2003, o PD mostrou valor maior de Al do que o PCD, PCA e CM, na camada 5-10 cm. Nesse ano, o valor de Al da camada 0-5 cm aumentou, em relação à camada 15-20 cm, no PCA. Em 2005, nas camadas 5-10 e 10-15 cm, o PD mostrou valor maior de Al do que PCD, PCA e CM. A FST apresentou maior valor de Al, em relação a todos os SMSs estudados, nas camadas 0-5 cm a 15-20 cm, em razão da natureza ácida do latossolo. Em dois dos quatro SMSs, houve diferenças quanto ao valor de Al, em todas as camadas estudadas. O valor de Al da camada 0-5 cm foi menor, em relação à camada 10-15 cm, no PD e no CM. Em 2001, 2003 e 2005, a FST apresentou maior valor de Al, em comparação a todos os SMSs, nas camadas 0-5 cm a 15-20 cm.

Os teores de Ca e Mg trocáveis do solo (Tabela 1), em 1993, em todas as camadas são considerados elevados para o crescimento e desenvolvimento das culturas tradicionais da região (Sociedade, 2004), enquanto que, nos anos de 2001, 2003 e 2005, os valores de Ca e Mg estão abaixo desse teor de 1993. A acidez do solo da área experimental havia sido corrigida com calcário dolomítico vinte e um anos antes desta avaliação. Em 1993, PD, PCD e CM apresentaram valores maiores de Ca e Mg do que PCA, nas camadas 0-5 e 10-15 cm. Isso pode ser reflexo do maior revolvimento do solo no PCA.

Em 2001, não houve diferença para os teores de Ca e de Mg entre os SMSs. Porém, somente sob PCD os teores de Ca e Mg aumentaram da camada 0-5 para a camada 15-20 cm. Em 2003, não houve diferença para o teor de Mg entre os SMSs. Todavia, para o teor de Ca, no PD foi superior ao PCD e ao PCA, na camada 0-5 cm. Por sua vez, o CM mostrou maior teor de Ca, em comparação ao PCA, na mesma camada. Em 2005, na camada 0-5 cm, o PD apresentou teor de Ca maior do que PCD e PCA, porém, na camada 5-10 cm ocorreu o inverso. Na camada 10-15 cm o PCD mostrou teor de Ca mais elevado do que PD e PCA. Por sua vez, o CM foi superior no teor de Ca, em relação ao PD, nas camadas 5-10 e 10-15 cm. Nos anos de 2001, 2003 e 2005, em todas as camadas estudadas, o teor de Ca e de Mg de todos os SMSs foi maior do que da FST. Na camada 0-5 cm, o teor de Mg sob PD foi maior do que nos demais SMSs, porém nas camadas 5-10, 10-15 e 15-20 cm, PCD e PCA foram superiores ao PD e ao CM. Os teores de Ca e de Mg diminuíram da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm no PD e no CM.

O nível de matéria orgânica do solo - MOS (Tabela 2), em 2001, 2003 e 2005, nas duas primeiras camadas, no PD foi superior ao registrado treze anos antes, em 1993. Porém, no PCD e PCA, os níveis de MOS em todas as camadas foi igual ou diminuíram paulatinamente com o passar dos anos, em relação ao nível de 1993. Em 1993, o PD e o CM apresentaram nível de MOS maior do que o PCD e PCA, na camada 0-5 cm. Na camada 5-10 cm, o CM foi superior à PCD e PCA, quanto ao nível de MOS. Em 2001, o PD mostrou nível de MOS maior do

que o CM, PCD e PCA, na camada 0-5 cm. Em 2003, o nível de MOS no PD não foi diferente estatisticamente da FST. Além disso, o PD foi superior a todos os demais SMSs estudados para o nível de MOS, na camada 0-5 cm, porém, na camada 10-15 cm, ocorreu o inverso. Por sua vez, o CM apresentou maior nível de MOS do que o PCD e PCA, igualmente na camada 0-5 cm. Em 2005, nos SMSs, destacou-se o PD, sistema no qual tem sido observado acúmulo de MOS na camada superficial do solo, indicando que essa prática de manejo de solo pode contribuir para o aumento do nível de MOS, e, conseqüentemente, da fertilidade de solo. Nessa avaliação, o nível de MOS no PD esteve relativamente próximo da FST, apontando a eficiência do sistema PD em acumular carbono, assemelhando-se à FST. O PD foi superior a todos os demais SMSs estudados para nível de MOS, na camada 0-5 cm. Nos anos de 1993, 2001, 2003 e 2005, houve diferenças no nível de MOS entre as profundidades no PD e no CM, decrescendo progressivamente da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm.

