

## PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS E PRODUTIVIDADE DE MILHO AFETADAS PELO MANEJO DO SOLO COM TRAÇÃO ANIMAL, NUMA TERRA BRUNA ESTRUTURADA

### PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND MAIZE PRODUCTIVITY AS AFFECTED BY SOIL MANAGEMENT WITH ANIMAL TRACTION, ON AN HAPLUDOX

Idegardis Bertol<sup>1</sup> Olívio Ciprandi<sup>2</sup> Luciano Nicanor Gomes de Campos<sup>3</sup> Odair Batistela<sup>3</sup>

#### RESUMO

A degradação física do solo é um dos principais processos responsáveis pelo aumento da erosão hídrica. Os preparos convencionais normalmente são aceleradores desse processo, enquanto a semeadura direta apresenta-se como um sistema de manejo conservacionista, pois mantém os resíduos culturais na superfície e preserva a matéria orgânica do solo. Contudo, a semeadura direta pode também aumentar a densidade e diminuir a porosidade total na superfície do solo. O trabalho foi desenvolvido numa Terra Bruna estruturada, no município de Lebon Régis - SC, no período de junho de 1995 a maio de 1999. Os tratamentos de preparo do solo, preparo convencional com uma aração com arado "fuçador" de tração de animal + uma gradagem com tração mecânica e semeadura direta com semeadora "saraquá", foram executados em quatro repetições. No início, a área experimental foi cultivada com aveia e, a partir do segundo cultivo, milho e aveia em semeadura direta e milho e pousio no preparo convencional, ambos em sucessão. Em maio de 1999, foram avaliadas a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, fósforo extraível, potássio trocável e carbono orgânico nas camadas de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0 e 10,0-15,0cm de profundidade. A densidade do solo, macroporosidade e microporosidade no solo sob semeadura direta foram semelhantes aos valores do solo sob preparo convencional, em todas as profundidades. O carbono orgânico, fósforo extraível e potássio trocável apresentaram maiores valores na semeadura direta do que no preparo convencional, na camada de 0-5,0cm.

**Palavras-chave:** semeadura direta, preparo com tração animal, densidade do solo, porosidade do solo, carbono orgânico.

#### SUMMARY

Soil physical degradation is one of the main factors responsible for water erosion. The conventional tillage, usually,

accelerates soil degradation process because it involves an intense soil tillage, whereas no-tillage is considered a soil conservation management system because it preserves crop residue on the soil surface, and increase soil organic matter. However, no-tillage may also increase soil surface density and decrease surface total porosity. This study was conducted in Lebon Régis, Santa Catarina State, Brazil, on a Hapludox soil, from June 1995 to May 1999. Two soil tillage treatments were used: conventional tillage (animal traction plowing) and no-tillage. Each tillage treatment was replicated four times. The crops used were oat and maize in no-tillage system and maize and fallow in conventional tillage system. Soil bulk density, organic carbon, macroporosity, microporosity, total porosity, phosphorus and potassium were evaluated in the soil layers of 0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-10.0 and 10.0-15.0cm depth. The values of soil bulk density, macroporosity and microporosity did not differ in all layers studied. The organic carbon, phosphorus and potassium values were higher for no-tillage than conventional tillage, for the 0-5.0cm layer.

**Key words:** no-tillage, animal traction plowing, soil density, soil porosity, organic carbon.

#### INTRODUÇÃO

O preparo do solo é uma das operações mais importantes do manejo, pois dele depende, em grande parte, o destino a ser dado aos restos culturais e a rugosidade superficial do solo, cujos fatores têm alta eficácia na redução da erosão hídrica (COGO, 1981; BERTOL, 1995; BERTOL *et al.*, 1997; HERNANI *et al.*, 1997), bem como a distribuição de nutrientes, especialmente fósforo e potássio, na camada preparada (VIEIRA, 1985; SCHICK

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor da Faculdade de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UDESC, CP 281, 88520-000, Lages, SC. Pesquisador do CNPq. E-mail: a2ib@cav.udesc.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor da Faculdade de Agronomia, CAV/UDESC, Lages, SC.

<sup>3</sup>Aluno da Faculdade de Agronomia, CAV/UDESC, Lages, SC. Bolsista de Pesquisa CNPq-PIBIC.

