

# GERAÇÃO E DESCARTE DE DEJETOS DE ANIMAIS NO MEIO RURAL

---

*Carlos Alberto Ceretta  
Jorge Luis Mattias*

*A* geração de resíduos orgânicos é reflexo da atividade humana, cujo potencial de poluição no ambiente tende a se agravar pela concentração da população e das unidades de produção animal. A suinocultura, particularmente, gera grandes quantidades de resíduos de difícil descarte, o que pode interferir na qualidade da água e do solo. A contaminação com coliformes, sobretudo fecais, já compromete a qualidade da água na maioria das regiões onde se concentra a atividade suinícola. O aumento na concentração de nitrato e a eutroficação, devido ao fósforo solúvel, são outras formas potenciais de intensificação do problema. No solo, o acúmulo de metais pesados em suas formas químicas, deve ser cuidadosamente monitorado, pois representa outra fonte potencial de poluição. É portanto imprescindível o envolvimento de produtores, da agroindústria e dos poderes públicos para o estabelecimento de estratégias capazes de amenizar o impacto ambiental da suinocultura, considerando a importância econômica e social dessa atividade, já que milhares de famílias dela dependem.

## **Solo, água e resíduos orgânicos**

O homem, por natureza, relaciona-se com o ambiente causando perturbação na qualidade do solo e da água. Embora essa interação possa ser benéfica, o desafio está no uso dos recursos naturais com o menor grau de perturbação indesejável. Resíduos orgânicos têm origem numa série de produtos industriais, residenciais ou de uso agrícola, que existem para a sobrevivência ou o conforto do homem.

O solo é o ambiente utilizado para o descarte de resíduos orgânicos, na maioria dos casos. Contudo, o solo é um ambiente governado especialmente por fenômenos de tamponamento, o que significa que sua capacidade de tolerar a adição de resíduos é limitada. Ultrapassar este limite pode significar a contaminação de mananciais de água e alimentos, afetando a saúde humana e animal. Toda a comunidade deve estar ciente disso.

Aos profissionais das ciências agrárias, particularmente, em nenhum momento histórico se exigiu tanto que sua postura fosse mediada pelas conseqüências ambientais de todo procedimento para o manejo do solo ou uso de insumos na produção de grãos, carne e leite, fibras e madeira. É necessário haver consciência de que a atividade agrícola é uma fonte de poluição ambiental e de que não é possível separar solo e água afetados pelos sistemas de produção.

Um dos principais problemas de resíduos orgânicos é sua concentração no meio urbano ou rural. O Brasil ainda possui ciclos migratórios do meio rural para o meio urbano, onde os esgotos e lixos a cada ano apresentam a conta de sua convivência com o homem. No meio rural, a produção de carne, sobretudo de suínos e aves, gera grandes quantidades de dejetos em pequenas áreas. Não existe solução para o descarte de resíduos orgânicos, mas sim alternativas para minimizar seu efeito poluente e harmonizar os interesses do homem com a qualidade do ambiente.

À semelhança do esgoto urbano e de muitos resíduos industriais, o esterco de suínos, por apresentar-se em forma líquida muito diluída, dificulta sobremaneira seu tratamento e distribuição em locais de descarte. Existem muitas informações sobre o uso de dejetos como fertilizantes, mas pouco se sabe sobre seu potencial poluente. E não há dúvidas de que os dejetos líquidos de suínos representam a principal fonte de poluição para o solo e para a água no meio rural, cujos reflexos atingem a população urbana. O problema pode ser claramente demonstrado pelo fato de que na grande maioria dos municípios onde se concentra a atividade suinícola, a qualidade da água está abaixo de padrões aceitáveis.

A discussão sobre o descarte de resíduos orgânicos deve envolver não apenas profissionais das ciências agrárias, mas também aqueles envolvidos nas áreas sociais, porque a suinocultura é fundamental à manutenção de milhares de famílias no meio rural; além disso, a carne suína e seus derivados representam importante fonte de divisas para o Brasil. Interesses econômicos e políticos fatalmente terão que ceder espaço a uma discussão mais racional e responsável sobre a localização de pólos para a suinocultura.

