



## ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E QUALIDADE DO PERCOLADO COM APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

Ana Paula Trevisan<sup>1</sup>, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas<sup>2</sup>, Roberto Rezende<sup>2</sup> Caroline Silvano<sup>1</sup>, Cleonir Andrade Faria Junior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluna PGA/UEM, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, PR. Fone (44) 9940-3059. E-mail: aninhatrevisan@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor PGA/UEM, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, PR. Fone (44) 3261-1318. E-mail: pslfreitas@uem.br

<sup>3</sup>Aluno PGA/UEM, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá. E-mail: cleonir.junior@hotmail.com

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

### RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar possíveis efeitos da aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) nos atributos químicos do solo e na qualidade do percolado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em colunas de tubos de PVC preenchidas com camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de um Nitossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. Os tratamentos consistiram de doses crescentes de ARS (0, 150, 300, 450 e 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), em uma única aplicação, com três repetições por tratamento. Foram coletadas amostras de solo antes da primeira aplicação de ARS e ao fim do experimento, enquanto para o percolado as coletas foram realizadas apenas no fim do experimento. Avaliou-se no percolado o pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, carbono, condutividade elétrica (CE), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e nitrogênio. Com base nos resultados observou-se que os valores de CE, DQO, e DBO, pH e Ca<sup>2+</sup> no percolado não sofreram influência pela aplicação de ARS. Já no solo avaliou-se pH, alumínio, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e carbono. Sendo que para as concentrações de pH, alumínio e cálcio, verificou-se diferença significativa, em que os valores de pH e cálcio aumentaram e os de alumínio diminuíram. Esses resultados mostraram que a aplicação de até 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ARS no solo estudado não indicou potencial poluidor, pois não foram observados efeitos negativos nos atributos químicos e na qualidade do percolado deste solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** impacto ambiental, efluentes, DBO, DQO

# CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL QUALITY AND APPLICATION OF PERCOLATES WITH SWINE WASTEWATER

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate possible effects of the application of swine wastewater (ARS) on soil chemical properties and quality of leachate. The experiment was conducted in a greenhouse, in columns of PVC pipe filled with 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 and 60-80 cm a Kandudalfic dystrophic texture very clayey. Treatments consisted of increasing doses of ARS (0, 150, 300, 450 and 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), in a single application, with three replicates per treatment. Soil samples were collected before the first application of ARS and the end of the experiment, while for the leachate samples were collected only at the end of the experiment. Evaluated in the leachate pH, aluminum, calcium, magnesium, potassium, phosphorus, carbon, electrical conductivity (EC), Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD) and nitrogen. Based on the results it was observed that the values of EC, COD and BOD, pH and Ca<sup>2+</sup> in the leachate were not influenced by the application of ARS. In the soil pH was evaluated, aluminum, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, and carbon. Since pH for the concentrations of aluminum and calcium, there was a significant difference in the values of pH and increased calcium and aluminum decreased. These results showed that the application of up to 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ARS soil studied indicated no potential polluter, because there are negative effects on the chemical properties and the quality of this soil leachate.

**KEYWORDS:** environmental impact, effluent BOD, COD

## INTRODUÇÃO

A inserção da indústria no processo produtivo da suinocultura contribuiu para melhoramento das raças de suínos e conseqüentemente a tecnificação do sistema de manejo, empregando-se altas tecnologias nas áreas de nutrição, sanidade e ampliação da escala de produção; gerando como efeito colateral uma grande produção de água residuária, que possui um potencial poluidor fazendo com que o mesmo necessite de um tratamento específico, estabelecido pelas leis de proteção ambiental.

Apesar do potencial poluidor da água residuária de suinocultura (ARS), ela contém macro e micronutrientes como, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e outros, que podem contribuir para redução da aplicação de fertilizantes nas lavouras.

