

Sistemas integrados de produção agrícola: implicações nos atributos físicos do solo e na perda de solo e água via escoamento superficial⁽¹⁾.

Alcione Hermínia da Silva⁽²⁾; **Andreia Brosowsky**⁽³⁾; **Nerilde Favaretto**⁽⁴⁾; **Karina Cavalieri**⁽⁴⁾; **Jeferson Dieckow**⁽⁴⁾; **Lucilia M. Parron Vargas**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho apresentado como parte da tese de doutorado do primeiro autor; ⁽²⁾ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFPR, Curitiba, PR, herminiadasilva@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Graduanda do curso de Agronomia, UFPR, Curitiba, PR; ⁽⁴⁾ Professores da Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFPR, Curitiba, PR; ⁽⁵⁾ Pesquisadora Embrapa Floresta, Colombo, PR.

RESUMO: A busca por sistemas produtivos com capacidade de manutenção da qualidade do solo tem aumentado em função da demanda da produção agrícola e impactos ambientais resultantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas integrados de produção agrícola na estrutura e atributos hidráulicos do solo em diferentes profundidades, bem como, nas perdas de água e solo via escoamento superficial. Três sistemas foram selecionados na Estação Experimental Fazenda Modelo/IAPAR, Ponta Grossa, PR: 1) ILP-integração lavoura-pecuária; 2) ILPF-integração lavoura-pecuária-floresta e 3) CNP - campo nativo pastejado. Foram coletadas amostras de solo em quatro profundidades para determinação dos atributos físicos e condutividade hidráulica saturada (Ksat). O escoamento superficial foi coletado semanalmente em parcelas delimitadas por chapas de zinco. O CNP, apesar dos menores valores de diâmetro médio ponderado seco e úmido, apresentou juntamente com o ILP os maiores valores de IEA, caracterizando uma maior estabilidade das unidades estruturais do solo. A condutividade hidráulica saturada variou entre os sistemas ILP e ILPF, e em profundidade. As perdas de solo e água acumuladas no período bem como as concentrações médias ponderadas de turbidez e sólidos totais, foram maiores no sistema ILPF. No que concerne à condutividade elétrica, o sistema de maior destaque foi o ILP, seguido pelo ILPF. Os diferentes sistemas influenciaram os parâmetros avaliados, sugerindo ser o sistema ILP o que proporcionou uma melhor qualidade física ao solo, principalmente nas camadas superficiais bem como um menor potencial de contaminação das águas superficiais.

Termos de indexação: sistema conservacionista, qualidade do solo, qualidade da água.

INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de produção conservacionistas se destacam os que promovem adequada proteção superficial do solo, com conseqüente aumento da matéria orgânica. Nestes sistemas, busca-se uma melhoria dos atributos

físicos do solo aumentando a infiltração da água e diminuindo o escoamento superficial.

Indicadores de qualidade física do solo (Cavalieri et al., 2011) e qualidade da água (Silveira et al., 2011) têm sido investigados nas diferentes condições de uso e manejo do solo e são fundamentais para entender os processos de deterioração dos solos e potencial de contaminação das águas

O presente trabalho é parte do projeto SerVamb coordenado pela EMBRAPA Floresta e que tem como finalidade a investigação da valoração econômica dos serviços ambientais associados à conservação do solo e água, sequestro de carbono, biodiversidade, e da produtividade dos diferentes sistemas de uso da terra.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas integrados de produção agrícola na estrutura do solo e nos atributos hidráulicos em diferentes profundidades, bem como nas perdas de água e solo via escoamento superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo estão situadas em Ponta Grossa, região localizada no Segundo Planalto Paranaense ou Planalto de Ponta Grossa (Campos Gerais) e apresenta substrato geológico composto por rochas sedimentares. O clima é o Cfb – Clima temperado, mesotérmico com temperaturas médias entre 18° C e 22° C sem estação seca definida. O relevo geral é suave ondulado, com declividades entre 3 e 13%; em termos hidrográficos, pertence à bacia do rio Tibagi.

