

# **EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA SOBRE O SOLO EM CONDIÇÕES CONTROLADAS.**

LUIS F. POLESI<sup>1</sup>, IRAN J. OLIVEIRA DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, Aluno de Iniciação Científica, NUPEA/ESALQ/USP, Depto. De Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba – SP, Fone: (0XX19) 3429 4217 ramal 237, lfpolesi@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Pesquisador do NUPEA/ESALQ/USP Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

**Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB**

**RESUMO:** A degradação do meio ambiente é preocupante, dado a importância dos recursos naturais para a vida no planeta. Com o crescente aumento do confinamento dos bovinos de leite esse problema tem aumentado devido a grande produção de efluente. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a contaminação do solo com irrigação de água residuária da bovinocultura leiteira. Aplicou-se a água residuária em vasos apenas com solo, dentro de ambiente protegido, sendo usado mais dois tratamentos, um com água residuária sem partículas sólidas, e outro sem partículas sólidas mais adubo superfosfato simples, além da testemunha. Os principais resultados encontrados foram: (1) a água residuária apresentou elevados teores de Cu e Fe, em relação a limites estabelecidos por órgãos nacionais e internacionais; (2) o solo mostrou níveis normais de macro e micronutrientes, não apresentando contaminação por metais pesados. Assim, conclui-se que a utilização da água residuária da bovinocultura leiteira para irrigação, não causou contaminação do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** CONTAMINAÇÃO, SOLO, EFLUENTE BOVINO.

## **EFFECT OF THE IRRIGATION WITH DAIRY CATTLE EFFLUENT ON THE SOIL IN CONTROLLED CONDITIONS.**

**ABSTRACT:** The degradation of the environment is preoccupying, due to the importance of the natural resources for the planet life. With the increasing of the confinement of the dairy cattle this problem has increased due to the great production of effluent. Thus, the present work had as objective to evaluate the contamination of the soil with the irrigation of the wastewater of dairy cattle. It was applied wastewater in vases just soil, inside protected environment, being used more two treatments, one with wastewater without solid particles, and another one without solid particles and with seasoning simple superphosphate, beyond the witness. The main joined results had been: (1) the wastewater presented high texts of Cu and Fe, in relation the limits established for national and international agencies; (2) the soil showed to normal levels of macro and micronutrients, it isn't showing contamination for heavy metals. Thus, one concludes that the wastewater of the dairy cattle can be used in irrigation without contamination of the soil.

**KEY-WORDS:** CONTAMINATION, SOIL, EFFLUENT BOVINE.

**INTRODUÇÃO:** A produção leiteira no Brasil vem sofrendo mudanças significativas nesta década, com uma maior utilização de alta tecnologia na bovinocultura leiteira, promovendo um aumento de 43% no volume de leite ordenhado no país desde 1995. Fica a questão se a alta tecnologia empregada para o aumento da produção está sendo acompanhada de novas técnicas para manejo e disposição dos resíduos gerados. No Brasil é comum encontrar proprietários que coletam os dejetos e os aplicam