As aplicações deste resíduo e sua inter-relação com as plantas e o solo tem sido estudada por vários autores. DAL BOSCO et al. (2008) verificaram as alterações químicas em um Latossolo Roxo distroférico na região oeste do Paraná, decorrentes da aplicação durante oito anos consecutivos, de ARS, a uma taxa de 99 Mg ha<sup>-1</sup> por ano. Os resultados mostraram que a aplicação de ARS aumentou a concentração de cálcio, magnésio e fósforo no solo, de 641,3 mg L<sup>-1</sup> para 1242,5 mg L<sup>-1</sup> na camada de 0-30 cm, enquanto a concentração de magnésio aumentou de 243,1 para 449,7 mg L<sup>-1</sup>. A concentração de fósforo, que antes da aplicação de ARS era de 33,7 mg L<sup>-1</sup> na camada de 0-30 cm e 3,8 mg L<sup>-1</sup> na camada de 30-60 cm,

aumentou para 51,1 mg L<sup>-1</sup> (0-30 cm) e 5,4 mg L<sup>-1</sup> (30-60 cm) após a aplicação.

QUEIROZ et al. (2004), aplicando ARS a uma taxa de 800 kg de DBO<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> durante quatro meses em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com gramíneas (quicuío da Amazônia, braquiária, coastcross e tifton 85), constataram que sua aplicação não causou problemas ao desenvolvimento das gramíneas. Ocorreu aumento nas concentrações P disponível e K e Na trocáveis e acúmulo de zinco trocável no solo, indicando riscos potenciais de contaminação. Os autores concluíram que, embora tenham sido incorporadas grandes quantidades de macro e micronutrientes com a aplicação da ARS, não houve saturação do complexo de troca do solo e houve aumento na capacidade de troca catiônica (CTC).

BARROS et al. (2005), avaliando as características químicas de solo em função da adição de água residuária de suinocultura, observaram que os índices de condutividade elétrica no solo apresentaram aumento com valor mínimo de 108,6 dS m<sup>-1</sup>, nas condições de maiores temperaturas e máximo de 166,66 dS m<sup>-1</sup>, em menores temperaturas.

CAOVILLA et al. (2005), estudando a percolação de nutrientes em colunas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária de suinocultura, verificaram que o nitrato apresentou maior mobilidade no processo de lixiviação, seguido da concentração de sais totais e, posteriormente, do potássio, proporcionalmente aos tratamentos avaliados. O tratamento que apresentou 75% de água residuária apresentou, nos lixiviados, os maiores níveis de concentração de nitrato, potássio e sais.

ANAMI et al. (2008) estudaram o processo de percolação de íons nitrato e fosfato em coluna de solo e verificaram que o íon nitrato apresentou elevado potencial de percolação, ao contrário do que ocorreu com o íon fosfato, que apresentou baixo potencial de contaminação. Como o cálcio é mais fortemente absorvido que o amônio, potássio e magnésio, sua percolação não é tão intensa e, na verdade, não chega a ser preocupante, em termos de perdas.

BRITO et al. (2007) avaliando a qualidade do lixiviado de solos submetidos à aplicação de vinhaça, observaram que os índices de condutividade elétrica (CE) no lixiviado aumentaram com o aumento da aplicação sem, porém, apresentarem problemas de contaminação do lençol freático.

FREITAS et al. (2004) avaliaram o efeito da aplicação de quatro lâminas de água e água residuária de suinocultura, bruta e peneirada, sobre os componentes de produção da cultura do milho (*Zea mays L.*). As concentrações de DBO de 1.111 mg L<sup>-1</sup> para a água residuária bruta e 1.072 mg L<sup>-1</sup> para água residuária peneirada. Os autores constataram que o uso da água residuária de suinocultura aumentou significativamente a produtividade, altura de plantas, índice de espigas, e peso de espigas, em que a maior produtividade foi verificada para água residuária bruta, sendo 57,8% e 57,6% superiores à testemunha para os tratamentos que receberam água residuária bruta e água residuária peneirada, respectivamente.

O conhecimento que possibilite a utilização das águas residuárias geradas nos processos produtivos em áreas agrícolas, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a produtividade, é de fundamental importância. Em face disto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de água residuária de suinocultura nas características químicas e na qualidade do percolado de um Nitossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de março à outubro de 2011, em casa de vegetação no Centro de Técnico de Irrigação - CTI, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá – Maringá, PR. A localização geográfica está definida pelas coordenadas 23° 25' de latitude Sul e 51°57' de longitude Oeste, altitude média de 596 metros. O relevo da área é suave ondulado, apresentando diferença de nível médio de 7%. Segundo Köppen, o clima é do tipo subtropical (Cfa), com média pluviométrica anual de 1.500 mm, com chuvas abundantes no verão (verões quentes) as máximas nos meses de novembro, dezembro e janeiro, e inverno seco (geadas pouco frequentes) com as mínimas nos meses de março, junho, julho e agosto, sem estação seca definida. O município apresenta temperatura média de 21,95° C e umidade relativa do ar média 66%.

