

DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR ATIVIDADE DE  
MICROARTÓPODES DO SOLO PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO  
AMBIENTAL DE MANEJO INTENSIVO DE PASTAGENS\*

Odo Primavesi<sup>1</sup>

Marcos Antônio Vieira Ligo<sup>2</sup>

Ana Cândida Pacheco de Aguirre Primavesi<sup>1</sup>

INTRODUÇÃO

A região Sudeste, com 924,9 mil km<sup>2</sup> (10,87% da área do Brasil), possui 43,8% da população humana do País. A agropecuária ocupa 58 milhões de hectares, sendo 74% de pastagens e 26% destinados à atividade agrícola. Verifica-se, porém, que ocorre déficit regional na dieta humana por proteína animal, que deveria ser suprido por produção maior. Devido ao elevado preço das terras, e à competição por atividades mais lucrativas, ocorre intensificação da produção por unidade de área e de tempo, o que acarreta aumento do risco de deterioração da qualidade ambiental da região, que já possui 70% de sua área produtiva em processo de degradação. A História mostra que civilizações humanas desapareceram devido a: a) falha na manutenção de sistemas de produção de alimentos, para suprir demanda crescente das populações urbanas, devido à degradação dos solos e à destruição das matas protetoras; b) falha no manejo e conservação do ciclo hidrológico para atender a demanda por água potável, dando ênfase aos desmatamentos e conseqüente alterações de microclima e conservação dos solos;

---

\* Trabalho realizado no projeto 11.0.95.661-02, do Programa de Qualidade Ambiental, da EMBRAPA.

<sup>1</sup> Pesquisador, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/EMBRAPA. Caixa Postal 339, CEP 13560-970 São Carlos-SP.

<sup>2</sup> Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental/EMBRAPA. Caixa Postal 69. CEP 13820-000 Jaguariúna-SP.

c) falha no saneamento básico (dejetos e águas servidas), foco de doenças (LIEBMANN, 1976). Atualmente acrescenta-se o uso inadequado de insumos, que podem deixar resíduos químicos e contaminantes microbiológicos no solo, na água, nos dejetos e nos alimentos produzidos, e que afetam a integridade física dos diferentes componentes da cadeia alimentar.

A intensificação dos agroecossistemas de produção, seja de plantas ou de animais, no enfoque imediatista e especializado, leva à degradação dos sistemas naturais menos complexos (por exemplo, o solo) e conseqüentemente dos mais complexos em que estão inseridos (por exemplo, ecossistemas regionais), podendo levar ao colapso da capacidade de sustentação do ambiente físico, e dos organismos que com ele interagem e dele dependem, como alertam LIEBMANN (1976), HALLER (1980), CAPRA (1987), RUELLAN & TARGULIAN (1992).

Considerando o solo como alicerce de ecossistemas mais complexos, surge a preocupação pela manutenção de uma vida edáfica diversificada e ativa, como chave para a sustentabilidade e a produtividade (SEIFFERT, 1971; BORGSTROM, 1973; HALLER, 1976; PRIMAVERSI, 1980). E o seu manejo através do retorno de material orgânico é sugerido por muitos autores (PRIMAVERSI & COVOLO, 1968; PRIMAVERSI, 1980; LACKI, 1988).

SANTOS & WHITFORD (1981), realizando estudos com microartrópodes, importantes na decomposição de materiais orgânicos e na ciclagem de nutrientes, verificaram serem eles bastante sensíveis à presença de agroquímicos, e que sua atividade, quando ocorre sobre material orgânico enterrado, é pouco dependente das variações climáticas na superfície. Desta forma, a atividade de microartrópodes na decomposição de material orgânico enterrado poderia ser considerado um indicador biológico de sustentabilidade de agroecossistemas, no aspecto ecológico.