*et al.*, 1999). A semeadura direta executada sem o preparo do solo, por outro lado, preserva os resíduos culturais na superfície, constituindo-se numa das alternativas de manejo capaz de reduzir a erosão hídrica (BERTOL *et al.*, 1997; HERNANI *et al.*, 1997; SCHICK *et al.*, 1999). Apesar disso, a semeadura direta ocasiona a redução da rugosidade superficial (COGO, 1981; BERTOL, 1995), altera as propriedades físicas quando executada com tração mecânica (BERTOL *et al.*, 2000), provoca um gradiente de concentração de nutrientes na camada superficial (VIEIRA, 1985; SCHICK *et al.*, 1999) e pode reduzir a capacidade produtiva do solo (HERNANI *et al.*, 1999).

A consolidação da superfície do solo necessita ser melhor estudada, pois varia com o tipo de solo, preparo e equipamento utilizados, bem como com o tempo de condução do sistema (VIEIRA, 1985; ELTZ *et al.*, 1989; BERTOL *et al.*, 2000). A densidade do solo, através da qual se pode inferir sobre a consolidação, normalmente é maior na camada superficial da semeadura direta executada com tração mecânica, na qual não há revolvimento e ocorre pressão das máquinas e equipamentos (VIEIRA, 1985; BERTOL *et al.*, 2000). No entanto, em alguns tipos de solo, esses valores podem não diferir com o manejo, especialmente quando o tempo de condução é relativamente curto (ELTZ *et al.*, 1989). O adensamento e compactação do solo acarretam diminuição da macroporosidade (BERTOL *et al.*, 2000), o que implica uma diminuição do espaço aéreo e aumento da resistência mecânica à penetração de raízes no solo (BERTOL, 1989).

Nas pequenas propriedades agrícolas, as operações de manejo do solo normalmente são executadas com tração animal (BATAVO, 1999), o que pode preservar as propriedades físicas da camada superficial do solo, tanto na semeadura direta quanto no preparo convencional. Isso ocorre porque os equipamentos de tração animal não apresentam a característica de pressionar o solo durante a execução das operações de manejo, tal como ocorre com a tração mecânica. Além disso, revolvem o solo menos intensamente, danificando menos a estrutura do que a tração mecânica, especialmente por ocasião do preparo do solo. A maioria das pequenas propriedades não dispõe de área e recursos financeiros que viabilizem a motomecanização, utilizando-se principalmente da tração animal (BATAVO, 1999). Nessa condição, muitas vezes, a área cultivada é limitada pela disponibilidade de mão-de-obra para preparo do solo e semeadura das culturas. A semeadura direta, ao necessitar de menor quantidade de mão-de-obra para o preparo do solo e semeadura, permite a exploração de maiores áreas de cultivo ou a liberação da

mão-de-obra para outras atividades na propriedade, possibilitando melhoria na renda do produtor (CIPRANDI *et al.*, 1998; BATAVO, 1999).

O objetivo deste trabalho foi quantificar as modificações na densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, relação macroporos/porosidade total, fósforo extraível e potássio trocável, a distintas profundidades numa Terra Bruna estruturada, ocasionadas pela semeadura direta executada com semeadora "saraquá" e pelo preparo convencional do solo executado com uma aração com arado "fuçador" de tração animal, bem como os reflexos dessas modificações na produtividade do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre junho de 1995 e maio de 1999 em Lebon Régis - SC, sobre Terra Bruna estruturada, contendo 59% de argila, 5% de areia, 36% de silte e 5% de matéria orgânica, na camada de 0-20cm do solo. Em abril de 1995, a área experimental foi corrigida com 6,0Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico para elevar o pH do solo a 6,0. O calcário foi incorporado com uma aração + duas gradagens com tração mecânica. Em outubro de 1995, após o cultivo inicial de aveia, a densidade do solo era de 1,01Mg m<sup>-3</sup>, a macroporosidade 20dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup>, microporosidade 41dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup> e porosidade total 61dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup>, o fósforo 69mg kg<sup>-1</sup> e potássio 114mg kg<sup>-1</sup>, na camada de 0-15cm.

