

# Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háptico

*Soil physical properties and organic carbon under no tillage compared with natural forest, in an inceptisol*

Rodrigo Vieira Luciano<sup>1</sup>, Ildegardis Bertol<sup>2</sup>, Fabrício Tondello Barbosa<sup>3</sup>, Claudinei Kurtz<sup>4</sup>, Jamil Abdalla Fayad<sup>4</sup>

Recebido em 30/09/2008; aprovado em 19/02/2010.

## RESUMO

A qualidade física do solo está relacionada com o seu uso e manejo e com o teor de carbono orgânico do mesmo. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do período de tempo de adoção do sistema de plantio direto cultivado com fumo e cebola, comparativamente à mata natural, sobre alguns atributos físicos do solo, teor de carbono orgânico e infiltração de água no solo. O estudo foi conduzido em 2007, no município de Ituporanga, SC, em áreas de lavoura manejada sob plantio direto durante cinco, dois e um ano, e numa área de mata natural, num Cambissolo Háptico. O uso com lavouras modificou os atributos físicos do solo em relação aos da mata natural. A taxa infiltração de água foi mais influenciada pelo uso e manejo do solo do que os demais atributos, com valores de taxa constante iguais a 72 mm h<sup>-1</sup> na mata e 2 mm h<sup>-1</sup> a 8 mm h<sup>-1</sup> nas lavouras. O preparo convencional do solo adotado antes do plantio direto e o período de tempo de condução do plantio direto influenciaram a porosidade, a estabilidade de agregados, a resistência ao penetrômetro e a taxa inicial de infiltração de água. A resistência do solo ao penetrômetro e a densidade do solo apresentaram relação inversa com o teor de carbono orgânico do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** física do solo, porosidade do solo, infiltração de água no solo.

## SUMMARY

The soil physical quality is related with its use and management and with the soil organic carbon content. This work was carried out aiming to evaluate the effect of no-tillage adoption period with onion and tobacco, compared to the natural forest, on soil global density, porosity, water content, water stability of aggregate, resistance to the penetration, organic carbon content and water infiltration rate. The study was conducted in 2007, in the city of Ituporanga, Santa Catarina State, southern Brazil. Areas under no-tillage management during five, two e one year old, and a natural forest area, were assessed in an INCEPTISOL soil. The type of agricultural soil use changed soil physical properties, when compared to the natural forest. The soil water infiltration rate was more affected by the kind of soil use than other soil physical properties, with values of 72 mm h<sup>-1</sup> in the forest and 2 mm h<sup>-1</sup> to 8 mm h<sup>-1</sup> in the cropped lands. The soil conventional tillage adopted before no-tillage, and the duration time of soil no-tillage, influenced soil porosity, stability of aggregate, resistance to the penetration and water infiltration initial rate. The soil resistance to penetration and soil density presented inverse relationship with the soil organic matter content.

**KEY WORDS:** soil physics, soil porosity, soil water infiltration.

<sup>1</sup> Doutorando do Departamento de Solos e Recursos Naturais do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages, SC, 88520-000. Bolsista PROMOP. E-mail: a8rvl@cav.udesc.br.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos e Recursos Naturais do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages, SC, 88520-000. Bolsista do CNPq. E-mail: a2ib@cav.udesc.br.

<sup>3</sup> Doutorando do Departamento de Solos e Recursos Naturais do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages, SC, 88520-000. Bolsista do CNPq. E-mail: a6ftb@cav.udesc.br.

<sup>4</sup> Pesquisadores da EPAGRI/ITUPORANGA.

## INTRODUÇÃO

Nas lavouras da região do Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina, é comum o cultivo de cebola (*Allium cepa*) e fumo (*Nicotiana tabacum*), em solo da classe Cambissolo, a qual é representativa dos solos da região. Tais cultivos foram feitos predominantemente sob preparo convencional do solo, nas últimas décadas, utilizando arado, grade e enxada rotativa para o preparo do solo. Em consequência, em uma grande parte dessa área o solo encontra-se degradado fisicamente. Em muitos casos, parte ou todo o horizonte A do solo foi removido pela erosão hídrica pluvial. Atualmente, o sistema de preparo convencional do solo vem sendo substituído pelo sistema de manejo plantio direto, para o cultivo dessas culturas.

O plantio direto caracteriza-se pela quase ausência de preparo mecânico do solo e pela manutenção de cobertura superficial por resíduos vegetais (BERTOL et al., 1997), enquanto, no preparo convencional a mobilização do solo é intensa e os resíduos vegetais são incorporados ao solo. Assim, o plantio direto contribui para preservar as boas condições físicas e hídricas do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997). Este sistema de manejo previne a superfície do solo do selamento (DULEY, 1939), aumenta o teor de carbono orgânico, a estabilidade de agregados e a formação e manutenção de bioporos no solo, em relação ao preparo convencional (BAYER e MIELNICZUK, 1997). Adicionalmente, aumenta a infiltração de água, reduz a erosão hídrica, em especial diminui a perda de solo (BERTOL et al., 1997) e facilita o desenvolvimento das raízes das plantas. A ausência de preparo do solo no plantio direto pode resultar, no entanto, no adensamento da superfície do solo (BERTOL et al., 2004), o que pode aumentar a densidade e a resistência do solo ao penetrômetro e diminuir a porosidade (ALBUQUERQUE et al., 2001), em relação ao preparo convencional. Além disso, a ausência de preparo no plantio direto resulta em diminuição da rugosidade superficial do solo.