O presente estudo tem por objetivo avaliar um possível impacto negativo do manejo intensivo de pastagens, com a entrada de quantidades elevadas de insumos e de dejetos

animais com resíduos químicos, sobre o solo, através do monitoramento da decomposição de material orgânico enterrado superficialmente, realizado preferencialmente por micro artrópodes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) var. Canchim, na área da EMBRAPA/ CPPSE — Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, Fazenda Canchim, em São Carlos-SP, Brasil, com clima tropical de altitude, 856 m de altitude, e coordenadas 21°57'S de latitude e 47°50'W de longitude.

Foram selecionadas 4 áreas: com tobiatã (*Panicum maximum*) de 8 anos de idade com (área 1, lotação de 10 UA/ha no verão) e sem (área 2) manejo intensivo iniciado há 3 anos, e com braquiária (*Brachiaria decumbens*) de 19 anos de idade com (área 3, lotação de 5 UA/ha no verão) e sem (área 4, lotação de 0,7 UA/ha) manejo intensivo iniciado há 2 anos. A área 1 apresentou inicialmente baixa cobertura de solo, com as touceiras de tobiatã espaçadas e rebaixadas, que se foi tornando completa com o crescimento exuberante das plantas. A área 4 apresentou o solo com a cobertura vegetal permanentemente deficiente. A área 2, com invasão de braquiária e de grama-batatais entre as touceiras de tobiatã, e a área 3, com braquiária exuberante, apresentaram solo permanentemente coberto.

A granulometria, determinada pelo método da pipeta, descrita em KIEHL (1979), da camada de 0-20 cm de profundidade e as características químicas dos solos, determinadas segundo procedimento descritos em VAN RAIJ et al. (1987), da camada de 0-5 cm em que foi enterrado o material orgânico, foram fornecidas pelo Laboratório de Solos do CPPSE (Tabela 1). Os dados climáticos, foram coletados na Estação Meteorológica do CPPSE (Tabela 2). Os dados parciais de balanço hídrico se calcularam segundo processo de PENMAN descrito em OMETTO (1981). O conteúdo gravimétrico de água das amostras de terra agregadas aos saquinhos de ny-

lon por ocasião da coleta foi anotado (Tabela 3).

**Tabela 1.** Características químicas da camada de 0-5 cm do solo, e granulometria da camada de 0-20 cm, das 4 áreas estudadas.

Características	ÁREAS			
	1	2	3	4
pH-CaCl <sub>2</sub>	5,4	4,7	4,8	4,4
Mat. orgânica, g.dm <sup>-3</sup>	34,0	12,0	40,0	29,0
P-resina, mg.dm <sup>-3</sup>	182,0	2,0	21,0	3,0
K <sup>+</sup> , mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	3,9	0,2	3,0	0,3
Ca <sup>2+</sup> , mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	37,0	8,0	22,0	11,0
Mg <sup>2+</sup> , mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	11,0	3,0	8,0	7,0
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> , mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	31,0	26,0	50,0	50,0
Al <sup>3+</sup> , mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,0	1,2	1,4	1,4
CTC, mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	83,0	37,0	83,0	68,0
S, mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	52,0	11,0	33,0	18,0
V, %	63,0	30,0	40,0	26,0
m, %	0,0	10,0	4,0	7,0
Argila, g.kg <sup>-1</sup>	230,0	230,0	310,0	310,0
Silte, g.kg <sup>-1</sup>	90,0	90,0	70,0	70,0
Areia, g.kg <sup>-1</sup>	680,0	680,0	620,0	620,0

M.O. = matéria orgânica = 1,724C; P-resina = fósforo extraído por resina; CTC = valor T ou soma de cátions; S = soma de bases; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos no CPPSE, no ano de 1995.

	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Temp. máxima (°C)	24,3	24,7	27,6	29,3	27,7	26,3
Temp. mínima (°C)	12,9	14,2	13,7	14,4	16,0	15,6
Chuvas (mm)	17,0	38,0	9,0	10,0	131,0	93,0
Déficit híd. (mm)	45,0	47,0	96,0	144,0	86,0	42,0
Armaz. água (mm)	32,0	24,0	11,0	3,0	33,0	35,0

Armaz. água = armazenamento de água no solo calculado através de balanço hídrico climático, considerando uma CAD (capacidade de armazenamento de água disponível de 100 mm no perfil de solo de 100 cm).

