

USO DO SOLO E PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS NO PLANALTO CATARINENSE¹

ILDEGARDIS BERTOL² e JULIO CÉSAR PIRES SANTOS³

RESUMO - Em cambissolo húmico distrófico localizado em Lages, SC, estudou-se, em 1993, o efeito do uso do solo explorado com lavoura em preparo convencional durante quinze anos, com mata nativa, com campo nativo sob pisoteio de animais e com reflorestamento de *Pinus elliottii* durante quinze anos, sobre as seguintes propriedades físico-hídricas: densidade do solo, porosidade total, distribuição do tamanho de poros, matéria orgânica, estabilidade de agregados em água, e taxa de infiltração da água no solo. O cultivo com lavoura em preparo convencional durante quinze anos provocou um aumento de 30% na densidade do solo, enquanto a taxa de infiltração de água no solo nesse tratamento foi reduzida em 88% em relação à média dos demais tratamentos. A matéria orgânica foi reduzida em 35% no preparo convencional em relação à mata nativa.

Termos para indexação: pisoteio por animais, taxa de infiltração, estabilidade de agregados.

SOIL USE AND PHYSICAL-HIDRIC PROPERTIES ON THE PLATEAU OF SANTA CATARINA

ABSTRACT - In humic dystrophic insectisol located at Lages, SC, a study was made of the effect of the use of soil exploited with cultures under conventional soil preparation for fifteen years, with natural forest, with natural pasture trampled by animals and with *Pinus elliottii* as reforestation crop for fifteen years, under the following physical-hydric properties: soil density, total porosity, distribution of pore size, organic material, stability of aggregates in water, and rate of water infiltration in soil. Cropping with convention tillage for fifteen years resulted in an increase of 30% in soil density, while the rate of infiltration of water in the soil in this treatment was reduced by 88% in relation to the mean of the other treatments. Organic material was reduced by 35% in the conventional preparation in relation to natural forest.

Index terms: animal treading, infiltration rate, aggregate stability.

INTRODUÇÃO

O controle da erosão hídrica é facilitado pelo uso adequado do solo (Hudson, 1981). O uso do solo comumente é planejado de acordo com características locais, levando-se em conta propriedades relacionadas à declividade, profundidade do perfil, textura, grau de erosão presente, e permeabilidade do

solo pela água (Stallings, 1957). As classes de uso assim obtidas são baseadas no grau de suscetibilidade do solo à erosão hídrica, tendo como objetivo principal o seu uso sustentado. No entanto, na prática, raramente isto é observado ao se utilizar determinada gleba de terras, visto que essas propriedades em geral não são conhecidas. Assim, o uso do solo com a atividade agropecuária normalmente degrada suas propriedades físico-hídricas.

O uso do solo com cultivos anuais durante longo tempo, especialmente quando é utilizado o preparo convencional através de arações e gradagens, normalmente é responsável pela degradação mais intensa de suas propriedades físicas (Dalla Rosa, 1981 e Shierlaw & Alston, 1984) em relação a outros tipos de uso. Isto acarreta redução na taxa de infiltra-

¹ Aceito para publicação em 5 de dezembro de 1994.

Trabalho realizado com recursos da UDESC.

² Eng. Agr., Dr., Prof., Dep. de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC, CEP 88502-970, Lages, SC.

³ Eng. Agr., M.Sc., Prof., Dep. de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC.

ção, e aumento na taxa de erosão do solo (Bertol et al. 1987).

O intenso pisoteio por animais, especialmente por bovinos e ovinos em campo nativo, pode alterar as propriedades físico-hídricas da superfície do solo (Gradwell, 1966). Aumentam a densidade e a suscetibilidade à desagregação, reduzindo a porosidade total e a taxa de infiltração de água no solo. Como a ação dos cascos dos animais elimina a cobertura superficial do solo, principalmente nas trilhas de caminharmento, aparecem nessas áreas sulcos de erosão que normalmente progredem para voçorocas, acelerando o processo erosivo.