Na mata natural, o solo apresenta altos valores de volume de macroporos (ALBUQUERQUE et al., 2001), teor de carbono orgânico e estabilidade de agregados (SILVA et al., 1998). No plantio direto,

em geral ocorrem menores valores de volume de macroporos, teor de carbono e estabilidade de agregados, em relação à mata. Os valores destas variáveis, no entanto, são maiores no plantio direto do que no preparo convencional, com exceção dos macroporos que são maiores na camada preparada do sistema convencional do que no plantio direto, conforme constatado por Da Ros et al. (1997).

A infiltração de água no solo é o principal atributo utilizado para avaliar as características físicas do solo (BAVER et al., 1972). Utilizando o método dos cilindros concêntricos, Bertol e Santos (1995) encontraram valores de taxa de infiltração de água no solo expressivamente maiores na de mata natural secundária do que no campo natural pastejado, reflorestamento de pinus com 18 anos de idade e lavoura manejada sob preparo convencional por mais de 20 anos. Valores de taxa de infiltração expressivamente maiores na mata natural do que na pastagem perene com capim elefante anão sob várias condições de manejo do solo, também foram encontrados por Bertol et al. (2000). Ambos os estudos foram conduzidos sobre um Cambissolo Háplico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do período de tempo de adoção do sistema de plantio direto cultivado com fumo e cebola, comparativamente à mata natural, sobre alguns atributos físicos do solo, teor de carbono orgânico e infiltração de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na localidade Ribeirão dos Klauberg, no município de Ituporanga, SC, em três lavouras distribuídas em duas propriedades rurais e numa área de mata natural, entre abril e junho de 2007. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é subtropical úmido, com verões quentes (Cfa). O solo é um Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 1999), textura argilosa a média. A distribuição do tamanho de partículas e o grau de floculação da argila encontram-se na Tabela 1.

Uma das propriedades apresentava uma lavoura, na qual o solo foi cultivado por mais de 40 anos no sistema convencional de manejo (arado, grade e enxada rotativa). Nos últimos cinco anos, o manejo

Tabela 1 - Distribuição granulométrica e grau de flocculação de um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural, em diferentes camadas do solo.

Sistema	Camada	Argila	Silte	Areia	A.grossa	A.fina	GF
	cm	g kg <sup>-1</sup>					%
MN	0 - 4	200	340	460	90	370	75
	4 - 10	170	390	440	70	370	76
	10 - 25	160	390	450	80	370	63
PD5	0 - 4	250	350	400	40	360	47
	4 - 10	250	340	410	50	360	39
	10 - 25	260	340	400	40	360	43
PD2	0 - 4	330	420	250	40	210	48
	4 - 10	330	420	250	30	220	36
	10 - 25	330	420	250	20	230	36
PD1	0 - 4	230	170	600	410	190	54
	4 - 10	230	170	600	400	200	47
	10 - 25	240	170	590	380	210	33

MN: mata natural; PD5: plantio direto nos últimos cinco anos; PD2: plantio direto nos últimos dois anos; PD1: plantio direto no último ano. A.grossa: areia grossa; A.fina: areia fina; GF: grau de flocculação.

do solo foi substituído pelo plantio direto, priorizando os cultivos de fumo e cebola em rotação com milho (*Zea mays*) e aveia preta (*Avena strigosa*) (PD5). Na outra propriedade existiam duas lavouras: em uma, o solo foi cultivado por mais de 30 anos no mesmo sistema convencional de manejo adotado no PD5. Nos últimos dois anos, o manejo do solo foi substituído pelo plantio direto, sob o mesmo sistema de cultivo adotado no PD5 (PD2). Em outra, o solo foi cultivado por sete anos no mesmo sistema convencional de manejo adotado no PD5. No último ano, o manejo do solo foi substituído pelo plantio direto, sob o mesmo sistema de cultivo adotado no PD5 (PD1). Numa área contígua à da lavoura PD5, avaliou-se também uma área de mata natural (MN).

As amostragens do solo e as avaliações em campo foram realizadas em maio de 2007, em dois pontos em cada lavoura e na mata, os quais foram considerados subamostras, distribuídos aleatoriamente nas áreas.

A infiltração de água no solo foi determinada pelo método dos anéis concêntricos, seguindo o procedimento descrito em Forsythe (1975), com uma hora de duração. As leituras de lâmina de água infiltrada no solo foram realizadas ao final dos tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 min, a partir do início do teste (tempo zero).