O teor de P extraível do solo, de 2001, 2003 e 2005, em todas camadas e em todos SMSs, foi superior ao valor considerado crítico (9,0 mg/kg, de acordo com Sociedade, 2004) nessa classe de solo para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (Tabela 2). O teor de P encontrado na avaliação de 2005, em todas camadas e SMSs, foi mais elevado que o teor avaliado em 1993. Provavelmente, isso decorreu da acumulação resultante da aplicação superficial desse nutriente duas vezes ao ano. Em 1993, o PD e CM foram superiores ao PCD e PCA, para o valor de P, na camada 0-5 cm. Em

2001, o teor de P em PD e CM foi superior a PCD, PCA e FST, nas camadas 0-5 e 5-10 cm. Por outro lado, na última camada estudada, PCD mostrou maior teor de P do que PD, CM e FST. Em 2003, o PD foi superior ao PCD, ao PCA, ao CM e à FST, para o teor de P, nas camadas 0-5 e 5-10 cm. Por sua vez, o teor de P no CM foi maior do que no PCD, na primeira camada. O PCD, PCA e CM também apresentaram maior teor de P, em relação a FST, nas camadas 0-5, 5-10 e 10-15 cm. Em 2005, o PD e o CM foram superiores ao PCD e ao PCA, para teor de P, nas camadas 0-5 cm e 5-10 cm. Isso também foi verdadeiro, para PD, em comparação ao CM, na camada 0-5 m. Esse acúmulo de P na camada superficial do solo nos sistemas conservacionista tem sido mais benéfico do que nos sistemas de preparo convencionais de solo, por estar mais prontamente disponível na camada de maior absorção de nutrientes pelas raízes das plantas. Todos SMSs mostraram teor de P maior do que a FST, em todas camadas estudadas. O acúmulo de P nas camadas mais próximas à superfície nos sistemas de manejo conservacionistas decorre da mínima mobilização de solo por ocasião da distribuição de sementes e de fertilizantes e da baixa mobilidade desse nutriente no solo. Os SMSs estudados diferiram quanto ao teor de P, na maioria das profundidades estudadas, diminuindo da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm. Esse comportamento foi mais evidente no PD do que no CM, determinando diferenças no teor de P extraído, na camada 0-5 cm, em 1993, de 3,6 a 4,3, em 2001, de 2,7 a 3,4, em 2003, de 3,4 a 4,5, em 2005, de 1,7 a 3,2 vezes superiores em relação à camada 15-20 cm.

O teor de K disponível, em 1993, em 2001, 2003 e 2005, nas três primeiras camadas e em todos SMSs (Tabela 2), foi superior ao valor considerado crítico ( $80 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ , de acordo com Sociedade, 2004) para crescimento e desenvolvimento das culturas tradicionais. O teor de K, em 2003 e 2005, em todas camadas e SMSs, foi mais elevado que o teor avaliado em 1993. Em 1993, o PD e CM mostraram valores superiores ao PCD e PCA, na camada 0-5 cm. O CM foi também superior ao PCD e PCA, na camada 5-10 cm. Além disso, o CM apresentou maior teor de K, nas camadas 0-5 e 5-10 cm do que PCD. Por sua vez, PD foi superior a PCD somente na camada 5-10 cm. Em 2003, o PD mostrou maior teor de K, na camada 0-5 cm, em relação ao PCD e ao PCA. O PD foi ainda superior, quanto ao teor de K, ao PCD, na camada 5-10 cm, e ao CM, na camada 15-20 cm. Em 2001, 2003 e 2005, os SMSs mostraram, em todas as camadas estudadas, teor de K superior ao da FST. Em 2005, o PD apresentou teor de K trocável, na camada 0-5 cm, maior que do PCD. Da mesma forma que para o teor de P extraível, o acúmulo de K trocável na camada superficial sob plantio direto tem sido mais benéfico na nutrição das espécies em estudo do que na camada 10 a 20 cm, dos sistemas de preparo convencionais de solo. Houve diferença significativa do teor de K, na maioria das profundidades estudadas, diminuindo o valor da camada 0-5 cm para a camada mais profunda (15-20 cm). Essa tendência foi mais evidente no PD do que no CM, ou seja, o teor de K, em 1993 foi 2,9, em 2001, 1,72 a 1,92, em 2003, 2,0 a 2,3, em 2005, 1,2 a 1,5 vezes superior, na camada 0-5 cm, em comparação à camada 15-20 cm. Nos sistemas conservacionistas, os fertili-