O reflorestamento com espécies exóticas normalmente é executado após o preparo do solo ter sido feito com maquinaria muito pesada. O tráfego dessas máquinas altera as propriedades físico-hídricas do solo, principalmente quando o preparo é efetuado com o solo em condições inadequadas de umidade (Gent Junior et al., 1984; Medina, 1985). Desconhece-se, no entanto, o espaço de tempo no qual se mantém essa degradação após a instalação da floresta.

Na região do planalto catarinense, é comum o uso do solo com mata nativa para o abrigo de animais (bovinos, ovinos e suínos), especialmente no outono-inverno. Nessa época do ano eles aproveitam a vegetação e frutas nativas para alimentação, pisoteando intensamente o solo sob a mata. É de se esperar que nessas condições ocorram alterações das propriedades físico-hídricas, principalmente na camada superficial do solo, em relação à mata nativa inexplorada.

O objetivo deste estudo foi avaliar a magnitude das alterações das propriedades físico-hídricas de um cambissolo húmico distrófico submetido a diferentes condições de uso do solo no planalto catarinense.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado durante o verão do ano de 1993, em quatro situações de uso do solo comumente utilizadas em propriedades rurais de Lages, SC. O solo é um cambissolo húmico distrófico, com horizonte A moderado, textura argilosa, substrato siltito+argilito (Tabela 1) e com topografia suavemente ondulada.

Os tratamentos de uso do solo consistiram de: 1. lavoura de culturas anuais conduzida durante quinze anos,

submetida a preparo convencional executado com uma aração mais duas gradagens duas vezes ao ano; 2. campo nativo submetido permanentemente a pastoreio extensivo por bovinos e ovinos; 3. mata nativa submetida a pisoteio extensivo por bovinos, ovinos e suínos durante o outono-inverno; 4. mata de reflorestamento com *Pinus elliottii* conduzida durante quinze anos.

As determinações, efetuadas em duas repetições localizadas ao acaso, em cada tratamento, consistiram de: densidade aparente do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo, determinadas em amostras indeformadas nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm, pelo método de Kiehl (1979); estabilidade de agregados em água, expressa na forma de diâmetro médio ponderado, nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm, pelo método de Forsythe (1975); infiltração de água no solo até taxa constante, utilizando anéis concêntricos, conforme método de Forsythe (1975); matéria orgânica do solo nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm, pelo método de Walkley & Black, descrito em Black (1965), e umidade gravimétrica atual do solo nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm. A taxa de infiltração de água no solo foi ajustada segundo o modelo de Philip (1957): $i = a \cdot t^b + C$, onde:

i = taxa de infiltração de água no solo estimada ($\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$);

t = tempo (h);

C = taxa constante de infiltração de água no solo determinada ($\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$);

a e b = parâmetros de ajuste.

Os demais dados foram analisados pelo Teste de Duncan a 5% de significância.

TABELA 1. Caracterização física dos tratamentos na área experimental do cambissolo húmico distrófico de Lages (SC).

Tratamento	Profundidade cm	%			Densidade de partículas $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
		Argila	Silte	Areia	
CN	0-5	60	34	6	2,63
	15-20	62	32	6	2,55
LA	0-5	39	43	18	2,62
	15-20	38	43	19	2,61
MA	0-5	39	43	18	2,58
	15-20	41	40	19	2,68
PI	0-5	42	39	19	2,45
	15-20	42	37	21	2,64

CN: campo nativo; LA: lavoura em preparo convencional; MA: mata nativa; PI: reflorestamento com *Pinus elliottii*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de matéria orgânica é facilmente reduzido em áreas exploradas com lavouras anuais submetidas a sucessivos preparos convencionais com arações e gradagens (Dalla Rosa, 1981). Isto ocorre principalmente pelo transporte via erosão hídrica do solo e pela acelerada decomposição causada pelo cultivo. Na profundidade de 0-5 cm (Tabela 2), o teor de matéria orgânica na lavoura foi reduzido em 21% em relação ao campo nativo, e em 35% em relação a mata nativa. No entanto, o teor de matéria orgânica presente nesse tratamento (7,9%) ainda é muito elevado, refletindo-se nas demais propriedades físico-hídricas do solo. Observa-se que o teor de matéria orgânica na área com reflorestamento de *Pinus* (8,5%) é também inferior ao do campo nativo em 15%, e à mata nativa, em 30%. Isto é decorrência, provavelmente, da raspagem mecânica da camada superficial do solo, efetuada por ocasião da instalação do reflorestamento, com tratores de esteiras dotados de lâmina raspadora. O acréscimo de 22% na mata nativa significa que a contribuição da liteira da mata para o teor de matéria orgânica do solo é maior do que a contribuição do sistema radicular do campo na camada de 0-5 cm. Na profundidade de