Amostras não deformadas do solo, coletadas

em três camadas (0-4 cm, 4-10 cm e 10-25 cm), foram utilizadas para quantificar os volumes de total de poros, macroporos e microporos, a densidade do solo e o teor de água do solo. Para extração e confinamento dessas amostras, utilizaram-se anéis metálicos com bordas cortantes, com volume de 50 cm<sup>3</sup>. O volume de total de poros foi calculado pela relação entre densidade do solo e densidade de partículas (KIEHL, 1979) (dados de densidade de partículas não apresentados). O volume de microporos foi determinado por meio de retenção de água após saturação da amostra do solo e sucção em mesa de tensão com coluna de água de 60 cm, conforme Blake e Hartge (1986) e o volume de macroporos por diferença entre o volume de total de poros e o de microporos. A densidade, pela relação massa/volume, em base seca, foi determinada conforme Kiehl (1979). O teor de água no solo foi determinado por meio de relação entre a massa de água e a massa de solo seco em estufa a 105°C durante 48 horas, expresso em base gravimétrica, conforme Kiehl (1979).

A resistência do solo ao penetrômetro foi determinada utilizando um penetrômetro manual, de bolso, com escala variando de zero a 4,5 kg cm<sup>-2</sup>, tomando-se dez medidas em cada camada. Em amostras de solo passadas em peneira com malha 2,0 mm e secas ao ar foi determinado o teor de

carbono orgânico pelo método descrito em Tedesco et al. (1995) e a granulometria pelo método de Gee e Bauder (1986). Em amostras mantidas com estrutura natural, secas ao ar e passadas em peneira com malha 8,0 mm foi determinado o diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados, pelo método de Kemper e Chepil (1965).

O modelo linear  $y = a + bx$  foi ajustado aos dados de densidade do solo e de resistência do solo ao penetrômetro aos de teor de carbono orgânico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade do solo foram modificados pelo uso do solo em comparação a mata natural, em todas as camadas de solo amostradas. A diferença mais expressiva ocorreu na camada de 0-4 cm, onde, em média, a densidade do solo aumentou em 67% com o cultivo do solo. Nas camadas de 4-10 cm e 10-25 cm, os aumentos foram de 30% e 21%, respectivamente. Ao comparar a densidade do solo dentro de cada sistema, observa-se que houve tendência de aumento dos valores da camada superficial em relação às demais, sendo que a mata natural apresentou o maior incremento em profundidade. Isto ocorreu pelo fato de a densidade

ser influenciada pelo material orgânico depositado na superfície do solo. Assim, o comportamento desta variável foi parcialmente explicado pelo teor de carbono orgânico do solo, tendo sido semelhante aos valores encontrados por Albuquerque et al. (1995), Costa et al. (2003) e Oliveira et al. (2003). Os valores relativamente altos de densidade do solo encontrados nas lavouras são inferiores ao valor crítico para solos franco-argilosos deste tipo ( $1,55 \text{ kg dm}^{-3}$ ), conforme demonstrado por Bowen (1981).

O maior volume de total de poros na camada de 0 a 4 cm do solo em relação às camadas inferiores, especialmente na lavoura PD5 (Tabela 2), pode ser explicado parcialmente pelo tempo de adoção do plantio direto (cinco anos). As raízes das culturas possivelmente adicionaram maior quantidade de matéria orgânica ao solo nesta camada do que nas demais, influenciando o carbono orgânico e a agregação e, principalmente, a abertura de galerias após a sua decomposição. Nas camadas inferiores do solo nessa lavoura, evidencia-se uma compactação, de acordo com os valores elevados de densidade do solo. Os valores de microporos tenderam a refletir as modificações ocorridas nos macroporos, porém, com tendência inversa e em menor magnitude do que estes de acordo com o que

Tabela 2 - Densidade do solo (Ds) e volumes de total de poros (PT), macroporos (Ma) e microporos (Mi), em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural, em diferentes camadas do solo.

Sistema	Camada cm	Ds $\text{kg dm}^{-3}$	PT ..... $\text{m}^3 \text{ m}^3$ .....	Ma	Mi
MN	0 - 4	0,7	0,68	0,34	0,34
	4 - 10	1,0	0,57	0,16	0,41
	10 - 25	1,1	0,56	0,17	0,39
PD5	0 - 4	1,1	0,56	0,16	0,40
	4 - 10	1,3	0,45	0,08	0,37
	10 - 25	1,4	0,43	0,06	0,37
PD2	0 - 4	1,2	0,49	0,08	0,41
	4 - 10	1,4	0,44	0,06	0,38
	10 - 25	1,3	0,49	0,08	0,41
PD1	0 - 4	1,2	0,54	0,16	0,38
	4 - 10	1,2	0,51	0,17	0,34
	10 - 25	1,3	0,52	0,13	0,39

MN: mata natural; PD5: plantio direto nos últimos cinco anos; PD2: plantio direto nos últimos dois anos; PD1: plantio direto no último ano.

foi verificado também por Albuquerque et al. (2001) e Bertol et al. (2004).