O experimento foi conduzido em colunas de solo, constituídas por tubos de PVC, com um volume de 0,0251m<sup>3</sup> e área das bases de 0,03141m<sup>2</sup> (profundidade de 0,90 m e diâmetro de 0,2 m). Na extremidade inferior de cada coluna foi colocada uma tela de polietileno para filtrar o percolado e impedir a perda de solo e turvamento das amostras.

As colunas foram preenchidas com o solo, em camadas, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm, a fim de reproduzir o mais próximo possível do perfil do solo no campo. O solo utilizado foi seco ao ar e posteriormente destorroado com auxílio de uma peneirada de 2 mm.

Logo após o preenchimento das colunas com solo, foi adicionado 5,0 L de água em cada coluna para acomodar o solo. As colunas foram distribuídas em duas linhas, espaçadas em 0,50 m entre linhas e 0,50 m entre colunas.

O solo utilizado no experimento foi coletado em uma área do Centro Técnico de Irrigação da UEM (CTI) e classificado como Nitossolo Vermelho distroférrico, com horizonte A moderado, textura muito argilosa, com 175 g kg<sup>-1</sup> de areia, 90 g kg<sup>-1</sup> de silte e 735 g kg<sup>-1</sup> de argila na camada de 0–20 cm (BLAINSKI et al, 2009). As características químicas iniciais do solo estão apresentadas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Características químicas do solo antes da instalação do experimento

Prof.	pH	N	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	P	C
(cm)	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>
0-5	5,8	1,74	0,0	4,28	4,39	1,02	0,42	10,11	8,9	16,11
5-10	5,5	1,78	0,1	4,61	4,36	0,92	0,44	10,33	9,2	13,43
10-20	5,5	1,52	0,1	4,28	4,04	0,88	0,25	9,45	2,8	10,36
20-40	5,5	1,09	0,0	3,42	3,86	0,93	0,11	8,32	1,5	4,60
40-60	5,7	0,94	0,0	3,17	3,75	0,72	0,05	7,69	1,7	5,37
60-80	5,6	0,70	0,0	3,42	3,69	0,57	0,04	7,72	2,0	4,22

Após a montagem das colunas, foi aplicada a ARS na superfície do solo, sem incorporação. Os tratamentos constaram de uma testemunha, em que não foi aplicado o ARS, e quatro doses: 150, 300, 450 e 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 15 colunas.

A água residuária de suinocultura (ARS) utilizada foi coletada na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, localizada município de

Maringá, PR, na primeira lagoa, e cuja caracterização físico-química está apresentada na Tabela 2.

**TABELA 2.** Características físico-químicas da água residuária de suinocultura utilizada no experimento.

ATRIBUTOS	
pH	7,52
Condutividade(dS m <sup>-1</sup> )	4,050
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	5.247
Sólidos Totais Voláteis (mg L <sup>-1</sup> )	3.978
Sólidos Totais e Fixos (mg L <sup>-1</sup> )	1.269
Sólidos em Suspensão (mg L <sup>-1</sup> )	1.506
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	1.685
DBO (mg L <sup>-1</sup> )	530
Fósforo Total (mg/L.PO4-P)	62,96
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	107,85
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	69
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	33,26
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	46,14
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	0,40
Nitrogênio (mg/L)	437
Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	11
Zinco (mg L <sup>-1</sup> )	2
Cobre (mg L <sup>-1</sup> )	2
Manganês (mg L <sup>-1</sup> )	n.d*

\* n.d.: não detectado

A umidade do solo durante o período entre a aplicação dos tratamentos e o final do experimento foi mantida próximo à capacidade de campo, através da pesagem de uma coluna controle, tomando-se o cuidado para que não houvesse percolação.