**Tabela 3.** Conteúdo gravimétrico de água (%) das amostras de terra agregadas aos saquinhos de nylon (médias de 10 repetições). Secagem a 60°C.

Áreas	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
1	13,6	8,2	0,9	5,4	9,7	6,0
2	13,1	7,6	0,7	5,4	8,5	4,4
3	14,2	10,2	1,0	6,8	9,9	6,6
4	11,7	11,2	1,2	6,0	6,0	4,4

O material orgânico utilizado foi um feno passado de **coast-cross** (*Cynodon dactylon*), a fim de tornar comparáveis os resultados entre as áreas e as épocas de amostra—

gem. Sua composição bromatológica, determinada no Laboratório de Nutrição Animal, pelo método de VAN SOEST (para fibra, celulose, lignina) e de TILLEY & TERRY (para digestibilidade *in vitro*), descritos por SILVA (1981), foi 96,8% de matéria orgânica; 3,2% de cinzas; relação C/N de 47,9; 83,9% de fibra detergente neutro; 7,3% de proteína bruta; 34,5% de celulose; 29,6% de hemicelulose; 17,7% de lignina; 2,9% de tanino e 28,3% de digestibilidade *in vitro*. Deste material orgânico foram acondicionados 10 g de matéria seca em saquinhos de tela de nylon (*litter bag*) com malha de 1 mm de abertura, e dimensões de 0,20 x 0,20 m, conforme descrito em SANTOS & WHITFORD (1981).

Em cada uma das quatro áreas foi enterrada, a 5 cm de profundidade no dia 23/05/95, uma bateria de 12 saquinhos com 10 repetições para a determinação da taxa cumulativa de decomposição durante um ano, e mais um saquinho por repetição para a determinação da taxa mensal de decomposição do material orgânico. Mensalmente foram desenterrados 10 saquinhos da série anual, mais 10 saquinhos da série mensal, estes repostos por amostras frescas do estoque inicial de material orgânico. Também foram coletadas amostras de terra agregada aos saquinhos, que foram passadas por peneira com malha de 2 mm para retirar as raízes. Após a retirada das amostras de *coast-cross* dos saquinhos e a eliminação das raízes, o material foi pesado, seco em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, pesado, passado para estufa a 105°C durante 14 horas e esfriado em dessecador durante 2 horas antes da pesagem. A seguir ficou em mufla, durante 8 horas, a 600°C, para a de terminação inorgânica do conteúdo de cada *litter bag*. As amostras de terra passaram pelo mesmo processo. A taxa de decomposição estimada da matéria orgânica foi determinada segundo equação de SANTOS & WHITFORD (1981):

$$TD = 100 \left[ \frac{ZI + f(IF-II) + IF - WF}{ZI} \right], \text{ onde:}$$

TD = taxa de decomposição estimada a partir da perda de conteúdo orgânico, em porcentagem;

ZI = conteúdo orgânico médio da amostra inicial de 10 g de

- matéria seca, em grama;
- f = fator de correção médio para cada solo, obtido a partir da razão entre a fração orgânica e a fração inorgânica da amostra de terra;
- IF = conteúdo inorgânico final de cada amostra, em grama;
- II = conteúdo inorgânico médio da amostra inicial de 10 g de matéria seca, em grama;
- WF = peso seco final de cada amostra, em grama.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de 6 meses mostram que, de uma maneira geral, não ocorrem diferenças significativas entre os efeitos dos tipos de manejo sobre a taxa estimada de decomposição de matéria orgânica enterrada na camada superficial do solo. Ocorre menor atividade nos meses mais secos nas amostragens mensais, e que leva a uma redução sensível na taxa de decomposição cumulativa (**Tabela 4**).