zantes à base de K são depositados na superfície ou na linha de semeadura. Além disso, os resíduos vegetais são deixados na superfície, o que permite que esse elemento se acumule na camada superficial do solo.

Em 2001 e 2003 o PD e CM mostraram maior nível de carbono orgânico (C) acumulado do que o PCD e PCA, na camada 0-20 cm (Tabela 2). Por sua vez, todos SMSs foram superiores para o nível de C acumulado, em comparação a FST, na camada 0-20 cm. Em 2005, o PD apresentou nível de C acumulado superior aos demais SMSs e a FST, na camada 0-20 cm. Observa-se ainda que, o PD e CM superaram a FST para o nível de C acumulado, na camada 0-20 cm. Com o passar dos anos, o nível de C acumulado diminuiu, em todos os SMSs, provavelmente, em função das condições climáticas.

## Conclusões

1. No plantio direto (PD) há acúmulo de matéria orgânica, fósforo extraível e potássio trocável, na camada 0-5 cm.
2. Em 2003, não há diferença no teor de matéria orgânica entre o PD e com floresta subtropical (FST). Na camada 0-5 cm o teor de matéria orgânica foi igual ao da FST. O teor de carbono orgânico acumulado foi mais elevado sob PD em relação aos demais sistemas de manejo do solo e à FST, na camada 0-20 cm.

3. O teor de matéria orgânica e os teores de fósforo e potássio diminuem progressivamente da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm, no PD.

4. A FST apresentou menor valor de pH e teores de cálcio, fósforo e potássio, e maior teor de Al em relação aos sistemas de manejo do solo.

## Referências Bibliográficas

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, 2003.

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.

SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. **Potencial de sequestro de carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 78). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do78.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.htm)>.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Microsoft Windows version 8.2**. Cary, NC, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio**

**Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre, 2004. 394 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 2. ed. rev. ampl. **Análise de solos, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5.).

**Tabela 1.** Valores médios de pH em água, de alumínio, de cálcio e magnésio trocáveis, avaliados em 1993, 2001 e 2003, após as culturas de verão, e em 2005, durante o manejo das culturas de inverno, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	0-5				5-10			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
----- pH (água 1:1) -----								
PD	5,43 A	5,08 C	5,24 B	5,03 C	5,32 A	5,11 B	5,12 B	4,93 C
PCD	5,57 A	5,28 B	5,32 B	5,09 C	5,57 A	5,27 B	5,35 B	5,13 C
PCA	5,37 A	5,24 B	5,33 A	5,10 C	5,39 A	5,21 B	5,33 A	5,13 B
CM	5,55 A	5,17 C	5,32 B	5,03 D	5,45 A	5,13 C	5,23 B	5,01 D
Floresta	-	4,30 A	4,73 A	4,43 A	-	4,40 A	4,57 A	4,37 A
----- Alumínio (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) -----								
PD	0,25 C	7,9 A	5,32 B	9,33 A	0,40 C	10,9 B	10,93 B	19,10 A
PCD	0,28 C	8,2 B	7,33 B	12,54 A	0,23 C	8,1 A	7,47 B	13,01 A
PCA	0,44 D	8,5 C	6,95 B	12,79 A	0,42 D	9,8 B	7,02 C	12,86 A
CM	0,19 D	7,2 B	5,22 C	11,04 A	0,28 D	9,2 B	7,65 C	13,66 A
Floresta	-	29,1 A	18,93 A	36,27 A	-	26,8 A	31,40 A	43,00 A
----- Cálcio (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) -----								
PD	48 A	33 C	40 B	37 B	45 A	30 BC	33 B	28 C
PCD	46 A	32 C	35 B	32 C	47 A	33 B	35 B	33 B
PCA	41 A	29 C	33 B	31 C	41 A	30 C	32 B	31 BC
CM	49 A	32 C	38 B	34 C	47 A	31 C	35 B	33 BC
Floresta	-	11 A	28 A	21 A	-	11 A	11 A	13 A