Os tratamentos de preparo do solo estudados foram: preparo convencional, executado antecedendo cada cultivo de primavera-verão e após o pousio de outono-inverno, com uma aração utilizando um arado "fuçador" de tração animal + uma gradagem com grade de discos de tração mecânica; e semeadura direta, executada manualmente utilizando uma semeadora "saraquá" em cada cultivo de primavera-verão, sobre os resíduos culturais de aveia dessecada com dessecante químico e rolada com "rolo-faca" de tração animal. Os tratamentos foram avaliados em parcelas experimentais com 2500m<sup>2</sup> cada uma, em quatro repetições, totalizando oito parcelas.

Em maio de 1995, foi semeada aveia preta em toda a área experimental, com o objetivo de uniformizar as condições da superfície do solo e, nos cultivos seguintes, a sucessão milho-aveia na semeadura direta e milho-pousio no preparo convencional de solo. A cultura de milho foi semeada com semeadora "saraquá" em ambos os sistemas de manejo e adubada na base com a fórmula 5-30-15, 150kg ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup>, não recebendo nitrogênio em cobertura. A cultura de milho, com

uma população de 50000 plantas por hectare, produziu 8,0t ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup> de massa de matéria seca na parte aérea, a qual foi mantida na superfície do solo na semeadura direta e incorporada no preparo convencional. O controle de plantas daninhas foi feito com produtos químicos específicos. A aveia na semeadura direta foi semeada a lanço, sem adubo, tendo produzido 6,0t ha<sup>-1</sup> cultivo<sup>-1</sup> de massa de matéria seca na parte aérea.

A densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total determinada e relação macroporos/porosidade total foram avaliadas em amostras indeformadas segundo a metodologia de KIEHL (1979). Os teores de fósforo extraível, potássio trocável e carbono orgânico foram determinados segundo a metodologia descrita em TEDESCO *et al.* (1995). As amostras foram coletadas em dois pontos ao acaso em cada parcela experimental, nas profundidades de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0 e 10,0-15,0cm, totalizando 32 amostras por tratamento. Para as amostras indeformadas, nas profundidades de 0-2,5 e 2,5-5,0cm foram utilizados cilindros metálicos com 2,5cm de altura e 5,0cm de diâmetro e, nas demais profundidades, cilindros com 5,0cm de altura e 5,0cm de diâmetro.

A produtividade de grãos e massa de matéria seca da parte aérea de milho foram avaliadas coletando-se três amostras em cada parcela experimental, localizadas ao acaso dentro da parcela, com área útil de 10m<sup>2</sup> cada amostra.

A influência dos tratamentos sobre os parâmetros analisados foi avaliada pela análise da variância, segundo delineamento experimental de blocos ao acaso. As diferenças entre médias foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade do solo não diferiram com o sistema de manejo em todas as profundidades estudadas (Tabela 1). Isso pode ser explicado pela forma como os dois sistemas foram conduzidos, utilizando tração animal, cujos equipamentos não pressionam o solo durante a execução das operações de manejo, tal como ocorre com a tração mecânica. Além disso, é possível que o tempo de condução do experimento tenha sido insuficiente para que as alterações na densidade fossem significativas. Assim, os dados de densidade na semeadura direta, obtidos neste estudo, são distintos daqueles obtidos por outros autores, os quais trabalharam com

Tabela 1 - Valores de densidade do solo e carbono orgânico em diferentes profundidades, numa Terra Bruna estruturada submetida à semeadura direta e ao preparo convencional, manejada com tração animal no período de 1995 a 1999.

Profundidade	Densidade do solo		Carbono orgânico	
	Semeadura direta	Preparo convencional	Semeadura direta	Preparo convencional
cm	-----Mg/m <sup>3</sup> -----		-----g/kg <sup>-1</sup> -----	
0,0-2,5	A 0,77 b	A 0,84 b	41,46ns	37,27ns
2,5-5,0	A 1,00a	A 0,82 b	40,35	37,21
5,0-10,0	A 0,99a	A 0,99ab	37,68	35,29
10,0-15,0	A 1,02a	A 1,05a	33,36	31,76
Média	0,95	0,93	38,21	35,38
C.V. (%)	13,16		15,50	

C.V.:coeficiente de variação. Letra maiúscula, na linha, compara médias entre sistemas de manejo dentro de cada camada do solo e minúscula, na coluna, compara médias entre camadas de solo dentro de cada sistema de manejo do solo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância: ns: não significativo.