diretamente no campo (POHLMANN, 2000). A aplicação do estrume fresco nas pastagens ou nas terras de cultura tem sido encarada mais como uma maneira prática e econômica de descartar um resíduo agrícola do que de realizar corretamente uma fertilização orgânica (KIEHL, 1985). LANYON (1994) sugere que medições agronômicas do balanço de nutrientes e um maior controle sobre as variáveis envolvidas na produção podem indicar as bases quantitativas para a melhor aplicação dos dejetos no campo, para modificações na ração animal ou desenvolver outras alternativas para o uso dos dejetos. Para CONE (1998) muitas fazendas, buscando elevar a produtividade, aumentam a concentração de animais na propriedade. O resultado é uma grande produção de dejetos, que aplicados em uma pequena área, ultrapassam em muito a capacidade do solo e das plantas de absorvê-los. Portanto, esta prática deixa de ser uma fertilização para ser um descarte. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar e caracterizar as propriedades químicas do efluente e do solo irrigado com este efluente oriundo da bovinocultura leiteira.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA), junto ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). O efluente bovino foi coletado na Fazenda Campestre, no município de Águas de São Pedro. A irrigação foi realizada em vasos com capacidade de 3 litros num solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, pertencente à série Sertãozinho. Os tratamentos consistiram de : T1 – dejetos frescos, coletados no início do experimento; T2 – dejetos sem partículas sólidas que foram separadas por peneira de malha 2 mm; T3 – dejetos sem partículas sólidas e com adição de superfosfato simples; e T4 – testemunha com água. Vale ressaltar que T2 e T3 ficaram armazenados por um período de aproximadamente 6 meses. Foram utilizados dois volumes para irrigação em cada tratamento, sendo um deles determinado por tensiômetro e o outro aplicado independentemente da necessidade de irrigação, simulando a prática utilizada na fazenda com redimensionamento para aplicação em vaso, que consiste de irrigação diária de 40 mil litros de dejetos numa área de 10ha por dia. Utilizou-se para a caracterização química da água os seguintes parâmetros: Ca, Cu, Fe, K, Mg, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, e pH. Essas análises foram realizadas no laboratório do NUPEA, no início e no final do experimento, com a utilização do equipamento Fotômetro digital PF-11. O solo utilizado foi analisado no Laboratório de Fertilidade do Solo do Centro de Tecnologia Ambiental da FIC/SP.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1 apresenta os valores das concentrações dos elementos encontrados no efluente em questão, no que diz respeito à caracterização química, e comparando com os valores limites obtidos pela USEPA (1999), para a utilização de efluentes na prática da irrigação, e pela Resolução CONAMA 357 (2005), para o lançamento de efluentes em corpos d’água.

Tabela 1: Resultado das análises químicas da água de irrigação de cada tratamento.

| Constituinte (mg.l <sup>-1</sup> ) | T1     |       | T2     |       | T3     |       | T4     |       | Limites  |      |
|------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----------|------|
|                                    | Início | Final | Início | Final | Início | Final | Início | Final | (1)      | (2)  |
| Ca                                 | 30,4   | 20,8  | 134,7  | 134,7 | 63,8   | 10    | 22,2   | 28,5  | —        | —    |
| Cu                                 | 15     | 9     | 30     | 15    | 25     | 25    | 0,3    | 0,2   | 0,2-5,0  | 1,0  |
| Fe                                 | 8,6    | 5,1   | 23     | 19    | 26     | 28,5  | 0,06   | 0,06  | 5,0-20,0 | 15,0 |
| K                                  | 420    | 420   | 780    | 1120  | 750    | 1040  | 6,0    | 6,0   | —        | —    |
| Mg                                 | 50     | 19    | 210    | 210   | 180    | 630   | 6,0    | 7,0   | —        | —    |
| NH <sub>3</sub>                    | > 150  | > 150 | > 150  | > 150 | > 150  | > 150 | —      | —     | —        | —    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>       | 460    | 390   | 1500   | 1350  | 1250   | 1500  | 8,0    | 15,0  | —        | —    |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>      | 366    | 153   | 168    | 135   | 260    | 205   | 1,0    | 1,7   | —        | —    |
| pH                                 | 7,8    | 8,0   | 8,1    | 8,2   | 8,0    | 8,2   | 6,6    | 7,3   | —        | —    |

<sup>(1)</sup>USEPA (1999).

<sup>(2)</sup>CONAMA 357 (2005).