Pode ser verificada uma tendência de redução na diferença entre as taxas acumuladas médias de decomposição entre os diferentes manejos com a entrada da primavera (a amplitude dos valores reduziu-se de 9,6 em junho para 4,7 em novembro). Chama a atenção o comportamento da área 4 em relação à 1, quanto à perda acumulada de matéria orgânica, com manejos bem diferentes, talvez com influência maior da temperatura do solo na área 4, menos protegida pela vegetação. Os dados também sugerem maior sensibilidade desta técnica de avaliação da perda de matéria orgânica em *litter bags* no outono, talvez devido à menor ação da temperatura e da água disponível. As taxas de decomposição acumulada para 6 meses estão coerentes com os dados de SANTOS & WHITFORD (1981) que também utilizou material vegetal seco (senescente), em torno de 60%, em condições de déficit hídrico climático. Este valor já é alcançado em 2 meses com utilização de material verde, mais degradável, no verão (CARVALHO et al., 1995).

## CONCLUSÕES

O manejo intensivo de pastagens não foi prejudicial

**Tabela 4.** Taxa de decomposição estimada (%) mensal e acumulada do material orgânico nas 4 áreas com e sem manejo intensivo (médias de 10 amostras).

Mês	Tobiata		Braquiária		CV (%)	Δ
	Com	Sem	Com	Sem		
	<b>Mensal</b>					
Junho	33,2 a	30,6 a	23,6 b	26,2 b	14,1	4,2
Julho	32,9 a	32,4 a	33,4 a	31,8 a	17,6	6,1
Agosto	22,1 ab	20,2 b	14,2 c	25,9 a	21,5	4,6
Setembro	11,6 a	14,6 a	12,0 a	12,4 a	39,9	6,1
Outubro	34,5 a	30,9 a	30,8 a	32,4 a	17,6	6,0
Novembro	37,2 a	34,5 a	34,6 a	32,1 a	13,5	4,9
	<b>Acumulada</b>					
Junho	33,2 a	30,6 a	23,6 b	26,2 b	14,1	4,2
Julho	46,9 a	41,0 a	39,8 a	40,1 a	21,7	9,5
Agosto	48,3 a	43,1 a	44,3 a	47,7 a	11,8	5,7
Setembro	48,7 a	44,3 a	45,2 a	50,3 a	11,6	5,7
Outubro	56,0 a	53,4 a	50,9 a	54,7 a	12,3	7,0
Novembro	60,6 a	58,7 a	60,3 a	63,1 a	10,5	6,7

Médias seguidas da mesma letra, dentro do mesmo mês (na linha), não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação (%); Δ = diferença mínima significativa pelo teste de Tukey.

ã atividade de decomposição de material orgânico, necessária à reciclagem de nutrientes. A taxa de decomposição de material orgânico com elevado teor de fibra, no período de 6 meses, com déficit hídrico elevado, está em torno de 60%.

## RESUMO

Foi monitorada a atividade de microartrópodes através da taxa de decomposição de material orgânico enterrado superficialmente, em amostragens mensais individuais e cumulativas, durante os meses de junho a novembro de 1995, num Oxisol (Latosolo Vermelho-Amarelo var. Canchim) coberto por *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens* em manejo intensivo e extensivo, na região de São Carlos-SP, Brasil, em clima tropical de altitude. Não ocorreu diferença significativa entre os diferentes manejos sobre a perda mensal acumulada (60%) de material orgânico, sugerindo não ocorrer ainda impacto negativo sobre a reciclagem deste em áreas de pastejo intensivo, com entrada intensa de agroquímicos.