### Características dos sistemas de produção de suínos e sua relação com a poluição do ambiente

Nas últimas duas décadas, tem-se observado grande concentração na produção de suínos. Em Santa Catarina existiam cerca de 67.000 suinocultores em 1980, número que diminuiu para 10 a 20.000 em 2000.<sup>1</sup> No sul do Brasil concentram-se cerca de 35 % do rebanho suíno, o que equivale a aproximadamente 12 milhões de cabeças, gerando 38 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos por ano.<sup>2</sup> Por outro lado, existem locais com alta concentração na produção, citando-se, como exemplo, Serafina Corrêa no Rio Grande do Sul, com 13.000 habitantes e 50.000 suínos, ou Braço do Norte em Santa Catarina, com 23.000 habitantes e 130.000 suínos, o que significa que existem 1.300 suínos por km<sup>2</sup> nesta cidade catarinense.

A suinocultura é uma atividade com potencial poluente porque o dejetos líquido dos animais, também denominado de chorume ou líquame, é composto por uma mistura que inclui fezes e urina dos animais, água desperdiçada nos bebedouros e usada na higienização das instalações, além de resíduos de ração, pêlos e do próprio desgaste das instalações decorrentes do processo criatório.<sup>3</sup>

A quantidade de dejetos produzido nas unidades de produção varia em função do desenvolvimento dos animais, da quantidade de água desperdiçada nos bebedouros, bem como do volume utilizado na higienização das instalações. Contudo, em média, cada suíno gera 8,6 litros de dejetos por dia. A concentração dos dejetos é grande porque cerca de 61 % do rebanho de suínos estão em sistemas confinados, contra 21, 17 e 1,0 % em semiconfinamento, extensivo e ao ar livre, respectivamente.<sup>4</sup>

Da sua composição resulta primeiramente a contaminação das águas com coliformes, particularmente fecais, com nitrato ou o fenômeno da eutroficação, devido em especial ao aumento nos teores de fósforo disponível na água. No solo existe a possibilidade de acúmulo de elementos potencialmente tóxicos, como alguns metais pesados.

<sup>1</sup> TESTA, V. M.; NADAL, R. de.; MIOR, L. C.; BALDISERA, I. T. & CORTINA, N. O. *O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense (Proposta para discussão)*. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247 p.

<sup>2</sup> ANUALPEC 97. *Anuário Estatístico da Pecuária de Corte*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio Ltda., 1997.

EMBRAPA. SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9, 2001, Gramado, Rio Grande do Sul. *Anais...* Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 162 p.

<sup>3</sup> KONZEN, E. A. *Manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32 p. (Circular Técnica, 6).

<sup>4</sup> GOMES, M. F. M.; GIROTTI, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M. de.; MORES, N. & TRAMONTINI, P. *Análise prospectiva do complexo agro-industrial de suínos no Brasil*. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1992. 108 p.

A topografia acidentada, predominante na maioria das regiões produtoras de suínos, somada à diluição dos dejetos, dificultam seu manejo e descarte no ambiente. Além disso, a concentração na produção agrava o problema porque são geradas grandes quantidades de dejetos e existem limitações de áreas para seu descarte. Assim, os suinocultores têm pouco interesse no uso do dejetos como fertilizante, devido a sua baixa concentração em nutrientes, às dificuldades de distribuir mecanicamente grandes volumes em áreas acidentadas e à inviabilidade econômica de sua distribuição, mesmo quando em áreas pouco distantes dos locais de armazenamento. Por isso a responsabilidade e a estratégia para descarte de dejetos líquidos de suínos deve ser compartilhada entre produtores, poderes públicos e agroindústrias.

### **Estratégias para o uso de dejetos e a qualidade do ambiente**

O primeiro impacto no uso de dejetos reflete-se sobre a qualidade da água. Logo, se a maioria dos sistemas de produção está localizada em áreas declivosas, devem ser adotadas técnicas de manejo que visem diminuir o escoamento superficial e aumentar a infiltração de água no solo. Tais medidas são indispensáveis em áreas cujo preparo do solo é feito com revolvimento por práticas mecânicas, como o terraceamento. Em áreas sem revolvimento, ou seja, com plantio direto, a produção e a manutenção de palha sobre o solo são igualmente fundamentais.