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	0-5				5-10			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
	Magnésio (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )							
PD	23 A	18 B	18 B	16 C	23 A	16 B	15 B	11 C
PCD	23 A	18 B	16 B	14 C	25 A	19 B	17 B	14 C
PCA	22 A	17 B	18 B	14 C	21 A	18 B	17 B	14 C
CM	24 A	18 B	18 B	14 C	23 A	17 B	15 B	13 C
Floresta	-	8 A	21 A	7 A	-	9 A	11 A	4 A

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e floresta: floresta subtropical. Médias seguidas da mesma letra por profundidade, nos sistemas de manejo do solo, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%.

**Tabela 1.** Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	0-5				5-10			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
	-----Magnésio (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )-----							
PD	23 A	18 B	18 B	16 C	23 A	16 B	15 B	11 C
PCD	23 A	18 B	16 B	14 C	25 A	19 B	17 B	14 C
PCA	22 A	17 B	18 B	14 C	21 A	18 B	17 B	14 C
CM	24 A	18 B	18 B	14 C	23 A	17 B	15 B	13 C
Floresta	-	8 A	21 A	7 A	-	9 A	11 A	4 A

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e floresta: floresta subtropical. Médias seguidas da mesma letra por profundidade, nos sistemas de manejo do solo, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 1. Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	10-15				15-20			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
----- pH (água 1:1) -----								
PD	5,34 A	5,22 A	5,24 A	5,02 B	5,33 A	5,29 A	5,29 A	5,13 B
PCD	5,56 A	5,27 C	5,38 B	5,22 C	5,45 A	5,30 BC	5,41 AB	5,20 C
PCA	5,36 A	5,23 B	5,34 A	5,17 B	5,32 A	5,27 A	5,31 A	5,16 B
CM	5,47 A	5,17 C	5,29 B	5,04 D	5,45 A	5,27 B	5,38 AB	5,09 C
Floresta	-	4,23 A	4,53 A	4,37 A	-	4,23 A	4,60 A	4,40 A
----- Alumínio (mmol./dm <sup>3</sup> ) -----								
PD	0,46 C	9,7 B	9,00 B	19,37 A	0,53 C	9,00 B	7,70 B	15,99 A
PCD	0,23 C	8,1 B	7,34 B	11,98 A	0,40 C	7,90 B	7,59 B	13,17 A
PCA	0,46 C	9,3 B	8,34 B	13,67 A	0,54 C	9,50 B	9,38 B	13,28 A
CM	0,26 D	9,4 B	7,63 C	14,70 A	0,38 C	8,10 B	6,38 B	15,72 A
Floresta	-	36,1 A	34,23 A	46,67 A	-	37,80 A	34,53 A	45,37 A
----- Cálcio (mmol./dm <sup>3</sup> ) -----								
PD	44 A	31 BC	35 B	28 C	42 A	32 BC	37 B	32 C
PCD	47 A	33 B	34 B	34 B	43 A	33 B	35 B	33 B
PCA	40 A	30 C	32 B	31 BC	39 A	29 C	32 B	32 B
CM	48 A	31 C	36 B	32 C	44 A	32 B	37 B	32 C
Floresta	-	2 A	8 A	8 A	-	1 B	8 A	9 A

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	10-15				15-20			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
	----- Magnésio (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) -----							
PD	23 A	17 B	17 B	11 C	23 A	18 B	18 B	12 C
PCD	25 A	18 B	17 B	15 C	24 A	20 B	17 C	14 D
PCA	22 A	18 B	17 B	14 C	22 A	18 B	17 B	14 C
CM	25 A	17 B	16 B	13 C	25 A	19 B	18 B	12 C
Floresta	-	4 A	7 A	3 A	-	4 A	7 A	4 A

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e floresta: floresta subtropical. Médias seguidas da mesma letra por profundidade, nos sistemas de manejo do solo, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%.