**Palavras-chave:** Adubação mineral, resíduos químicos, indicador biológico.

## SUMMARY

### ORGANIC MATTER DECOMPOSITION BY SOIL MICROSRTHROPOD ACTIVITY FOR EVALUATION OF ENVIRONMENT IMPACT OF INTENSIVE PASTURE MANAGEMENT

The microarthropod activity was monitored through the monthly and cumulative decomposition of organic material superficially buried, in an Oxisol (sandy Red-Yellow Latosol) covered by *Panicum maximum* and *Brachiaria decumbens* grasses, under intensive and extensive pasture managements, in São Carlos-SP, Brazil, influenced by an altitude tropical climate. The sampling was monthly done from June to November 1995. No significant difference occurred between the different pasture managements on the monthly and

cumulative (60%) losses of organic matter, suggesting that there is no negative effect of the intensive management of pastures, with high input of chemicals, on the organic matter recycling process.

**Key words:** Mineral fertilizer, chemical residues, biological indicator.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGSTROM, G., 1973. Food, Feed, and Energy. *Ambio*, Stockholm, 6: 670-678.
- CAPRA, F., 1987. **O Ponto de Mutação: A Ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente.** São Paulo, Cultrix. 445p.
- CARVALHO, A.M. de; L.R. da S. FREITAS; J.R. CORREIA; P. BLANCANEUX; L.C. HERMES; M.A.V. LIGO; M.C.P.Y. PESSOA; A. de H.N. MAIA, 1995. Avaliação da Dinâmica de Decomposição da Matéria Orgânica Utilizando o Método dos "litter bags". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos.** Viçosa, UFV/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.4, p. 2039-2041.
- HALLER, A.V., 1976. **Die Wurzeln der Gesunden Welt.** V. 1. Langenburg, Verlag Boden und Gesundheit. 92p.
- KIEHL, E.J., 1979. **Manual de Edafologia: Relações Solo-Planta.** São Paulo, Ceres. 262p.
- LACKI, P., 1988. **Generación de Tecnologías Adecuadas al Desarrollo Rural.** 2.ed. Santiago, FAO. 41p. (Série De Desarrollo Rural, 4).
- LIEBMANN, H., 1976. **Terra, um Planeta Inabitável?: Da Antiguidade até os nossos Dias Toda a Trajetória Poluidora da Humanidade.** São Paulo, Melhoramentos/EDUSP. 180 p.
- OMETTO, J.C., 1981. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo, Ceres. 425p.
- PRIMAVESI, A.M. & G. CÔVOLO, 1968. Efeitos de Diferentes Adubos Orgânicos e Inorgânicos sobre a Fauna Edáfica do Solo. In: PRIMAVESI, A. (coord.). **Progressos em Biodinâmica e Produtividade do Solo.** Santa Maria, UFSM. p. 261-267.

- PRIMAVESI, A., 1980. **Manejo Ecológico do Solo: A Agricultura em Regiões Tropicais**. São Paulo, Nobel. 541p.
- RUELLAN, A. & V.O. TARGULIAN, 1992. A Degradação dos Solos. In: BARRERE, M. (coord.). **Terra Patrimônio Comum: A Ciência a Serviço do Meio Ambiente e do Desenvolvimento**. (Trad. Barros, E.S.). São Paulo, Nobel. p. 53-63.
- SANTOS, P.F. & W. WHITFORD, 1981. The Effects of Microarthropods on Litter Decomposition in a Chihuahuan Desert Ecosystem. **Ecology**, 62(3): 654-663.
- SEIFFERT, A., 1971. **Gaertnern, Ackern-ohne Gift**. Muenchen, Biederstein Verlag. 209p.
- SILVA, D.J., 1981. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa, UFV. 165p.
- VAN RAIJ, B.; J.A. QUAGGIO; H. CANTARELLA; M.E. FERREIRA; A.S. LOPES; O.C. BATAGLIA, 1987. **Análise Química do Solo para fins de Fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill. 170p.

## AGRADECIMENTOS

Aos laboratoristas Marcos Roberto Ferraz e Gilberto César Agostinho, pelo preparo das amostras frescas e processamento das amostras recolhidas no campo.