O solo deve servir como ambiente de armazenamento de água para satisfazer às necessidades das plantas, e para que a água seja utilizada como veículo à incorporação do dejetos ao solo. Assim, contaminantes como coliformes podem ser biodegradados pela atividade biológica, evitando-se que em sua maioria possam atingir mananciais de água. Por isso, o solo também é considerado um grande filtro biológico.

As restrições para o armazenamento dos dejetos, devido ao inadequado dimensionamento das esterqueiras, fazem com que os produtores concentrem a distribuição dos dejetos na primavera/verão, quando são conduzidas as culturas anuais. Assim sendo, um bom manejo dos dejetos implica adotar sistemas com rotações de culturas, introduzindo plantas de cobertura visando a proteção do solo e diminuição das perdas por escoamento superficial, que é mais intenso com as primeiras chuvas após a aplicação dos

<sup>5</sup> BASSO, C. J. *Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos*, Santa Maria, 2003. 125 p. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Maria – Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>6</sup> HARTWING, L. H & BÖCKMAN, O. C. Ammonia exchange between crops and air. *Journal of Agricultural Sciences*, Noruegia, v. 14, n. 1, p. 5-41, 1994.

<sup>7</sup> DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R. & PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. *R. Bras. Ci. Solo*, 26-983-992, 2002.

dejetos. De acordo com Basso<sup>5</sup>, quanto maior a produção de matéria seca de aveia preta, menor a perda de água por escoamento superficial no milho cultivado em sucessão. Como reflexo disso, menores foram as perdas de nutrientes através da água de escoamento, e mais eficiente o uso do dejetos como fonte de nutrientes às plantas de milho.

Resíduos orgânicos podem poluir o ambiente de diversas maneiras. Em países da Europa e da América do Norte, a volatilização de amônia do dejetos líquido de suínos, durante o armazenamento ou por ocasião da sua aplicação no campo – prática que afeta substancialmente a qualidade do ar em virtude do odor característico – tem sido apontada como a principal fonte de poluição do ar atmosférico. Além de significar uma perda de nitrogênio, pode contribuir para a formação de chuva ácida e provocar a acidificação dos solos.<sup>6</sup> Ainda mais, a perda de nitrogênio pela redução biológica do  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NO}_2^-$  no processo de desnitrificação em áreas mal drenadas e/ou que recebem altas aplicações de dejetos, também é um problema que preocupa a comunidade científica internacional, porque o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), oriundo deste fenômeno, tem um potencial de destruição da camada de ozônio dez vezes maior que o clorofluorcarbono (CFC).

O solo funciona como um ambiente para descarte de resíduos orgânicos porque, com seu poder tampão, pode controlar o transporte de elementos e/ou substâncias para a atmosfera, hidrosfera e biota. Sendo o solo um ambiente reativo, é possível haver acúmulo de elementos químicos adicionados através de dejetos. Entretanto, alguns elementos ocorrem em formas tão móveis no solo que, ao serem lixiviados, podem contaminar a água em subsuperfície, sendo este o caso do nitrogênio por apresentar-se como nitrato, predominantemente, em solos de sequeiro. Daí a possibilidade de contaminação da água por nitrato, contra a qual a melhor estratégia é sua ciclagem no ambiente, o que implica a presença constante de plantas em crescimento, especialmente gramíneas, que são muito dependentes do nitrogênio mineral do solo. Como entre os suinocultores é comum a presença de parte da área com campo natural, usado para a criação de bovinos com vistas à produção de carne e leite, a ciclagem de elementos tão móveis no solo e adicionados em grandes quantidades através dos dejetos, poderá ser mais eficiente à medida que os produtores utilizem espécies vegetais com maior capacidade de produção de matéria seca.<sup>7</sup>

Elementos como o fósforo podem ser acumulados no solo em razão de sua capacidade de ficar fortemente adsorvido aos colóides. É por isso que, em áreas onde não há revolvimento do solo, o uso freqüente de dejetos de suínos promove alta concentração de fósforo nas camadas superficiais, diferenciando-se de outras características químicas (tabela 1). Muito do recente problema das perdas de fósforo na agricultura americana e européia se deve ao excesso deste elemento aplicado através dos dejetos; na maioria dos casos, a determinação da dose do dejetos é feita a partir de seu conteúdo de nitrogênio, enquanto que a relação N/P do dejetos varia de 2:1 a 6:1, e o consumo pelas culturas, de 7:1 a 11:1. Diante deste fato, para que seja possível maior eficiência dos dejetos como fonte de nutrientes às plantas, é preferível utilizar menores doses distribuídas em maiores áreas do que altas doses em menores áreas. Isso fica evidenciado na figura 1, onde se observa que o incremento na produção de matéria seca na pastagem natural não é proporcional ao incremento nas quantidades de dejetos aplicados.