15-20 cm não houve diferença entre os tratamentos no teor de matéria orgânica. Isto indica que a influência do sistema radicular no campo nativo e da liteira na mata nativa sobre a matéria orgânica do solo é expressiva apenas na camada superficial do solo.

A densidade é uma das propriedades que reflete o grau de compactação do solo. Relaciona-se, entre outros fatores, ao teor de matéria orgânica (Dalla Rosa, 1981) e à pressão mecânica exercida sobre o solo (Shafiq et al, 1994). De modo geral, os níveis de densidade foram baixos nos tratamentos estudados (Tabela 2). Na profundidade de 0-5 cm, a maior densidade ocorreu na lavoura, em comparação com os demais tratamentos, provavelmente devido ao menor teor de matéria orgânica. Contribuiu para isto o fato de a área estar sob pisoteio de animais (bovinos) no período de coleta das amostras, pois estava sob cultivo de pastagem anual de inverno-primavera. Os diferentes usos do solo não afetaram a densidade na profundidade de 15-20 cm.

O diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados representa a resistência do solo à desagregação e pode indicar o grau de suscetibilidade à erosão hídrica (Forsythe, 1975). No entanto, agregados de elevado DMP nem sempre apresentam adequada distribuição de tamanho de poros internos, o que implica a qualidade estrutural. Assim, é possível obter agregados de elevado DMP, compactos e de baixa porosidade, que dificultam a infiltração da água e penetração de raízes no solo (Dalla Rosa, 1981). Isto induz a erosão hídrica. Na camada de 0-5 cm, não houve diferença entre tratamentos no DMP dos agregados do solo (Tabela 2). Isto provavelmente não significa que todos os tratamentos apresentem o mesmo comportamento em relação, por exemplo, à infiltração de água no solo, como argumentado anteriormente. Na profundidade de 15-20 cm, a lavoura apresentou redução de 24% no DMP em relação à mata nativa e ao reflorestamento. Isto é um indicativo da menor estabilidade estrutural do solo desse tratamento, com consequência na redução da taxa de infiltração da água no solo.

A porosidade do solo é diretamente influenciada pela densidade. Os macroporos são os primeiros e mais afetados pelo processo de compactação (Bertol, 1989). Aumentos na densidade refletem-se direta-

TABELA 2. Umidade gravimétrica atual do solo (Ug), matéria orgânica (Mo), densidade aparente do solo (Ds) e diâmetro médio ponderado (DMP) dos tratamentos estudados em cambissolo húmico distrófico de Lages, SC (média de duas repetições).

Tratamento	Profundidade cm	Ug		Ds g. cm ⁻³	DMP mm
		— % —	— % —		
CN	0-5	36,4	10,0b	0,86b	6,54a
	15-20	39,4	7,0a	0,88a	6,60b
LA	0-5	27,2	7,9c	1,15a	6,64a
	15-20	35,5	7,2a	1,01a	5,28c
MA	0-5	39,1	12,2a	0,89b	6,85a
	15-20	33,5	7,0a	1,14a	6,99a
PI	0-5	39,7	8,5c	0,92b	7,06a
	15-20	37,1	7,4a	1,10a	6,99a

CN: campo nativo; LA: lavoura em preparo convencional; MA: mata nativa; PI: reflorestamento com *Pinus elliotii*. Na mesma profundidade, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5% de significância.