Os menores valores de macroporos verificaram-se, numericamente, nas camadas do solo inferiores da lavoura PD5 e em todas as camadas da PD2 (Tabela 2), refletindo o efeito de degradação do solo ocasionado pelo longo período em que o mesmo foi submetido ao preparo convencional, em comparação ao da lavoura PD1 e à mata natural. Este comportamento se refletiu em menores valores de total de poros nessas lavouras, numericamente, do mesmo modo refletindo a degradação do solo em relação à mata natural e à lavoura PD1. Os baixos valores de volume de macroporos diminuem a taxa de infiltração de água no solo, refletindo-se no aumento da erosão hídrica e na diminuição do volume de água armazenada no solo para as plantas. Volume de macroporos abaixo de  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  é crítico para o crescimento radicular da maioria das culturas anuais, apesar de tal crescimento depender também da espécie de planta e da atividade biológica do solo (THOMASSON,

1978).

A densidade aparente do solo diminuiu linearmente com o aumento no teor de carbono orgânico (Figura 1). Isto se deve ao efeito da matéria orgânica, a qual apresenta densidade substancialmente menor do que os constituintes minerais do solo. Assim, quanto maior o teor de carbono orgânico, significando maior teor de matéria orgânica, menor a densidade global do solo. Isto se relaciona com o efeito integrado dos atributos físicos e químicos do solo, os quais, em conjunto, atuam na melhoria da qualidade da estrutura. Isto se reflete, entre outros aspectos, na redução da densidade, devido à proteção física do carbono orgânico exercida pelos constituintes minerais, conforme verificado por Amado et al. (2001) e Telles et al. (2002). Bayer et al. (2000) trabalharam com um solo franco-argilo-arenoso (diferente do solo do presente experimento). Nesse solo, os autores constataram menor proteção do teor de carbono orgânico promovida pela granulometria do solo em relação a um solo mais argiloso.

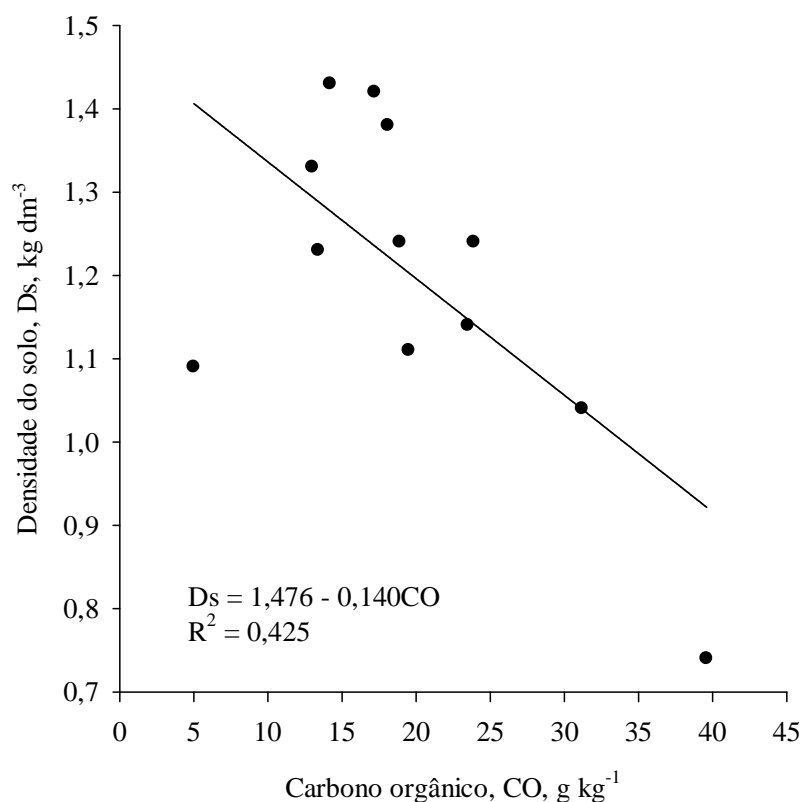


Figura 1 - Relação da densidade do solo com o teor de carbono orgânico do solo, em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural.

Os valores de DMG foram em geral altos e apresentaram variação numérica entre as condições de uso e manejo do solo (Tabela 3). A estabilidade de agregados do solo expressa pela distribuição de tamanho de agregados, pode servir para avaliar a qualidade da estrutura do solo (KIEHL, 1979), a qual tem efeito pronunciado na infiltração, retenção superficial, armazenamento e permeabilidade da água e na erodibilidade do solo. Estes atributos do solo, por sua vez, são fortemente influenciados pelo sistema de uso e manejo do solo. Na mata natural e na camada de 0-4 cm das lavouras PD5 e PD1, os valores de DMG do solo foram altos, indicando a existência de agregados estáveis conforme destacado também por Cruz et al. (2003). Deve-se considerar, contudo, que valores altos de DMG indicam agregados estáveis do solo, mas, tal estabilidade pode ser devida à compactação e, portanto, os agregados seriam de baixa qualidade, conforme salientado por Bayer e Mielniczuk (1997). Assim, comparando as lavouras PD5, PD2 e PD1, observa-se que o DMG aumentou mais naquelas com maior período de tempo de condução do plantio direto. Nas camadas de 4-10 cm e 10-25 cm na lavoura PD5, o valor de DMG do solo se aproximou mais da mata natural, do que as demais condições estudadas. A melhor agregação do solo na mata natural, nessas camadas, pode ter sido influenciada pela atividade biológica, como também

observaram Assis e Lanças (2005). Os valores de DMG diminuíram da camada de 4-10 cm para a de 10-25 cm do solo, corroborando com o que foi observado por Lima et al. (2003). Tais valores estiveram relacionados com a diminuição dos valores de carbono orgânico, à medida que aumentava a profundidade do solo.