Frações solúveis de fósforo podem ser perdidas por escoamento superficial e causar a eutroficação, enquanto que as frações adsorvidas, especialmente as partículas minerais do solo, podem acumular-se no leito dos rios, a partir de sua decantação. Portanto, o fósforo pode ser considerado atualmente mais poluente do que o nitrato, em muitos casos. Nestas circunstâncias, minimizar o potencial poluente do fósforo em águas superficiais, seria possível através da diminuição das doses de dejetos aplicadas ao solo, ou ampliar as áreas para descarte dos dejetos. Em último caso, tais áreas deveriam ser excluídas para o descarte dos dejetos ou então seria o caso de se optar pela controversa técnica do revolvimento do solo para redistribuir o fósforo em camadas mais profundas, mesmo que esta seja uma medida de efeito temporário.

A melhoria da genética animal visando alto ganho de peso em curtos intervalos de tempo, tem implicado a formulação de rações extremamente balanceadas sob o ponto de vista nutricional. Contudo, existem dificuldades para obter informações sobre a composição completa das rações, bem como sobre a capacidade de absorção do animal. Tais dificuldades induzem os técnicos a trabalharem com margens de segurança, o que aumenta o custo de produção e a quantidade de nutrientes não aproveitados pelos animais. Os nutrientes acabam sendo eliminados através dos dejetos e perdidos ou acumulados no solo, como no caso da maioria dos metais pesados presentes nas rações.

<sup>8</sup> CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R. & VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesq. agropec. bras.*, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003. (Documentos, 26).

*Tabela 1:* Características químicas de solo com pastagem natural após quatro anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos.<sup>8</sup>

Profundidade (cm)	Doses de dejetos líquidos de suínos (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	0	20	40
<b>C orgânico (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
0-2,5	37,3 Ba <sup>(1)</sup>	41,1 Aa	42,2 Aa
2,5-5,0	23,8 Ab	23,5 Ab	22,3 Ab
5-10	18,0 Ac	16,4 Ac	19,3 Ac
10-20	17,2 Ac	16,2 Ac	15,9 Ad
20-40	10,4 Ad	12,1 Ad	10,3 Ae
<b>N total (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
0-2,5	5,59 Ba	6,21 Aa	6,23 Aa
2,5-5,0	3,43 Ab	3,41 Ab	3,22 Ab
5-10	2,42 Ac	2,36 Ac	2,40 Ac
10-20	2,28 Ac	2,18 Ac	2,18 Ad
20-40	1,42 Ad	1,50 Ad	1,52 Ae
<b>P disponível (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-2,5	25,3 Ca(1)	1.203 Ba	1.664 Aa
2,5-5,0	14,1 Cb	669 Bb	1.103 Ab
5-10	8,3 Cc	214 Bc	551 Ac
10-20	5,7 Ccd	55 Bd	103 Ad
20-40	1,8 Cd	12 Bd	29 Ae
<b>K disponível (mg dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-2,5	177 Aa	93 Ba	119 Ba
2,5-5,0	119 Ab	52 Bb	71 Bb
5-10	85 Ac	43 Bb	48 Bb
10-20	72 Ac	40 Bb	40 Bb
20-40	68 Ac	51 Ab	49 Ab
<b>Ca trocável (cmolc dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-2,5	4,70 Ba	7,04 Aa	6,99 Aa
2,5-5,0	2,99 Bb	4,07 Ab	4,18 Ab
5-10	2,70 Ab	3,09 Ac	3,23 Abc
10-20	2,38 Abc	2,81 Ac	2,60 Acd
20-40	1,59 Ac	1,79 Ad	2,08 Ad
<b>Mg trocável (cmolc dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-2,5	1,93 Ba	4,49 Aa	4,58 Aa
2,5-5,0	0,96 Cb	2,55 Bb	3,54 Ab
5-10	0,59 Cbc	1,28 Bc	2,50 Ac
10-20	0,42 Bc	0,67 Bd	1,29 Ad
20-40	0,33 Ac	0,38 Ad	0,54 Ae
<b>Al trocável (cmolc dm<sup>-3</sup>)</b>			
0-2,5	1,41 Aa(1)	0,14 Bd	0,26 Be
2,5-5,0	3,60 Ac	1,51 Bc	0,88 Cd
5-10	4,05 Abc	3,29 Bb	2,01 Cc
10-20	4,49 Ab	3,72 Bb	3,36 Bb
20-40	7,14 Aa	6,94 Aa	6,28 Aa
<b>pH-H<sub>2</sub>O</b>			
0-2,5	5,1 Ba	5,2 Aa	5,2 Aa
2,5-5,0	5,0 Ba	5,1 Ab	5,2 Aa
5-10	5,1 Ba	5,1 Ab	5,2 Aa
10-20	5,1 Aa	5,2 Aa	5,1 Aa
20-40	5,1 Aa	5,2 Aa	5,0 Bb