**Tabela 2.** Valores médios de matéria orgânica, de P extraível, de K trocável e de C acumulado, avaliados em 1993, 2001 e 2003, após as culturas de verão, e em 2005, durante o manejo das culturas de inverno, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	0-5				5-10			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
----- Matéria orgânica (g/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	38 B	38 B	44 A	40 B	30 B	32 AB	34 A	31 B
PCD	31 AB	30 B	32 A	28 C	31 B	30 B	32 A	28 C
PCA	29 B	29 BC	33 A	28 C	30 B	29 B	32 A	28 C
CM	36 AB	35 B	37 A	32 C	32 B	32 B	34 A	31 B
Floresta	-	37 A	48 A	36 A	-	38 A	36 A	29 A
----- Fósforo (mg/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	34,5 B	36,2 B	48,9 A	59,6 A	18,8 C	36,7 B	43,5 AB	53,9 A
PCD	17,7 C	24,1 B	24,7 B	31,7 A	17,1 C	19,9 BC	23,1 B	31,8 A
PCA	13,5 D	19,7 C	25,9 B	33,7 A	11,9 C	17,4 B	19,9 B	33,0 A
CM	28,0 B	29,1 B	35,1 B	46,1 A	21,9 C	28,2 BC	32,4 B	49,7 A
Floresta	-	3,8 A	6,3 A	4,3 B	-	5,0 A	2,5 A	3,3 B
----- Potássio (mg/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	277 B	227 C	316 A	298 AB	178 B	194 B	247 A	262 A
PCD	211 B	200 B	246 A	255 A	158 C	160 C	218 B	265 A
PCA	217 B	217 B	301 A	273 A	165 B	176 B	255 A	283 A
CM	277 B	240 C	311 A	276 B	197 B	196 B	240 A	263 A
Floresta	-	54 A	75 A	83 A	-	55 A	36 A	53 A

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	10-15				15-20			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
----- Matéria orgânica (g/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	28 A	28 A	29 A	26 B	28 A	27 A	28 A	25 B
PCD	29 B	29 B	31 A	28 B	27 B	29 A	31 A	27 B
PCA	29 B	28 BC	31 A	27 C	27 C	28 BA	29 A	27 BC
CM	28 C	30 AB	31 A	29 BC	27 A	28 A	28 A	27 A
Floresta	-	36 A	30 A	26 A	-	39 A	27 A	28 A
----- Fósforo (mg/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	12,2 B	18,1 B	20,0 B	37,6 A	7,9 B	10,7 B	10,8 B	18,6 A
PCD	13,9 C	17,1 BC	21,8 B	33,5 A	8,2 C	14,3 B	18,1 B	30,3 A
PCA	9,3 C	15,5 B	16,3 B	33,8 A	8,9 B	12,1 B	14,2 B	29,6 A
CM	12,5 B	19,1 B	19,3 B	39,2 A	7,7 B	10,7 B	10,3 B	27,8 A
Floresta	-	2,8 A	1,8 A	2,7 A	-	2,8 A	1,8 A	3,0 A
----- Potássio (mg/kg <sup>3</sup> ) -----								
PD	134 C	161 C	191 B	225 A	97 C	132 B	161 B	195 A
PCD	132 C	145 C	208 B	280 A	91 D	119 C	191 B	247 A
PCA	135 C	146 C	206 B	287 A	98 C	127 C	163 B	264 A
CM	139 C	158 BC	185 B	249 A	97 C	125 B	133 B	222 A
Floresta	-	31 B	22 C	41 A	-	25 AB	22 B	44 A

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Sistema de Manejo do solo	Profundidade (cm)							
	10-15				15-20			
	1993	2001	2003	2005	1993	2001	2003	2005
	0-20 cm							
	Carbono acumulado (Mg/ha)							
PD	-	-	-	-	-	136 A	103 B	88 C
PCD	-	-	-	-	-	120 A	99 B	76 C
PCA	-	-	-	-	-	115 A	96 B	76 C
CM	-	-	-	-	-	126 A	102 B	79 C
Floresta	-	-	-	-	-	87 A	92 A	67 A

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e floresta: floresta subtropical. <sup>1</sup>No ano de 1995, não foi coletada amostra para determinação dos atributos físicos do solo, para juntamente com matéria orgânica calcular o carbono orgânico do solo. Médias seguidas da mesma letra por profundidade, nos sistemas de manejo do solo, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%