A resistência do solo ao penetrômetro, juntamente com a densidade e o teor de água do solo, pode determinar a resistência do solo ao crescimento das raízes. Os valores de resistência do solo ao penetrômetro apresentaram ampla variação, com clara tendência de aumento em profundidade, tendo sido maiores, numericamente, nas situações de lavoura sob plantio direto do que na mata natural (Tabela 3), como constataram também Costa et al. (2003) e Araújo et al. (2004). O valor de 2,5 kg cm<sup>-2</sup> é crítico ao crescimento radicular da soja, segundo Torres e Saraiva (1999). Em vista disso, os resultados verificados nas camadas de 4-10 cm e 10-25 cm da lavoura PD5 e na camada de 10-25 cm da lavoura PD2, indicam forte restrição do solo ao crescimento radicular dessa cultura.

A resistência do solo ao penetrômetro relacionou-se com o teor de carbono orgânico do solo (Figura 2). A relação linear decrescente dessas duas variáveis, verificada também por Costa et al. (2003), é explicada pelo fato de que a matéria

Tabela 3 - Diâmetro médio geométrico de agregados (DMG) e resistência do solo ao penetrômetro (RP), em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural, em diferentes camadas do solo.

Sistema	Camada	DMG	RP
	cm	mm	kg cm <sup>-2</sup>
MN	0 - 4	4,21	0,50
	4 - 10	4,97	1,42
	10 - 25	5,63	2,04
PD5	0 - 4	4,46	2,28
	4 - 10	4,34	3,48
	10 - 25	3,70	3,65
PD2	0 - 4	2,66	1,92
	4 - 10	3,92	2,38
	10 - 25	3,40	3,42
PD1	0 - 4	4,62	1,17
	4 - 10	3,75	2,02
	10 - 25	2,64	2,46

MN: mata natural; PD5: plantio direto nos últimos cinco anos; PD2: plantio direto nos últimos dois anos; PD1: plantio direto no último ano.

orgânica diminui a densidade do solo e, com isso, a sua resistência mecânica, devido ao fato da matéria orgânica apresentar densidade expressivamente menor do que os constituintes minerais do solo. Deve-se considerar que outros atributos do solo influenciam a resistência ao crescimento radicular, entre eles o teor de água, a textura e o volume de macroporos.

O teor de carbono orgânico do solo tendeu a ser menor, numericamente, nas lavouras de plantio direto do que na mata natural, em especial até a profundidade de 10 cm (Figura 3). A variação dos valores foi de 5,0 a 39,6 g kg<sup>-1</sup>, com clara diminuição da camada superficial para as camadas inferiores do solo, principalmente na mata. Nesta, os valores de carbono do solo foram expressivamente maiores do que nas lavouras, nas camadas de 0-4 cm e 4-10 cm, conforme verificado também por Bayer et al. (2000) e Silva et al. (2005). Isto se explica pela deposição de restos vegetais (serrapilheira) na superfície do solo na mata, a qual é responsável pelo aporte de matéria orgânica e, em última instância, pelo carbono orgânico o solo. Nas lavouras de plantio direto, os teores de

carbono orgânico decaíram em profundidade no solo do mesmo modo como na mata nativa, variando entre 13,0 e 23,9 g kg<sup>-1</sup>, enquanto, na mata, o decréscimo foi expressivamente pronunciado na camada de 10-25 cm do solo em relação às camadas superficiais, num intervalo de 5,0 a 39,6 g kg<sup>-1</sup>.

O teor de água no solo apresentou valores numericamente maiores nas camadas de 4-10 cm e 10-25 cm do que na camada de 0-4 cm, tendo sido menores na mata do que nas lavouras (Figura 4). O aumento do teor de água em profundidade no solo está de acordo com o comportamento normal dessa variável, devido tender a água a se movimentar descendentemente pelos macroporos no perfil do solo ao longo do tempo, em função da ação da gravidade. O fato da mata natural apresentar menor teor de água no solo do que as lavouras, explica-se: os valores de macroporos foram expressivamente maiores na mata do que nas lavouras, especialmente nas camadas superficiais do solo (Tabela 2). Além disso, a demanda de água do solo por parte da vegetação de mata certamente foi maior do que a da lavoura, em função