Para a avaliação do efeito da aplicação da ARS nos atributos químicos do solo, foram retiradas amostras de solo para as camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm logo após a colheita da cultura.

A coleta do percolado foi realizada antes da coleta do solo, apenas uma vez durante todo o experimento. Para que ocorresse a percolação, foi necessária a aplicação de 4,0 L de água em cada coluna. A solução percolada foi coletada com o uso de um recipiente plástico com capacidade de 2 litros para cada ponto de coleta. Após a coleta da solução percolada as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de 500 mL e imediatamente encaminhadas ao laboratório de saneamento e meio ambiente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, localizado na cidade de Maringá, PR, para proceder às devidas análises: pH, condutividade elétrica, DQO, DBO, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, nitrogênio.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para os fatores significativos foram realizadas análises de regressão linear ou Tukey. Para as análises estatísticas foi utilizado o sistema SAEG versão DOS (UFV, 1997).

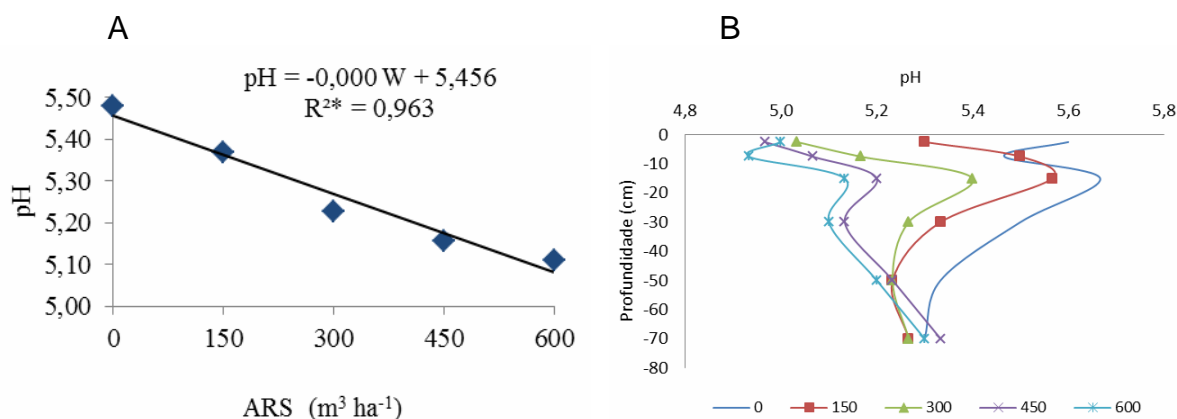
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Atributos químicos do solo

O aumento da quantidade aplicada de água residuária reduziu os valores de pH do solo (Figura 1A). Redução no pH em solos que receberam ARS tem sido relatadas frequentemente (QUEIROZ et al, 2004; IYYEMPERUMAL & SHI, 2007; DOELSCH et al., 2010). Esses autores atribuíram este fato ao processo de nitrificação, que libera  $H^+$ , acidificando o meio. Ainda segundo estes autores, o  $NH_4^+$  é a forma principal de N na ARS. Portanto, nas condições deste trabalho, provavelmente havia mais  $NH_4^+$  nos tratamentos com as maiores doses de ARS, que resultou em maior liberação de  $H^+$  pela nitrificação, reduzindo o pH do solo.

Entretanto, esses resultados de pH do solo discordam dos encontrados em outro trabalho com aplicação de ARS, no qual não foi observada variações significativas nos valores de pH do solo para diferentes doses de dejetos líquidos de suínos(CABRAL et al., 2011).

Com relação às camadas, os valores de pH não apresentaram diferenças significativas, apesar de haver uma tendência de acréscimo de pH até a camada de 10-20 cm (Figura 1B). Resultados obtidos neste trabalho discordam dos obtidos por DAL BOSCO et al. (2008) que trabalharam com análise química de solos com 8 anos de aplicação de ARS e sem aplicação de ARS, em duas camadas, verificaram que, para o solo que não recebeu aplicação da ARS, o pH aumentou com a profundidade.