Dos elementos químicos analisados, o cobre e o ferro são os únicos que apresentam limites na legislação, sendo que na maior parte dos tratamentos sua concentração é superior a esses limites. Cabe salientar que o Brasil não possui uma legislação específica sobre utilização de efluentes provindos de sistemas animais. Para o cobre não se observa grandes variações nas quantidades entre os tratamentos, com exceção da testemunha (T4). Quando se compara os resultados com os limites sugeridos pela USEPA (1999), percebe-se que todos os tratamentos estão acima deste limite, até mesmo do limite superior que é para irrigações por períodos menores que 20 anos. O mesmo acontece quando comparamos com os parâmetros do CONAMA (2005). Deve-se ressaltar que os efeitos poluidores do Cu, como metal pesado, possui reflexos extremamente importantes na contaminação dos efluentes aplicados no solo e na planta, se utilizados de maneira inadequada, sem planejamento. Já para o ferro verifica-se que o T2 e T3 possuem valores superiores ao limite máximo da USEPA (1999), enquanto a concentração em T1 ficou apenas acima do limite mínimo e a testemunha ficou bem abaixo dos limites. Segundo as normas do CONAMA (2005), os tratamentos T2 e T3 estão acima do limite exigido para o lançamento em corpos receptores. Pode-se observar pela Tabela 1 que para o cálcio, T2 apresentou maior quantidade tanto no início quanto no fim, pois não houve alteração, já nos demais tratamentos houve variação com relação ao período da análise, sendo a quantidade na análise final menor que na inicial para T1 em 31,5% e para T3 em 84,3%, e o inverso para T4, com acréscimo de 28,4%. Os valores do potássio mantiveram-se constantes nos tratamentos 1 e 4, e aumentaram entre o início e o fim do experimento nos demais tratamentos (T2 em 43,6% e T3 em 38,7%). Para o magnésio os valores que se mantiveram foram de T2 e T4, enquanto que T1 diminuiu em 62,0% e T3 aumentou em 250,0% entre o início e o final. Observa-se que a quantidade de nitrato diminuiu entre o início e o fim nos tratamentos T1 (15,2%) e T2 (10,0%), e aumentou em T3 (20,0%) e T4 (87,5%), já para o fosfato diminuiu nos tratamentos T1 (58,2%), T2 (19,6%) e T3 (21,2%), aumentando apenas na testemunha (T4 em 70%). A concentração de amônia estava muito elevada, não permitindo a leitura pelo fotômetro, nem mesmo na diluição máxima recomendada que é de 1 para 100. As diferenças nas quantidades dos nutrientes, ao longo do experimento, ocorreu devido à atividade microbiológica nos efluentes, uma vez que os mesmos permaneceram à temperatura ambiente. As características químicas do solo são muito importantes para avaliação dos nutrientes disponíveis para as plantas, bem como a quantidade dos mesmos, principalmente dos metais pesados, que podem estar em concentrações tóxicas às plantas. A análise de solo mostrou uma tendência dos teores dos elementos químicos serem maiores no volume baseado no tensiômetro do que no volume baseado na prática de campo, isso já era esperado uma vez que, o volume aplicado através do tensiômetro foi cerca de 4 vezes maior. Segundo Malavolta (1994), a toxidez dos metais pesados para as plantas se manifesta com o aumento da disponibilidade do elemento no solo. A Tabela 2 mostra os teores dos elementos químicos no solo e limites dos metais pesados, onde se pode observar que para os quatro metais pesados (B, Cu, Mn e Zn) analisados os limites para ocorrer fitotoxidez está bem acima dos encontrados no solo.

Tabela 2: Dados da análise do solo no início e no final do experimento.

| Elemento                                   | Início | Final            |                  |      |      |      |      |      |      | Limite <sup>(1)</sup> |
|--|--------|------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
|  |        | T1               |                  | T2   |      | T3   |      | T4   |      |                       |
|  |        | t <sup>(2)</sup> | p <sup>(3)</sup> | t    | p    | t    | p    | t    | p    |                       |
| P <sub>resina</sub> (mg.dm <sup>-3</sup> ) | 6      | 30               | 17               | 11   | 9    | 15   | 8    | 10   | 5    | —                     |
| K (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )   | 1,6    | 7,2              | 4,1              | 11,1 | 6,4  | 11,0 | 7,0  | 4,2  | 2,6  | —                     |
| Ca (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )  | 18     | 31               | 21               | 15   | 19   | 23   | 20   | 20   | 20   | —                     |
| Mg (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )  | 6      | 13               | 9                | 11   | 9    | 8    | 8    | 8    | 8    | —                     |
| B (mg.dm <sup>-3</sup> )                   | 0,17   | 0,40             | 0,32             | 0,94 | 0,47 | 1,74 | 0,77 | 0,29 | 0,23 | 25                    |
| Cu (mg.dm <sup>-3</sup> )                  | 0,7    | 1,1              | 1,2              | 1,2  | 1,2  | 1,1  | 1,2  | 0,9  | 1,1  | 60                    |
| Fe (mg.dm <sup>-3</sup> )                  | 20     | 29               | 29               | 17   | 24   | 29   | 35   | 29   | 35   | —                     |
| Mn (mg.dm <sup>-3</sup> )                  | 6      | 20               | 24               | 24   | 23   | 39   | 31   | 21   | 25   | 1500                  |
| Zn (mg.dm <sup>-3</sup> )                  | 2,1    | 2,5              | 2,2              | 3,3  | 2,7  | 3,7  | 2,9  | 2,0  | 2,1  | 70                    |