mente na macroporosidade. Em cada profundidade, todos os tratamentos estudados mostraram aumento na densidade, com conseqüente redução na macroporosidade (Tabela 3). Na lavoura, na camada de 0-5 cm, houve aumento da densidade em relação à profundidade de 15-20 cm (Tabela 2), com conseqüente redução dos macroporos em relação a esta profundidade. Isto foi devido ao intenso pisoteio dos animais (bovinos) na época da coleta das amostras na lavoura, como argumentado anteriormente. Nos demais tratamentos, a densidade foi menor, e a macroporosidade maior, na camada de 0-5 cm, com inversão deste comportamento na camada de 15-20 cm, onde a densidade foi maior com menor macroporosidade, o que está de acordo com dados obtidos por Bertol (1989). A porosidade total foi menor no campo nativo e na lavoura na camada de 0-5 cm, provavelmente afetada pelas reduções da densidade na lavoura e microporosidade no campo nativo.

A capacidade de infiltração da água é a propriedade físico-hídrica que melhor reflete a qualidade da agregação do solo. Manejos de solo que promovem aumento da densidade, com redução da porcentagem de macroporos ou redução da estabilida-

TABELA 3. Macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt), e taxa constante de infiltração de água no solo (Tci) dos tratamentos estudados em cambissolo húmico distrófico de Lages, SC (média de duas repetições).

Tratamento	Profundidade cm	Ma	Mi	Pt	Tci cm. h ⁻¹
		%			
CN	0-5	11,5a	38,4b	49,9b	19,0c
	15-20	9,4b	40,4b	49,8b	
LA	0-5	10,5a	39,7b	50,2b	4,0d
	15-20	12,6a	40,9b	53,5b	
MA	0-5	11,1a	44,9a	56,0a	38,0a
	15-20	9,1b	43,5a	52,6b	
PI	0-5	13,1a	45,7a	58,8a	31,0b
	15-20	8,8b	48,7a	57,5a	

CN: campo nativo; LA: lavoura em preparo convencional; MA: mata nativa; PI: reflorestamento com *Pinus elliottii*.

Na mesma profundidade, valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5% de significância.

de de agregados, reduzem a taxa de infiltração da água no solo (Dalla Rosa, 1981; Bertol, 1989). A capacidade de infiltração da água no solo é uma característica intrínseca do solo. No entanto, quando avaliada por período de tempo relativamente curto, pode refletir os efeitos do manejo do solo, num mesmo tipo de solo. O uso com lavouras anuais em preparo convencional durante quinze anos reduziu a taxa de infiltração da água no solo em 89%, em relação à mata nativa (Tabela 3). Isto provavelmente ocorreu pela obstrução principalmente dos macroporos do solo, causada pela ação da água ao infiltrar-se, conduzindo as partículas de solo desagregadas para dentro dos poros e promovendo selamento superficial. Observa-se que este tratamento estava sob pisoteio de bovinos, o que provavelmente promoveu desagregação mecânica pela ação dos cascos dos animais sobre o solo, tornando-o prontamente disponível para o transporte através dos poros do solo. Este aspecto pode ser confirmado pelo rápido declínio da taxa de infiltração de água no solo (Figura 1). Observa-se que cinco minutos após o

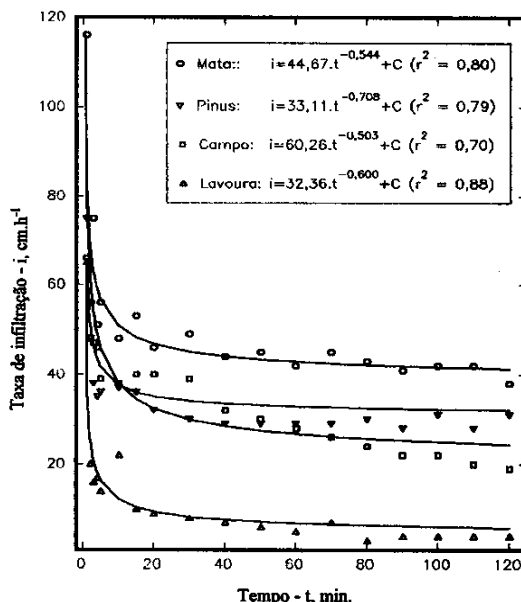


FIG. 1. Taxa de infiltração de água no solo em cambissolo húmico distrófico de Lages (SC) submetido a diferentes tipos de uso (média de duas repetições).