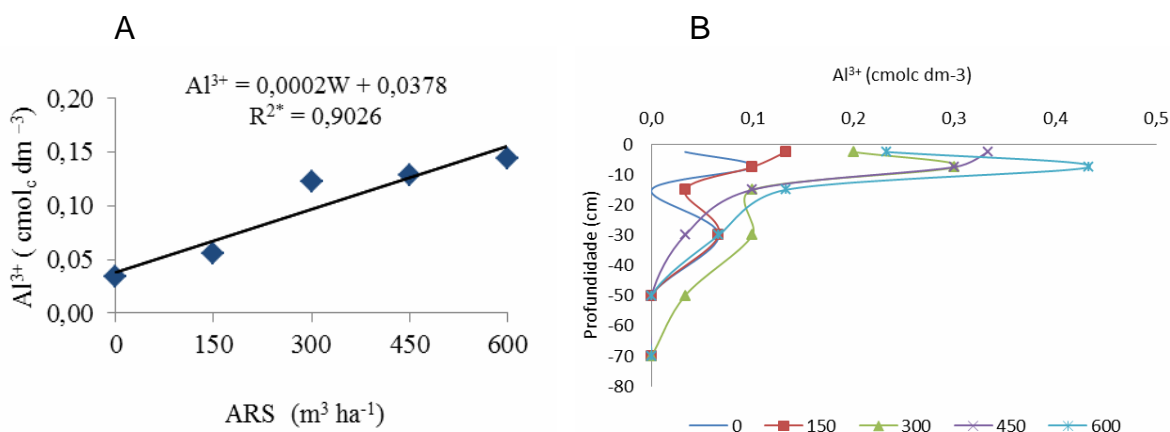


**FIGURA 1.** Valores médios de pH no solo em função das doses de ARS (A) e no perfil do solo(B), após a aplicação de ARS. \*: significativo a 5%.

O aumento da quantidade aplicada de água residuária aumentou a quantidade de  $Al^{3+}$  no solo (Figura 2A). Estes valores discordam dos encontrados por CABRAL et al. (2011), que verificaram que os teores de  $Al^{3+}$  no solo decresceram com o aumento das doses. O alumínio solúvel, quando em altas concentrações, pode ser um sério problema em solos com pH abaixo de 5,5, por ser tóxico às plantas e interferir na disponibilidades de alguns nutrientes (SOUSA et al., 2007). A partir dos resultados obtidos observa-se que há necessidade de se monitorar os teores de  $Al^{3+}$  em solos submetidos a aplicações de altas doses de ARS, principalmente em solos com predomínio de argilas 1:1 (caulinita) e

oxihidróxidos (gibbisita) na fração argila, em que a atividade do  $\text{Al}^{3+}$  em solução pode ser bastante elevada (SOUSA et al., 2007).

Observou-se um decréscimo de  $\text{Al}^{3+}$  em relação às camadas, com maior valor encontrado na camada de 5-10 cm e menor valor na camada de 60-80 cm (Figura 2B). Ocorreu diferença estatística dos valores de  $\text{Al}^{3+}$  nas camadas 0-5 cm e 5-10 cm para as camadas 10-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm e 60-80 cm (Figura 2B).



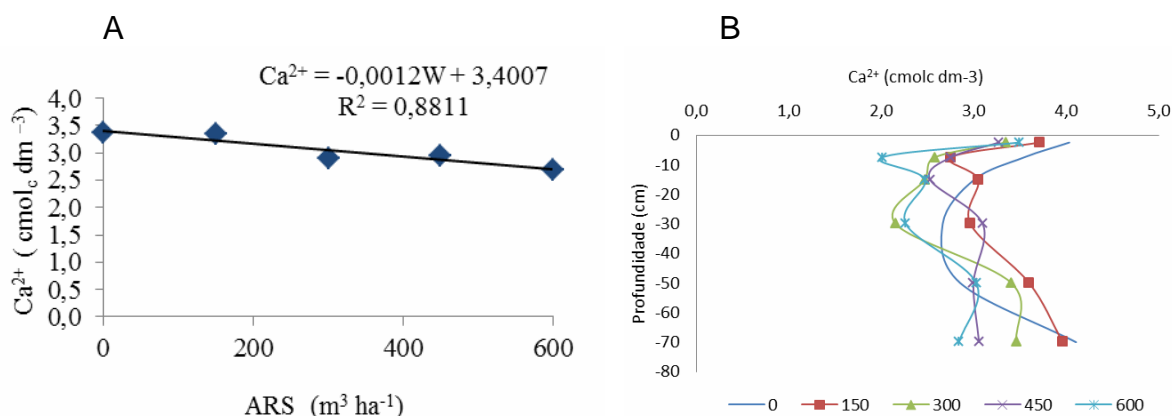
**FIGURA 2.** Teores de  $\text{Al}^{3+}$  no solo em função das doses de ARS (A) e no perfil do solo(B), após a aplicação de ARS. \*: significativo a 5%.