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

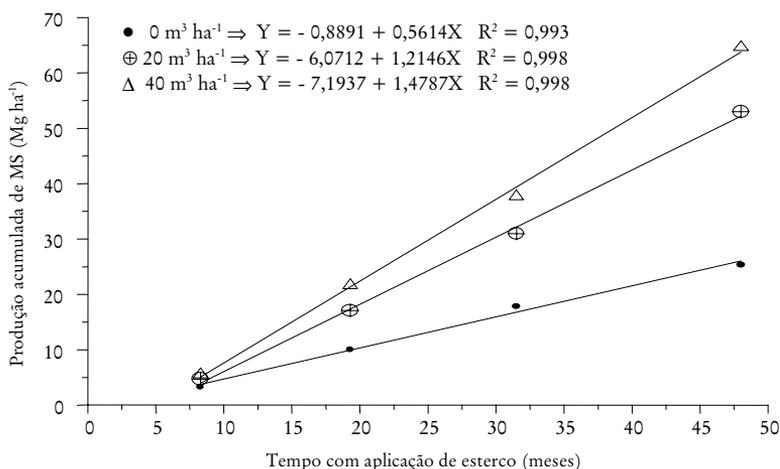


Figura 1: Produção acumulada de matéria seca em pastagem natural com aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos durante quatro anos.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> DURIGON, R. *et. al.*, *Op. cit.*

<sup>10</sup> BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MOREIRA, I. L.; FLORES, E. M. de M. & DRESSLER, V. L. Acúmulo de alguns metais pesados em solos com sucessivas aplicações de esterco líquido de suínos. FERTBIO 2002. *Anais...* CD ROM Resumos. Rio de Janeiro, 2002.

<sup>11</sup> LIMA, G. J. M.; MORAES, N. & GUIDONI, A. L. Níveis de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. Goiânia, 1993. *Anais...* Goiânia, 1993. p. 156.

MENTEN, J. F. M.; MIYANDA, V. S. & CITRONI, A. R. Suplementação de alto nível de zinco na dieta de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 368.

<sup>12</sup> BASSO, C. J. *et. al.*, *Op. cit.*

Entre os principais metais pesados presentes no esterco líquido de suínos, o zinco e o cobre são os mais importantes quando comparados ao manganês, níquel, cádmio e cromo. Isso foi demonstrado em pesquisa destinada a determinar os teores de alguns metais pesados em treze propriedades do Oeste Catarinense e uma em Paraíso do Sul, no Rio Grande do Sul (tabela 2).<sup>10</sup> Os resultados evidenciaram o grande acúmulo de Cobre e principalmente de Zinco (figura 2). A alta concentração total de Zinco no solo em Paraíso do Sul se justifica na medida em que esta unidade de produção se caracteriza pela criação de leitões e o Zinco é um importante elemento na composição mineral das rações, visando o controle de diarreias dos animais pós-desmame.<sup>11</sup> Em função dos resultados obtidos nas treze propriedades do Oeste Catarinense, Zinco, Cobre e Níquel parecem ser os elementos que mais devem merecer a atenção com relação a um possível acúmulo no solo, em áreas com aplicação de dejetos líquidos de suínos. Os mesmos autores, após compararem uma média de 15 anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos no Oeste de Santa Catarina, com as concentrações máximas permitidas nos Estados Unidos, afirmaram que a concentração de metais pesados no solo ainda não havia atingido um estágio crítico, mas que servia de alerta à realidade de que a contínua atividade suinícola significa que as concentrações de metais pesados irão aumentar no solo.<sup>12</sup>