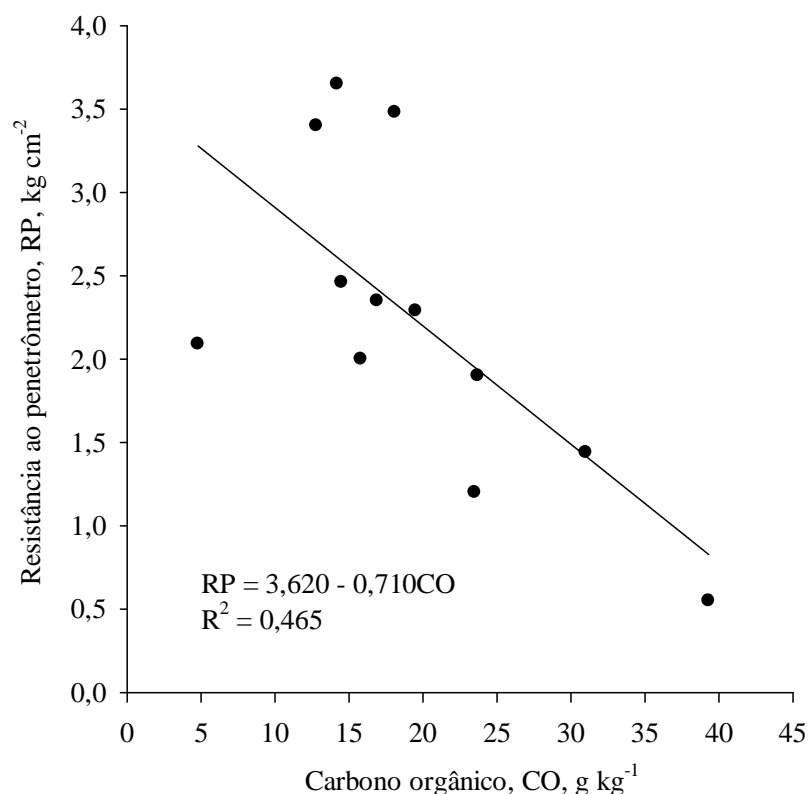


Figura 2 - Relação da resistência do solo ao penetrômetro com o teor de carbono orgânico do solo, em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural.

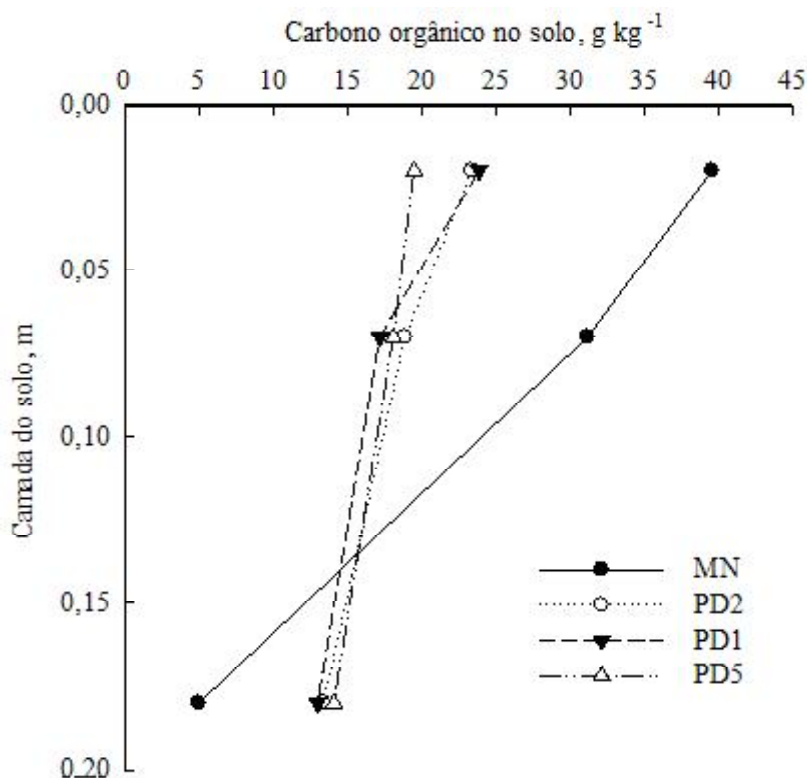


Figura 3 - Teor de carbono orgânico em diferentes camadas do solo, em um Cambissolo Háplico em plântio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural. MN: mata natural; PD5: plântio direto nos últimos cinco anos; PD2: plântio direto nos últimos dois anos; PD1: plântio direto no último ano.

da grande diferença de transpiração existente entre as espécies vegetais.

A infiltração de água no solo foi substancialmente maior na mata do que nas lavouras de plântio direto, numericamente falando. Entre as lavouras, apresentou maior valor aquela com menor período de tempo de adoção do sistema de plântio direto (Figura 5). A taxa inicial de infiltração foi de  $222 \text{ mm h}^{-1}$  na mata, enquanto, nas lavouras, variou de  $18 \text{ mm h}^{-1}$  a  $54 \text{ mm h}^{-1}$ . A taxa final, por sua vez, foi de  $72 \text{ mm h}^{-1}$  na mata e variou de  $2 \text{ mm h}^{-1}$  a  $8 \text{ mm h}^{-1}$  nas lavouras. A grande diferença numérica de valores de taxa de infiltração, entre a mata e as lavouras, tanto no início quanto no final do teste de infiltração, deve-se a: diversidade do sistema radicular das plantas e as galerias presentes no solo (observação visual dos autores), juntamente com o maior volume de macroporos (Tabela 2) na mata, dentre outros fatores, justificam tal comportamento. As galerias formadas pelas raízes das plantas decompostas, facilitaram a infiltração de água no solo na mata. No