Três sistemas foram avaliados na Estação Experimental Fazenda Modelo/IAPAR, em Ponta Grossa, Paraná (25°07'22" S; 50°03'01" W), sendo eles: 1) ILP - integração lavoura-pecuária; 2) ILPF - integração lavoura-pecuária-floresta e 3) CNP - campo nativo pastejado. As áreas de ILP e ILPF possuem mais de 10 anos de implantação. O CNP nunca foi revolvido, porém a presença do gado se estabeleceu há vários anos (Silva, 2012). O delineamento experimental foi o de blocos incompletos com três tratamentos e três repetições.

A vegetação original das áreas experimentais é

campo natural e os solos enquadram-se como Cambissolo Háplico Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico. Os dados de granulometria são apresentados na **(Tabela 1)**.

Tabela 1. Granulometria média dos três sistemas de uso (0-20 cm de profundidade).

Sistemas	Argila	Silte	Areia
	g kg ⁻¹		
ILP	175,5	123,8	723,3
ILPF	124,5	130,8	744,5
CNP	70,5	101,8	827,5

Em cada parcela experimental foram amostradas quatro profundidades de solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm). Em cada profundidade foram coletadas amostras indeformadas de solo em anéis volumétricos (3,5 cm de altura x 5 cm de diâmetro) em quatro repetições, para avaliação da condutividade hidráulica saturada pelo método de carga decrescente (Reynolds & Elrick, 2002). Nas mesmas profundidades foram coletados monólitos de solo para determinação da estabilidade de agregados baseado no método descrito em Blake & Hartge (1986) e análise granulométrica pelo método do densímetro.

Para a coleta do escoamento superficial foram instaladas parcelas de 10 m de comprimento por 3,8 m de largura delimitadas por chapas galvanizadas de zinco de 10 cm de altura enterrada a 5 cm no solo, afunilando na parte inferior da parcela onde é conectada a um recipiente coletor com capacidade para 60 litros.

As coletas das amostras de escoamento superficial foram realizadas semanalmente no período de fevereiro a abril de 2013.

O volume coletado em cada unidade experimental foi transformado em mm de água perdida através da relação volume de água coletado/área da unidade experimental. Após esta medição, uma amostra representativa foi coletada para posterior análise em laboratório.

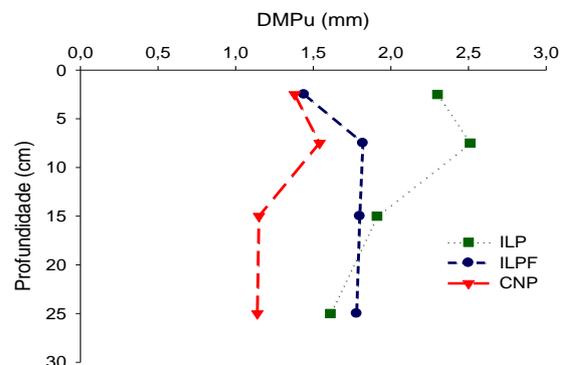
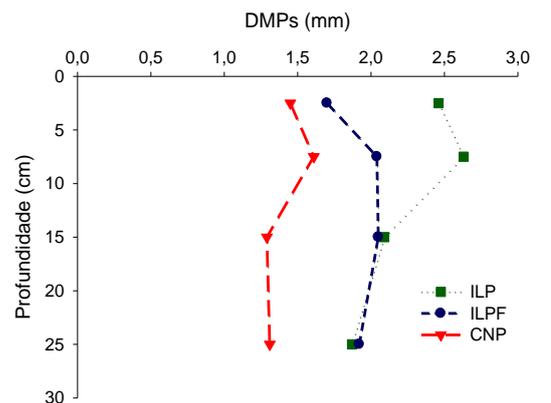
Para a determinação da concentração de sólidos totais e conseqüentemente perda de solo, uma fração de 50 ml da amostra foi seca em estufa a 105° C.

A turbidez da água foi realizada pelo método nefelométrico e de condutividade elétrica pelo condutivímetro (APHA, 1995).