C: taxa constante de infiltração de água no solo.

início do teste, a taxa de infiltração já se havia reduzido em 78%, e aos quinze minutos era de apenas 15% em relação à taxa inicial. A melhor qualidade dos agregados pode ser constatada na mata, no reflorestamento e no campo nativo, nos quais o declínio da taxa de infiltração ao final de duas horas foi, respectivamente, de 67%, 59% e 71% em relação à lavoura, onde o declínio foi de 94% no mesmo período. Estes dados concordam com os obtidos por Bertol (1989).

A análise das propriedades físicas no presente estudo demonstrou que, de modo geral, a lavoura em preparo convencional degradou mais o solo em relação aos demais tratamentos. Isto foi evidenciado especialmente pelo comportamento da taxa de infiltração da água no solo. Assim, não é suficiente preocupar-se apenas com a aptidão agrícola das terras, mas, sobretudo, com o manejo do solo adotado em cada classe de aptidão.

CONCLUSÕES

1. O teor de matéria orgânica na profundidade de 0-5 cm foi reduzido em 29% na lavoura sob preparo convencional durante quinze anos, em relação à média do campo nativo e mata nativa.

2. Na profundidade de 0-5 cm, a lavoura sob preparo convencional durante quinze anos apresentou a maior densidade de solo em relação aos demais tratamentos.

3. Na profundidade de 0-5 cm, a macroporosidade na lavoura sob preparo convencional durante quinze anos foi reduzida em 12% em relação à média dos demais tratamentos.

4. A taxa constante de infiltração da água no solo foi reduzida em 89% na lavoura sob preparo convencional durante quinze anos, em relação à mata nativa.

REFERÊNCIAS

- BERTOL, I. Degradação física do solo sob a cultura do alho. *Revista Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.2, p.47-50, 1989.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da crosta hídrica com métodos de preparo do solo, na ausência e na presença de cobertura por resíduo cultural de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, p.187-192, 1987.
- BLACK, C.A. *Methods of soil analysis: Part 2 - Chemical and Microbiological Properties*. Madison, W.I.: American Society of Agronomy, 1965.
- DALLA ROSA, A. *Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo - Solo Santo Ângelo (Latossolo Roxo distrófico)*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1981. 136p. Dissertação de Mestrado.
- FORSYTHE, W. *Física de suelos*. Manual de laboratorio. San José: Instituto Internacional de Ciências Agrícolas, 1975. 209p.
- GENT JUNIOR, J.A.; BELLARD, R.; HASSAN, A.E.; CASSEL, D.K. Impact of harvesting and site preparation on physical properties of Piedmont forest soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.48, p.173-177, 1984.
- GRADWELL, M.W. Soil moisture deficiencies in puddled pastures. *New Zeland Journal Agronomy Research*, v.9, p.127-136, 1966.
- HUDSON, N.W. *Soil Conservation*. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1981. 324p.
- KIEHL, J.E. *Manual de edafologia*. São Paulo: Agronômica "Ceres", 1979. 262p.
- MEDINA, B.F. Influência de dois métodos de preparo de área na compactação de um latossolo amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, p.67-71, 1985.
- PHILIP, J.R. The theory of infiltration: IV. Sorptivity and algebraic infiltration equations. *Soil Science*, v.84, p.257-264, 1957.
- SHAFIQ, M.; HASSAN, A.; AHMAD, S. Soil physical properties as influenced by induced compaction under laboratory and field conditions. *Soil & Tillage Research*, v.29, p.13-22, 1994.
- SHIERLAW, J.; ALSTON, A.M. Effect of soil compaction on root growth and uptake of phosphorus. *Plant and Soil*, v.77, p.15-28, 1984.
- STALLINGS, J.H. *Soil conservation*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1957. 575p.