caso das lavouras, por outro lado, as raízes das plantas cultivadas, representadas basicamente pelo fumo, apresentavam-se muito superficiais e de menor comprimento e diâmetro em relação às da mata (observação visual dos autores). Dados semelhantes a esses foram encontrados também por Bertol e Santos (1995) e Bertol et al. (2000). Além disso, constatou-se na lavoura PD5, em especial, que praticamente todo o horizonte A do solo havia sido já removido por erosão hídrica pluvial antecedente, enquanto, na lavoura PD2, por exemplo, apenas parte desse horizonte havia sido removida pela erosão. Assim, a diferença numérica nos valores de infiltração inicial de água no solo entre as lavouras, se explica fundamentalmente pelo diferenciado grau de degradação do solo decorrente da erosão. As características do solo no horizonte B, no caso da lavoura PD1, e na base do horizonte A, na lavoura PD2, explica desse modo a baixa taxa inicial de infiltração de água no solo nessas lavouras em relação à ocorrida na PD1, em que praticamente todo o



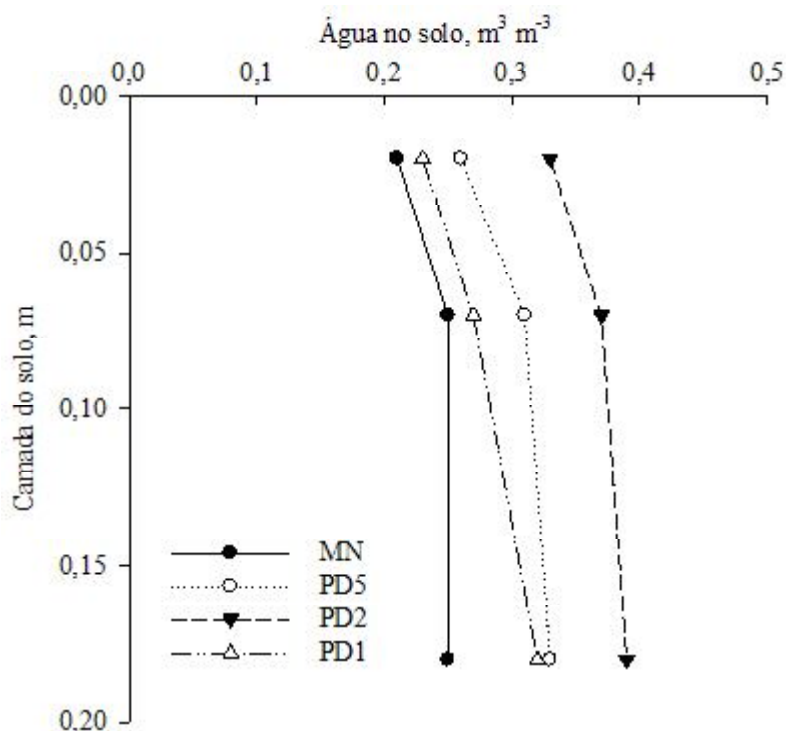


Figura 4 - Teor de água em diferentes camadas do solo, em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural. MN: mata natural; PD5: plantio direto nos últimos cinco anos; PD2: plantio direto nos últimos dois anos; PD1: plantio direto no último ano.

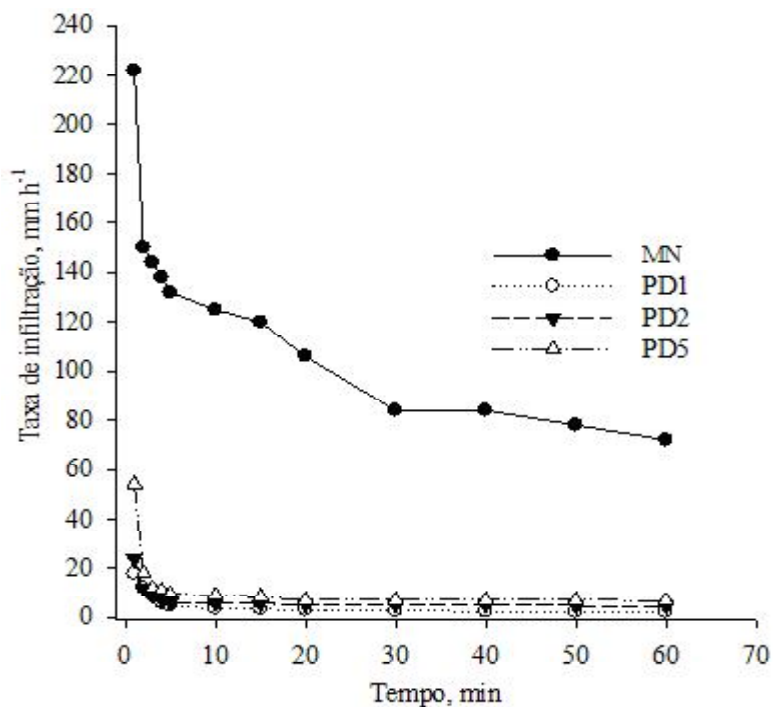


Figura 5 - Relação da taxa de infiltração de água no solo com o tempo, em um Cambissolo Háplico em plantio direto sob diferentes tempos de adoção do sistema e mata natural, em diferentes camadas do solo. MN: mata natural; PD5: plantio direto nos últimos cinco anos; PD2: plantio direto nos últimos dois anos; PD1: plantio direto no último ano.