experimentos em que as operações de manejo do solo foram executadas com tração mecânica (VIEIRA, 1985; BERTOL, 1989; BERTOL *et al.*, 2000). No preparo convencional, no entanto, os dados de densidade assemelharam-se àqueles dos referidos autores. Na camada de 0-2,5cm com semeadura direta, a densidade do solo foi 23% menor do que a média das demais profundidades. No preparo convencional, a densidade do solo foi 21% menor na camada de 0-5,0cm do que na camada de 10,0-15,0cm de profundidade. Isso mostra que a densidade do solo foi semelhante na camada superficial nos dois sistemas de manejo, confirmando que a tração animal na semeadura direta não afetou a densidade do solo.

O teores de carbono orgânico não diferiram, tanto nos sistemas de manejo quanto nas profundidades do solo (Tabela 1). Há possíveis explicações para isso: (i) o curto período de tempo de condução dos sistemas não foi suficiente para expressar diferenças quanto à quantidade de carbono; (ii) a erosão hídrica durante o período experimental foi baixa em ambos os sistemas de manejo (observação visual dos autores); e (iii) o solo deixado em pousio durante o inverno, após o preparo convencional, permitiu o desenvolvimento de vegetação espontânea em grande quantidade (não quantificada) que foi incorporada ao solo, contribuindo para diminuir a diferença na quantidade de material orgânico adicionado ao solo nos dois sistemas de manejo.

A macroporosidade na semeadura direta foi 95% maior na camada de 0-2,5cm do que na média das demais profundidades, enquanto no preparo convencional esta foi 86% maior na camada de 0-5,0cm do que naquela de 5,0-15,0cm (Tabela 2). A macroporosidade na semeadura direta diferiu daquela obtida por outros autores, os quais trabalharam com experimentos em que as operações de manejo foram executadas com tração mecânica (VIEIRA, 1985; ELTZ *et al.*, 1989; BERTOL *et al.*, 2000). Entretanto, no preparo convencional, a macroporosidade foi semelhante àquela da literatura citada acima e àquela encontrada por BERTOL (1989). Esse comportamento da macroporosidade está de acordo com o da densidade do solo, a qual aumentou com a profundidade no preparo convencional (Tabela 1).

A microporosidade não diferiu entre tratamentos (Tabela 2), apresentando comportamento inverso da macroporosidade. Assim, tanto a macro quanto a microporosidade não foram afetadas pelo manejo do solo. No entanto, chama-se a atenção para os altos valores de ambas as variáveis estudadas, especialmente a macroporosidade, bem como para os baixos valores de densidade do solo. Isso se deve provavelmente ao alto teor de matéria orgânica do solo. É possível, ainda, que o solo apresente algum teor de argilas expansivas (haloissitas ou alofanas), já que é relativamente pouco intemperizado. Além disso, as operações de manejo, executadas com tração animal, degradam menos a estrutura do solo do que a tração mecânica. Na semeadura direta, a microporosidade foi menor na camada de 0-2,5cm do que nas demais e, no preparo convencional, menor na camada de 0-5,0cm do que nas demais.

A porosidade total não diferiu, tanto nos sistemas de manejo quanto nas profundidades. Isso mostra que a porosidade total é menos influenciada do que a macro e microporosidade pelo sistema de manejo, já que um aumento na macroporosidade provoca em geral uma diminuição na microporosidade e, assim, a porosidade total depende do efeito combinado de ambas. Portanto, é interessante conhecer a distribuição relativa da macro ou microporosidade com a porosidade total do solo. Nesse caso, verifica-se que a relação macroporosidade/porosidade total é de 0,51 na camada de 0-2,5cm na semeadura direta e de 0,55 na camada de 0-5,0cm no preparo convencional. Na média das demais profundidades, essa relação é de 0,30 na semeadura direta e de 0,35 no preparo convencional. Portanto, em todos os casos, a relação macroporosidade/porosidade total está acima da mínima (0,30), recomendada por KIEHL (1979), para permitir adequada circulação de água e difusão de oxigênio nos macroporos e suficiente armazenamento de água nos microporos.