Resultados estes que corroboram com obtidos por DAL BOSCO et al. (2008), e CABRAL et al., (2011), que observaram diminuição da concentração de alumínio nas camadas de 0-30 e 30-60 cm, quando foi aplicada ARS e em todas as camadas ocorreram reduções na concentração de  $\text{Al}^{3+}$ , respectivamente.

Quando se compara a quantidade de  $\text{Al}^{3+}$  no solo antes e após a aplicação, foram verificados teores de 0,033 e 0,097  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Al}^{3+}$ , respectivamente, em quanto para o Ca, os valores no solo diminuíram com aplicação das doses de ARS. Resultados estes que vão de encontro aos obtidos por CABRAL et al., (2011), que verificaram reduções na concentração de  $\text{Al}^{3+}$  em todas as camadas do solo após a aplicação da ARS, e que os valores de cálcio no solo aumentaram após as aplicações.

Antes da aplicação de ARS, a concentração encontrada no solo de  $\text{Ca}^{2+}$  era 4,015  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , e após a aplicação de ARS esses valores de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo reduziram, conforme pode ser observado na Figura 3A. Estes resultados corroboram com os obtidos por MAGGI et al., (2011), que verificaram que antes da aplicação de ARS, o solo tinha em média 7,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$  e após a colheita da cultura 4,16  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ , e que, independente do tratamento, os valores de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo reduziram linearmente no decorrer das coletas após a aplicação de ARS.

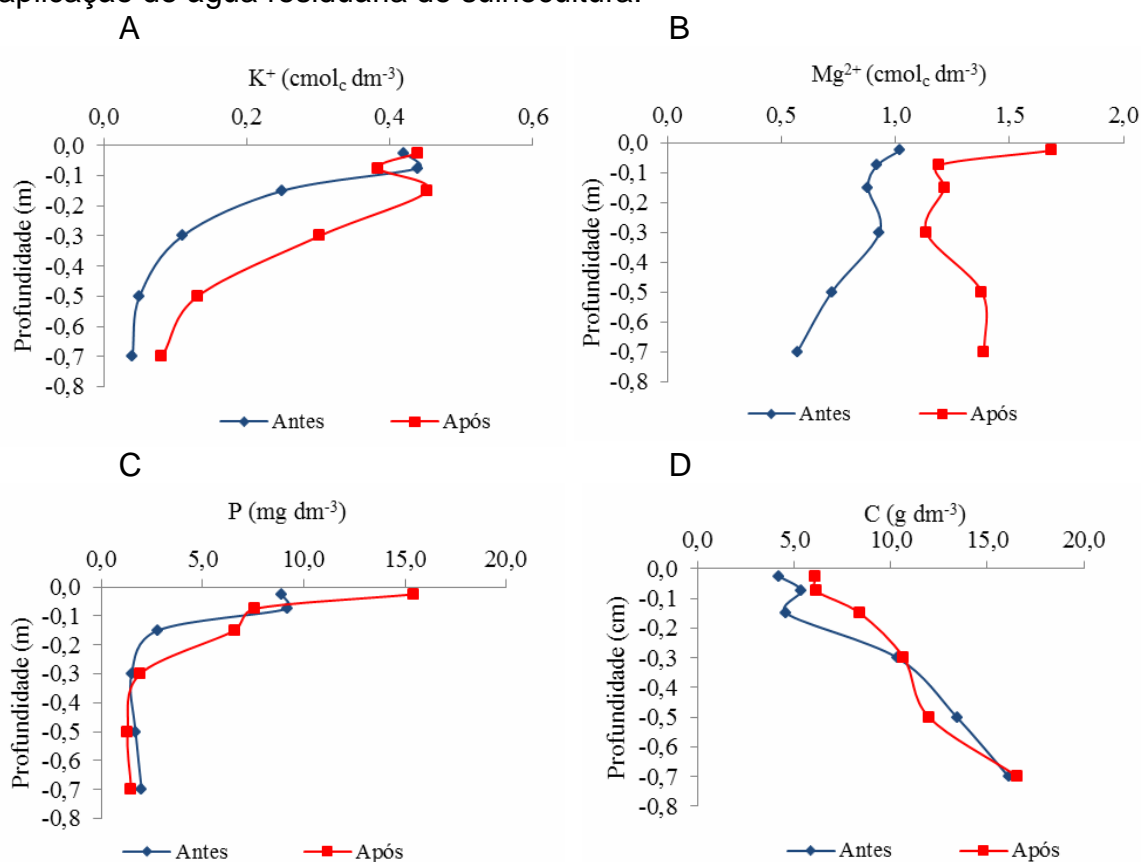
O cálcio apresentou uma diferença estatística na camada 0-5 cm em relação a camada de 20-40 cm (Figura 3B).