<sup>(1)</sup> Malavolta (1994) – limites para que ocorra fitotoxidez.

<sup>(2)</sup> tensiômetro.

<sup>(3)</sup> prática de campo.

Para o boro o maior valor ( $1,74 \text{ mg.dm}^{-3}$ ), que foi no T3 com tensiômetro, ainda foi 14 vezes menor que o limite. No caso do cobre o maior valor ( $1,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ ), encontrado em T1, T2 e T3, foi 50 vezes menor que o limite. O manganês, no seu maior valor ( $39 \text{ mg.dm}^{-3}$ ) em T3, ficou 38 vezes menor que o limite. Finalizando com o zinco, sendo o maior valor  $3,7 \text{ mg.dm}^{-3}$  em T3, foi 19 vezes menor. Segundo RAIJ et al. (1996), o Ca, Cu, Fe, Mn e Zn, estão em teores que classificam o solo com alto teor desses elementos, para o P, T2, T4 e T3(p), apresentaram baixos teores do elemento, enquanto, T1 e T3(t), apresentaram teor médio. Os teores para o elemento K, foram médio para T4(p), alto para T4(t) e T1(p), e muito alto para T1(t), T2 e T3. Para o Mg, T1 e T2 apresentaram teores altos no solo, enquanto T3 e T4, teores médios. No caso do B, os teores foram, médio para T1, T2(p) e T4; e alto para T2(t) e T3. Portanto, apesar dos teores dos elementos estarem abaixo do limite para que ocorra fitotoxicidade, o solo apresentou teores altos na maioria dos parâmetros analisados. Assim, pode-se dizer que a aplicação da água residuária da bovinocultura leiteira no solo, nas condições em que foi realizada essa pesquisa, pode ser feita sem riscos de contaminação, apesar do Cu e Fe apresentarem teores superiores aos limites ditados pela USEPA (1999), na água de irrigação, evidenciando a necessidade urgente de uma legislação para a utilização de efluente de criações animais para que se possa utilizá-los de maneira eficiente, sem causar problemas ao ambiente. Mas este efluente não pode ser lançado em corpos d'água segundo a legislação vigente do CONAMA (2005). Nota-se, portanto, carência de dados e informações sobre este tipo de efluente, faltando subsídios para um destino adequado para o mesmo.

**CONCLUSÕES:** Portanto conclui-se que a irrigação com água residuária de bovino leiteiro, nas condições em que foi realizada essa pesquisa, não causou contaminação no solo por metais pesados (Cu e Fe), nem excesso de nutrientes, se aplicado apenas um volume exigido pela cultura e com acompanhamento de análises químicas do solo e do efluente.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida e a Fazenda Campestre pelo apoio desprendido para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- CONE, M. Farms try to clean up their act. Jornal "Los Angeles Times", 28 de abril de 1998.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resoluções. CONAMA, 357. Brasília, 2005.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Agronômica Ceres: São Paulo, 1985.
- LANYON, L.E. Dairy manure and plant nutrient management issues affecting water quality and the dairy industry. J. Dairy Science 77: 1999-2007, 1994.
- MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados mitos, mistificação e fatos. São Paulo: Produquímica, 1994. 153 p.
- POHLMANN, M. Levantamento de Técnicas de Manejo de Resíduos da Bovinocultura Leiteira no Estado de São Paulo. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2000. 115p.
- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 107p. (IAC. Boletim técnico 100).
- USEPA. "U S Environmental Protection Agency" In: National Primary Drinking Water Regulations Current Drinking Water Standards. Office of Water, 1999.