O monitoramento dos teores de metais pesados, determinando-se suas formas químicas ocorrentes, pode ser um bom instrumento para inferir sobre a capacidade de contaminação do ambiente. A partir de modificações asso-

ciadas à solubilidade e disponibilidade de metais pesados, pode-se avaliar a possibilidade de sua transferência para a cadeia alimentar. O impacto desses elementos pode ser interpretado sob diferentes formas: do ponto de vista antropogênico, a principal preocupação refere-se aos efeitos diretos e indiretos sobre a saúde humana, sendo o primeiro via inalação, ingestão e absorção e o segundo através da contaminação do solo, da água, do ar e dos alimentos.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> HAYES, F. F. & TRAINA, S. J. Soil chemistry and ecosystem health. In: HUANG, P. N. *Metal ion speciation and its significance in ecosystem health*. Madison: SSSA, 1998. p. 45-84.

<sup>14</sup> BASSO, C. J. *et. al., Op. cit.*

Tabela 2: Algumas características das propriedades onde foram feitas as coletas de solo na região Oeste de Santa Catarina.<sup>14</sup>

Propriedades	pH: H <sub>2</sub> O do solo		% de argila m/v	Tempo de uso do dejetto-anos <sup>(1)</sup>	Quantidade de dejetto aplicado m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> (1)
	Com esterco	Sem esterco			
1	5,6	5,2	65	15	50
2	6,2	4,6	59	14	80
3	6,3	6,6	48	17	30
4	6,4	6,8	26	10	35
5	5,9	5,7	42	10	50
6	5,9	5,1	47	10	50
7	6,2	6,2	59	15	50
8	6,4	5,8	53	8	30
9	6,0	4,9	62	7	35
10	6,0	5,2	48	4	20
11	5,0	4,6	56	8	12
12	4,8	4,3	62	22	50
13	6,3	5,1	62	19	80
14 <sup>(2)</sup>	5,6	5,0	16	5	40