**FIGURA 3.** Teores de  $Ca^{2+}$  no solo em função ARS (A) e no perfil do solo(B), após a aplicação de ARS. \*: significativo a 5%.

Os resultados dos atributos  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , P do solo em função das doses de ARS não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, ao se comparar os teores destes nutrientes antes e após aplicação houve respostas significativas quanto suas concentrações (Figura 4).

Os valores de  $K^+$  no solo aumentaram com aplicação de ARS de 0,218 para 0,298  $cmol_c dm^{-3}$  após a aplicação do resíduo (Figura 4A). Resultados semelhantes para o potássio foram encontrados por FREITAS et al., (2004) e MAGGI et al., (2011), que verificaram aumento nas concentrações de potássio no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura.



**FIGURA 4.** Teores médios de  $K^+$  (A),  $Mg^{2+}$ (B), P(C) e C(D) no perfil do solo, antes e após a aplicação de ARS no solo.



Verificaram-se diferenças significativas nos teores de potássio nas camadas de 40-60 cm e 60-80 cm para as demais, verifica-se também diferença das camadas de 0-5 cm e 10-20 cm para a camada de 20-40 cm.

Os teores de  $Mg^{2+}$  no solo aumentaram significativamente de 0,84 para 1,33  $cmol_c\ dm^{-3}$  após a aplicação da ARS (Figura 4). Estes resultados corroboram com os obtidos por FREITAS et al., (2004) e CABRAL et al., (2011), que também observaram aumento na concentração de  $Mg^{2+}$  após a aplicação de ARS no solo.

As concentrações médias de magnésio do solo aumentaram na camada de 0-5 cm, a qual difere estatisticamente das demais camadas (Figura 4B).

Com relação ao comportamento do P no perfil do solo, observou-se aumento na concentração deste elemento apenas nas camadas de 0-5 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, após a aplicação da ARS (Figura 4C). Nas demais profundidades, houve redução das concentrações após a aplicação da ARS (Figura 4C). De acordo com BERWANGER et al., (2008) o fósforo tem capacidade de interagir, especialmente com a fração mineral, por isso sua concentração é maior na superfície.

Os valores de P no solo aumentaram com a aplicação da ARS, de 4,35 para 5,72  $mg\ dm^{-3}$  após a colheita.

Observou-se tendência de decréscimo do carbono em relação às camadas mais superficiais. Ocorreu diferença significativa para valores de carbono nas camadas de 0-5 cm para as demais camadas, 5-10 cm e 10-20 cm que também se diferenciaram das demais, e 20-40 cm diferenciando-se também das outras camadas (Figura 4D).

O teor médio de carbono no solo variou entre 9,01 e 9,98  $mg\ dm^{-3}$  antes e após a aplicação da ARS, respectivamente. Entretanto, os valores de carbono no solo não apresentaram diferenças significativas após a aplicação da ARS. Estes resultados corroboram com MAGGI (2009) e CABRAL et al., (2011), que também não encontraram efeito da aplicação de ARS sobre o carbono do solo.