horizonte A do solo estava ainda presente. O uso indiscriminado de enxada rotativa no período de tempo em que as lavouras PD5 e PD2 foram manejadas sob preparo convencional danificou a estrutura do solo nestas duas lavouras, antes de adotar nelas o plantio direto. Isto certamente colaborou para reduzir a infiltração de água no solo em relação à mata natural.

O declínio da taxa de infiltração no solo nos primeiros minutos do teste na mata e na lavoura PD1 está relacionado com o alagamento instantâneo do solo na sua camada superficial. Atenção especial deve ser dada, também, ao fato da taxa de infiltração ter-se estabilizado praticamente a partir dos 10 minutos iniciais do teste, em todas as lavouras, fato este não ocorrido na mata, como constatado também por Bertol et al. (2000). Isto indica forte degradação dos atributos do solo que regulam a infiltração nas lavouras, em especial a porosidade e a estabilidade de agregados em água.

## CONCLUSÕES

O uso do solo com lavouras anuais, primeiro manejadas sob preparo convencional e depois sob plantio direto, modificou os atributos físicos do solo em relação aos da mata natural. A taxa de infiltração final de água no solo, após 60 minutos de teste, foi o indicativo mais sensível desta mudança, baixando o valor de  $72 \text{ mm h}^{-1}$  na mata natural para  $2 \text{ mm h}^{-1}$  a  $8 \text{ mm h}^{-1}$  nas áreas de lavoura.

O período de tempo de plantio direto adotado nas lavouras após o preparo convencional influenciou os atributos físicos do solo. Modificou-se a porosidade do solo, a estabilidade dos agregados em água, a resistência do solo ao penetrômetro e a taxa inicial de infiltração de água no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.115-119, 1995.
- ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.717-723, 2001.
- AMADO, T.J.C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.
- ARAÚJO, M.A. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.337-345, 2004.
- ASSIS, R.L.; LANÇAS, P. K. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema de plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.515-522, 2005.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Soil Water - **The Field Moisture Regime**. In: Soil Physics. 4.ed. Londres : John Wiley, 1972. cap.10, p.353-393.
- BAYER, C.; MIELNICZUK J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.105-112, 1997.
- BAYER, C. MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeitos de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de  $\text{CO}_2$ . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.599-607, 2000.
- BERTOL, I.; SANTOS, J.C.P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, p.263-267, 1995.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; MIQUELLUTI, D.J. Sedimentos transportados pela enxurrada relacionados à cobertura e rugosidade superficial do solo e taxa de descarga. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, p.199-206, 1997.
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.91-95, 2000.
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,

- Viçosa, v.28, p.155-163, 2004.
- BOWEN, H.D. Alleviating mechanical impedance. In: ARKIN, G.F.; TAYLOR, H.M., eds. Modifying the root environment to reduce crop stress. St. Joseph, **American Society of Agricultural Engineers**, 1981. p.18-57. ASAE Monograph, 4.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, 1986. cap.13, p.363-375.
- COSTA, F.S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.527-535, 2003.
- CRUZ, C. R. et al. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1105-1112, 2003.
- DA ROS, C.O. et al. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma de estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.241-247, 1997.
- DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.4, p.60-64, 1939.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de produção e informação (SPI/EMBRAPA), 1999.
- FORSYTHE, W. **Física de suelos**; manual de laboratório. New York: University Press, 1975. 324p.
- GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.383-411. Agronomy Series, 9.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. (ed.) **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1, p.499-510.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- LIMA, C. L. R. et al. Estabilidade de agregados de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.1, p.199-205, 2003.
- OLIVEIRA, G.C. et al. Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com a tensão de água no solo, uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.773-781, 2003.
- SILVA, M.A.S. et al. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, mai./jun., 2005.
- SILVA, M.L.N. et al. Estabilidade e resistência de agregados de um Latossolo Vermelho- Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p. 97-103, 1998.
- TEDESCO, M.J. ET AL. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. Boletim Técnico, 5.
- TELLES, E.C.C. Dinâmica do carbono no solo influenciado pela textura, drenagem, mineralogia e carvões em florestas primárias na região centro-oriental da Amazônia. Piracicaba, 92p. **Tese (Doutorado)** - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. 2002.
- THOMASSON, A.J. Towards an objective classification of soil structure. **Journal of Soil Science**, Washington, v.29, p.38-46, 1978.
- TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 58p. Circular Técnica, 23.