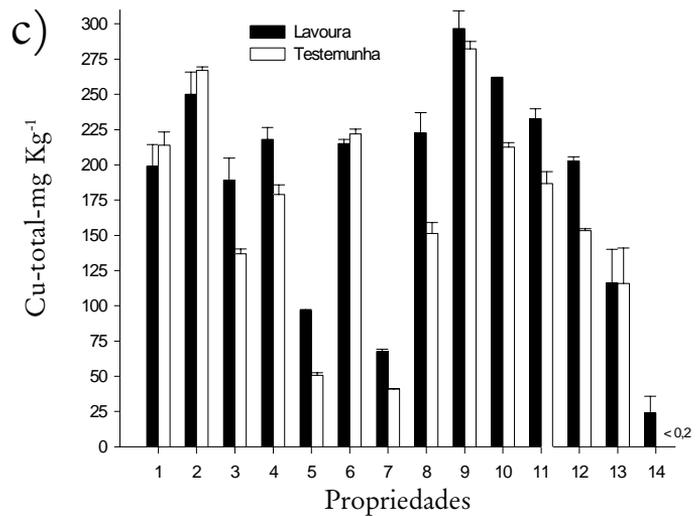
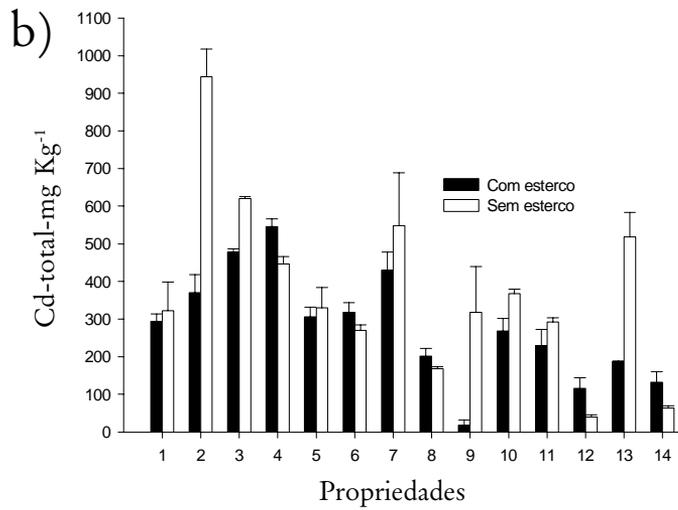
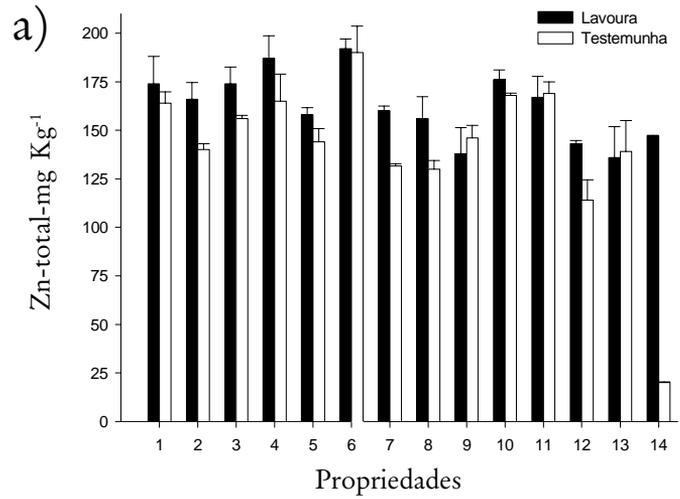
<sup>(1)</sup> Dados fornecidos pelos produtores.

<sup>(2)</sup> Experimento conduzido por quatro anos em parceria com a Emater no município de Paraíso do Sul, onde foram feitas 28 aplicações de esterco líquido de suínos.

A acumulação de metais pesados no solo, com consequente possibilidade de atingir níveis tóxicos, depende da capacidade do mesmo em reter estes elementos, o que é determinado pela quantidade e característica da sua fração coloidal. Tais interações são complexas porque envolvem reações de sorção/desorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução com as fases inorgânicas e orgânicas do solo<sup>15</sup>, sendo a importância dessas interações dependente das condições físico-químicas do solo<sup>16</sup>. Daí as dificuldades de elaboração de metodologias para se determinar as formas químicas dos metais no solo, as quais, em sua maioria, utilizam extratores químicos simples ou sequenciais. Essas extrações permitem determinar a presença dos metais na forma solúvel, trocáveis ou associados a carbonatos, e aqueles mais estáveis ligados aos óxidos e à matéria orgânica do solo.

<sup>15</sup> SPOSITO, G. *The surface chemistry of soil*. New York: Oxford University Press, 1984.

<sup>16</sup> McBRIDE, M. B. *Environmental chemistry of soils*. New York: Oxford University, 1994.