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Física do Solo e Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema CNP embora tenha proporcionado os menores valores de DMPs e DMPu em todas as profundidades (**Figuras 1a e 1b**), apresentou um índice de estabilidade maior em relação ao ILP e ILPF (**Figura 1c**). Isso demonstra o alto potencial do campo nativo na manutenção da estabilidade dos agregados, mesmo sendo este pastejado. Com relação aos sistemas integrados, observa-se uma tendência de melhor estabilidade no sistema ILP nas camadas superficiais (0-10 cm), enquanto que em profundidade o sistema ILPF apresenta maior estabilidade (**Figura 1**).



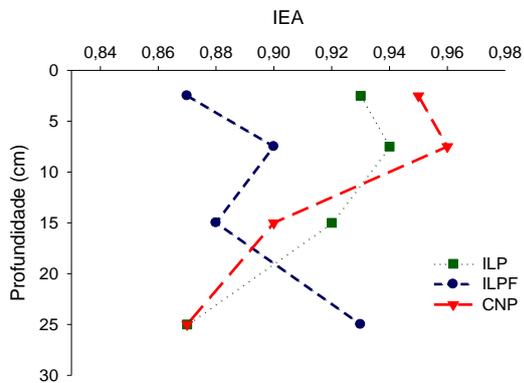


Figura 1. Diâmetro Médio Ponderado seco (a), úmido (b) e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) nos solos sob os sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILP); Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Campo Nativo Pastejado (CNP).

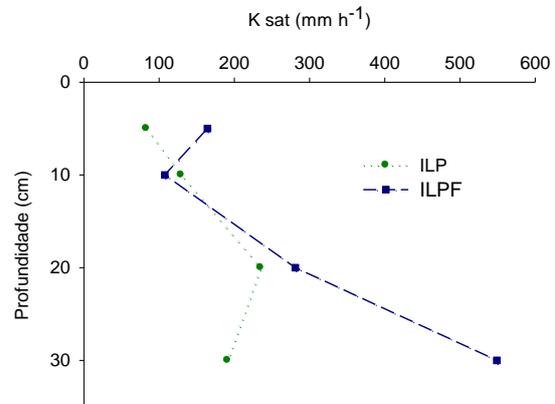


Figura 2. Condutividade hidráulica saturada (K sat) do solo nos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

A condutividade hidráulica saturada variou entre os sistemas ILP e ILPF e em profundidade (**Figura 2**). Trabalhos semelhantes em sistemas de ILP mostram que nas camadas superficiais a condutividade hidráulica tem sido afetada por sistemas de manejo (Santos et al., 2011).

No sistema ILPF (**Figura 2**), observa-se uma alta condutividade nas camadas mais profundas, demonstrando boa drenagem do sistema. Provavelmente pelo acúmulo de vegetação nesse sistema ocasionando uma alteração na continuidade de poros pela maior atividade biológica.

Para áreas de plantio direto, Cavalieri et al. (2009), constataram que mesmo com bons resultados para propriedades físicas, a condutividade hidráulica saturada indicou que há risco de comprometimento da funcionalidade física do solo em subsuperfície.

As perdas de água acumuladas no período foram maiores no sistema ILPF, seguida pelo CNP e ILP (**Figura 3**). Tal fato, embora contrariando o esperado por sistemas conservacionistas, pode ser explicado por uma maior manutenção da umidade do solo no sistema ILPF, saturando-o mais rapidamente quando submetido a eventos de precipitação. Outro aspecto que pode estar associado a uma maior perda de água refere-se à menor estabilidade de agregados bem como menor Ksat neste sistema na camada superficial.

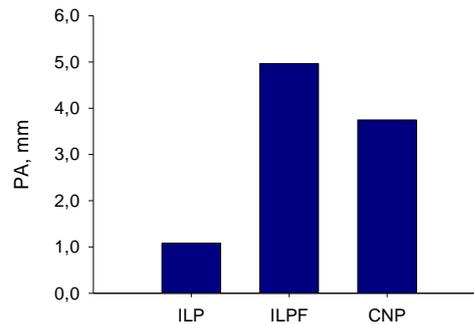


Figura 3. Perda de água (PA) acumulada, no período de fevereiro a abril de 2013 nos sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Campo Nativo Pastejado (CNP).