Na camada de 0-5,0cm, o teor de fósforo foi 50% maior na semeadura direta do que no preparo convencional (Tabela 3), semelhante ao constatado por VIEIRA (1985) e ELTZ *et al.* (1989). Esse comportamento é conseqüência, principalmente, das adubações superficiais. A decomposição dos resíduos culturais mantidos no solo, provavelmente também possibilitou que o fósforo se acumulasse na superfície do solo. A ausência de revolvimento, aliado à baixa mobilidade do fósforo, dificultaram a sua distribuição nas camadas inferiores do solo. O maior teor de fósforo na superfície do solo na semeadura direta pode ser explicado, ainda, pela menor perda do nutriente por erosão hídrica, que normalmente ocorre nesse sistema, quando comparada ao preparo convencional (HERNANI *et al.*, 1999; SCHICK *et al.*, 1999). Em função do revolvimento do solo no sistema de preparo convencional, houve melhor distribuição desse elemento nas profundidades.

O teor de potássio na camada de 0-2,5cm foi aproximadamente 1,6 vezes maior na semeadura direta do que no preparo convencional. Nas camadas inferiores, por outro lado, a distribuição desse elemento foi aproxima-

Tabela 2 - Valores de macroporosidade, microporosidade e porosidade total, numa Terra Bruna estruturada submetida à semeadura direta e ao preparo convencional, manejada com tração animal no período de 1995 a 1999.

Profundidade	Macroporosidade Ma		Microporosidade Mi		Porosidade Total - Pt		Relação Ma/Pt	
	SDI	PCO	SDI	PCO	SDI	PCO	SDI	PCO
cm	----- m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> -----							
0-2,5	A 36,3a	A 39,9a	A 34,3 b	A 30,6 b	71,3ns	70,6ns	0,51ns	0,56ns
2,5-5,0	A 21,9 b	A 38,2a	A 44,0a	B 32,5 b	65,9	70,7	0,33	0,54
5,0-10,0	A 18,5 b	A 25,0 b	A 42,5a	A 36,4ab	61,0	61,4	0,30	0,41
10,0-15,0	A 15,4 b	A 16,9 b	A 44,7a	A 42,5a	60,1	59,4	0,26	0,28
Média	23,0	30,0	41,4	35,5	64,6	65,5	0,35	0,45
C.V. (%)	21,17		7,16		5,99		17,15	

SDI: semeadura direta; PCO: preparo convencional; C.V.: coeficiente de variação. Letra maiúscula, na linha, compara médias entre sistemas de manejo dentro de cada camada do solo e minúscula, na coluna, compara médias entre camadas dentro de cada sistema de manejo do solo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Tabela 3 - Valores de fósforo extraível e potássio trocável em diferentes profundidades, numa Terra Bruna estruturada submetida à semeadura direta e ao preparo convencional, manejada com tração animal no período de 1995 a 1999.

Profundidade	Fósforo extraível		Potássio trocável	
	Semeadura direta	Preparo convencional	Semeadura direta	Preparo convencional
Cm	----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
0-2,5	A 32,34a	B 16,34a	A 303,25a	B 183,25a
2,5-5,0	A 25,14a	B 11,88a	A 210,50 b	A 124,75 b
5,0-10,0	A 14,99 b	A 11,74a	A 161,75 b	A 96,25 b
10,0-15,0	A 10,42 b	A 13,39a	A 90,75 c	A 83,50 b
Média	20,72	13,34	191,56	121,94
C.V. (%)	17,59		23,28	

C.V.: coeficiente de variação. Letra maiúscula, na linha, compara médias entre sistemas de manejo dentro de cada camada do solo e minúscula, na coluna, compara médias entre camadas dentro de cada sistema de manejo do solo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

madamente uniforme e semelhante nos dois sistemas de manejo. O acúmulo de potássio na superfície do solo na semeadura direta, provavelmente, tenha sido proporcionado pelo efeito da ciclagem de potássio pelas culturas. Entretanto, a acumulação de potássio na camada de 0-2,5cm na semeadura direta foi menor do que a de fósforo, já que o potássio apresenta maior mobilidade e, conseqüentemente, o seu gradiente de concentração ocorreu em três camadas distintas no perfil do solo.