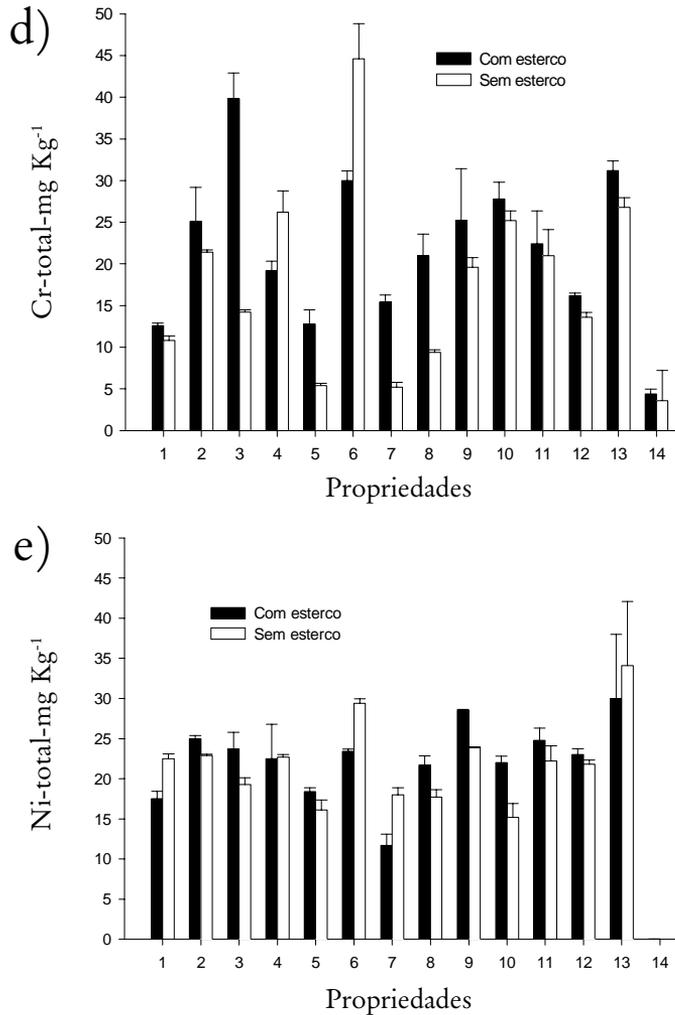


Figura 2: Teores totais de alguns metais pesados em solos de áreas usadas como local de descarte de esterco líquido de suínos no Oeste Catarinense (propriedades 1 a 13) e em Paraíso do Sul, Rio Grande do Sul (propriedade 14) – figuras a, b, c, d, e.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> BASSO, C. J. et. al., *Op. cit.*

Em solos arenosos, onde são menores os teores de matéria orgânica, a diferença entre teores totais e disponíveis é menor do que em solos mais argilosos. Assim, o manejo de dejetos em solos arenosos exige maiores cuidados a curto prazo, porque ao facilitar a contaminação de plantas, favorece o transporte de agentes patogênicos na cadeia alimentar e em mananciais de água, especialmente.

A elevação do pH do solo, através da calagem e do aumento da matéria orgânica ou da diminuição de sua decomposição, constitui prática tecnicamente fácil de ser

implementada e com significativo efeito na inativação de metais no solo. Isso porque ambas permitem um aumento na quantidade de cargas negativas no solo, possibilitando a adsorção de metais pesados em níveis energéticos capazes de indisponibilizar parte destes às plantas, pois aumentam as constantes de estabilidade metal-solo-matéria orgânica, através de ligações iônicas ou covalentes de ácidos carboxílicos, principalmente, fenólicos, cetona e quinonas com cátions metálicos. Esta prática apresenta grande eficácia, mas é preciso considerar que a matéria orgânica é passível de decomposição por microorganismos do solo, podendo assim liberar para o meio os elementos adsorvidos, caracterizando o “efeito bomba-relógio”, ou seja, acumulação ao longo do tempo e liberação de grande quantidade, caso as condições se alterem.

Por serem altamente reativos sob o ponto de vista químico, os metais pesados dificilmente estão em estado puro na natureza, o que não deixa de ser positivo sob a perspectiva de disponibilidade às plantas. Porém, isso implica dizer que uma vez aplicados ao solo esses metais, sua remoção completa num processo de biorremediação é praticamente impossível. Justifica-se, pois, a necessidade de estudos que avaliem a influência do descarte de dejetos de suínos sobre os componentes bióticos de ecossistemas e o comprometimento à funcionalidade destes. A partir daí, pode-se estabelecer para a suinocultura uma política que considere sua importância econômica e social, bem como a qualidade do ambiente.

**Carlos Alberto Ceretta** é engenheiro agrônomo, doutor em Solos e professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

[ceretta@ccr.ufsm.br](mailto:ceretta@ccr.ufsm.br)

**Jorge Luis Mattias** é engenheiro agrônomo, professor da Universidade Comunitária Regional de Chapecó e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

[jmattias@unochapeco.edu.br](mailto:jmattias@unochapeco.edu.br)