Seguindo o mesmo comportamento que PA, observa-se maiores PS no ILPF. O sistema ILPF perdeu, no período avaliado, 48 e 143 vezes mais solo que nos sistemas CNP e ILP, respectivamente (**Figura 4**).

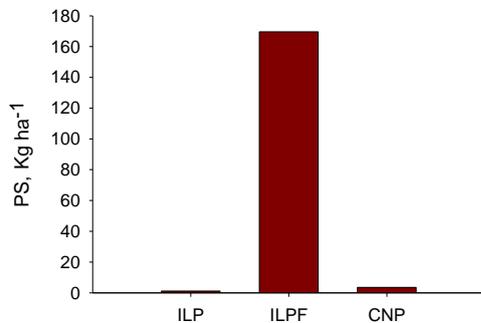


Figura 4. Perda de solo (PS) acumulado, no período de fevereiro a abril de 2013 nos sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Campo Nativo Pastejado (CNP).

A perda de solo apresentou maiores diferenças entre os tratamentos, o que pode ser explicado pela capacidade máxima de infiltração do solo, independente do manejo adotado. As PS foram influenciadas também pela estabilidade dos agregados, observando-se que sistemas com maior IEA na camada superficial, promoveram menores perdas.

Tabela 2. Média Ponderada de turbidez, sólidos totais (ST) e condutividade elétrica (CE) do escoamento superficial, no período de fevereiro a abril de 2013, nos sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Campo Nativo Pastejado (CNP).

Sistema	Turbidez (NTU)	ST (g L ⁻¹)	CE (μS cm ⁻¹)
ILP	98,5	0,5	94,9
ILPF	217,8	3,4	63,1
CNP	7,9	0,1	10,1

A turbidez e os sólidos totais foram maiores no tratamento ILPF quando comparados aos tratamentos ILP e CNP (**Tabela 2**), o que era esperado em função da maior perda de água e solo. O CNP foi o sistema mais eficiente na retenção de sedimentos apresentando menores concentrações de sólidos totais bem menor turbidez.

A CE, que se refere aos teores de íons na água, foi maior nos sistemas ILP e ILPF, podendo ser atribuída ao fato de tratar-se de áreas agrícolas e sob sistema de plantio direto, onde são realizadas adubações minerais além da presença do animal (adubação orgânica).

CONCLUSÕES

Os diferentes sistemas influenciaram na estabilidade dos agregados e na condutividade hidráulica sugerindo ser o sistema ILP o que proporciona uma melhor qualidade física do solo principalmente na camada superficial. No sistema ILPF, embora tenha apresentado alta K_{sat} ocorreu às maiores perdas de solo e água em superfície.

AGRADECIMENTOS

EMBRAPA FLORESTAS, IAPAR, CAPES CNPQ

REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th. ed. Washington DC. 1995.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. BULK density. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy p.425-442, 1986.
- CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P. DA.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R. & HAKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. Soil & Tillage Research 103 158–164, 2009.
- CAVALIERI, K. M. V.; CARVALHO, L. A. DE.; SILVA, A. P. DA.; LIBARDI, P. L. & TORMENA, C. A. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. R. Bras. Ci. Solo, 35: 1541-1549, 2011.
- SILVA, V. P. DA. Produtividade em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária - Floresta no Subtrópico Brasileiro. 2012. 119p. (Tese Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.
- SANTOS, G. G.; MARCHÃO R. L.; SILVA, E. M. DA.; SILVEIRA, P. M. DA.; & BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. Pesq. Agropec. Bras. 46:1339-1348, . 2011.
- SILVEIRA, F. M.; FAVARETTO, M.; DIECKOW, J.; PAULLETTI V.; VEZZANI, F. & SILVA, E. D. B. Dejeito líquido bovino em plantio direto: perda de carbono e nitrogênio por escoamento superficial. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:1759-1767, 2011.
- REYNOLDS, W.D.; ELRICK De. Pressure infiltromete . In Methods of Soil Analysis: Part 4. Physical methods. (Eds JH Dane, GC Topp). (Soil Science Society of America: Madison, WI), 2002. p 826-836.