A produtividade do milho apresentou valores relativamente baixos em todo o período experimental (Tabela 4). Isso é explicado, parcialmente, pelo nível tecnológico relativamente baixo utilizado no sistema de produção de ambos os

Tabela 4 - Produtividade de milho obtida numa Terra Bruna estruturada submetida à semeadura direta e ao preparo convencional, manejada com tração animal no período de 1995 a 1999.

Sistema de Manejo	Ano agrícola				Média
	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	
	----- kg/ha <sup>-1</sup> -----				
SDI	3063a	3020a	2923a	3330 b	3084
PCO	2779a	3407a	2701a	43744a	3315

SDI: semeadura direta; PCO: preparo convencional. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

tratamentos de manejo, bem como pelas oscilações climáticas desfavoráveis que ocorreram nos quatro anos agrícola, tais como estiagens prolongadas e geadas extemporâneas (na época do enchimento de grãos da cultura). Assim, apenas no quarto ano agrícola houve diferença entre os tratamentos, no qual a produtividade do milho foi 34% maior no preparo convencional do que na semeadura direta, diferindo da obtida por BATAVO (1999) e HERNANI *et al.* (1999). Nesse período, a estiagem foi mais severa do que nos demais anos, demonstrando que, nessas condições, a semeadura direta foi menos eficaz na produtividade do milho. Isso não mostra, no entanto, uma tendência de aumento da produtividade do milho no preparo convencional em relação à semeadura direta, à medida que aumenta o tempo de condução dos sistemas de manejo, provavelmente porque o tempo não foi suficiente para promover a estabilidade das propriedades físicas e da cobertura superficial do solo no sistema de semeadura direta, o que também é argumentado por BATAVO (1999).

## CONCLUSÕES

A densidade, macro e microporosidade, porosidade total, relação macroporos/porosidade total e carbono orgânico do solo não são afetadas pelo sistema de manejo do solo executado com tração animal. Há diminuição da densidade do solo e microporosidade, com conseqüente aumento na macroporosidade e porosidade total na camada de 0-5,0cm em relação às camadas inferiores, tanto na semeadura direta quanto no preparo convencional.

Na semeadura direta, ocorre um aumento na concentração de fósforo na camada de 0-5,0cm, e de potássio, na camada de 0-2,5cm, tanto na semeadura direta quanto no preparo convencional, em relação às camadas inferiores. Na camada de 0-5,0cm, na semeadura direta, há maior concentração de fósforo do que no preparo convencional, e para o potássio, isso ocorre na camada de 0-2,5cm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOL, I. Degradação física do solo sob a cultura do alho. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.2, p.47-50, 1989.
- BERTOL, I. **Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo**. Porto Alegre, 1995. 185p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Uso e Conservação do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

- BERTOL, I., COGO, N.P., LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência dos resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.409-418, 1997.
- BERTOL, I., SCHICK, J., MASSARIOL, J.M., *et al.* Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo após cinco cultivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p. 91-95, 2000.
- BATAVO. O plantio direto e o cultivo de feijão na pequena propriedade. **Revista Batavo**, Carambeí, PR, v.7, n.92, p.15, 1999.
- COGO, N. **Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters**. West Lafayette, 1981. 346p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Purdue University, 1981.
- CIPRANDI, O., BERTOL, I., KURTZ, C., *et al.* Aspectos econômicos da semeadura direta em pequenas propriedades. In: JORNADA DE PESQUISA DA UDESC, 1998, Lages, SC.. **CD-ROOM...** Florianópolis, : UDESC, 1998.
- ELTZ, F.L.F., PEIXOTO, R.T.G., JASPER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259-267, 1989.
- HERNANI, L.C., SALTON, J.C., FABRÍCO, A.C., *et al.* Perdas por erosão e rendimento de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.667-676, 1997.
- HERNANI, L.C., KURIHARA, C.H., SILVA, W.M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.145-154, 1999.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia; relação solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 263p.
- SCHICK, J., BERTOL, I., BATISTELA, O., *et al.* Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo – I: Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.427-436, 1999.
- SCHICK, J., BERTOL, I., BALBINOT JÚNIO, A.A., *et al.* Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo – II: Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.437-447, 1999.
- TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., *et al.* **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (UFRGS - Departamento de Solos. Boletim Técnico, 5).
- VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLY A. L., (Ed). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-179.