Estes resultados corroboram com encontrados por CERETTA et al., (2003), que também observaram aumento no teor de C orgânico nas camadas superficiais. O incremento nos teores de C orgânico ocorreu apenas na camada 0-2,5 cm, embora deve-se considerar a possibilidade de efeito da amostragem do solo, já que resíduos vegetais ou do esterco misturam-se com o solo nesta camada até 2,5 cm, dificultando sua separação.

### **Efeito da aplicação de ARS no percolado**

Os valores de pH,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ , C.E., DQO e DBO no percolado não foram influenciadas pela aplicação de ARS (Tabela 03). CAOVILO et al., (2005) também não observaram diferenças significativas nos valores de pH no material percolado para os tratamentos com ARS e adubação.

**TABELA 3.** Características físico-químicas do percolado nas diferentes doses de ARS.

Doses	Trat.	pH	DQO (mg dm <sup>-3</sup> )	DBO (mg dm <sup>-3</sup> )	Ca (mg dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg dm <sup>-3</sup> )	K (mg dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	N (mg dm <sup>-3</sup> )	CE μS cm <sup>-1</sup>
0	T0	6.02	8.667	5.900	20.800	5.850	0.800	n.d.	n.d.	309.000
150	T1	6.05	5.300	2.467	20.167	5.733	0.667	n.d.	n.d.	290.333
300	T2	6.14	4.167	3.167	20.633	5.833	0.667	n.d.	n.d.	290.000
450	T3	5.88	6.467	4.733	21.467	6.067	1.067	n.d.	n.d.	303.667
600	T4	6.09	4.867	3.500	22.033	6.300	0.733	n.d.	n.d.	297.667

\*n.d. – Não detectado.

Para as concentrações de magnésio no material percolado, resultados encontrados neste trabalho corroboram com os encontrados por MAGGI et al., (2011) que verificaram que a análise de variância não foi significativa para aplicação da ARS, isto é, as concentrações de magnésio no material percolado não foram influenciadas pelas doses de ARS.

Os resultados obtidos neste trabalho para a condutividade elétrica não apresentaram diferença estatística. Enquanto, no trabalho desenvolvido por PELES (2007), a condutividade elétrica dos tratamentos que receberam 30 e 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos foi similar entre si e superior a daqueles tratamentos que não receberam nenhuma dose do dejetos.

Elevados valores de condutividade elétrica nas águas percoladas podem estar associadas ao carreamento de íons de alta mobilidade, como Na, K e outros, presentes principalmente nas águas residuárias (MAGGI et al., 2011).

## CONCLUSÕES

As aplicações de doses crescentes de ARS diminuíram significativamente os valores de cálcio e pH do solo, enquanto a concentração de alumínio aumentou. Enquanto para potássio, magnésio, fósforo e carbono, as aplicações não influenciaram significativamente nas suas concentrações.

No percolado as variáveis avaliadas não apresentaram diferenças significativas para as aplicações crescentes de doses de ARS.

## REFERÊNCIAS

ANAMI, M.H.; SAMPAIO, S.C.; SUSZEK, M.; GOMES, S.D.; QUEIROZ, M.M.F. Deslocamento miscível de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 75-80, 2008.

APHA - American Public Health Association, AWWA -American Water Works Association, WEF- World Economic

Forum. International nonprofit scientific and educational society dedicated to the improvement - Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 1998. 1193p.

BARROS, F. M.; MARTINEZ, M. A.; NEVES, J. C. L.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D. **Características químicas do solo influenciado pela adição de água residuária da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.47-51, 2005.

BERWANGER A. L.; CERETTA, C. A. SANTOS, D. R. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p. 2525-2532, 2008

BRITO, F.B.; ROLIM, M.M.; SILVA, J.A.A.; PEDROSA, E. M.R. Qualidade do percolado de solos que receberam vinhaça, em diferentes doses e tempo de incubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.3, p. 318-323, 2007

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.823-831, 2011

CAOVILLA, F. A.; SAMPAIO, S. C.; PEREIRA, J. O.; VILAS, B. A. M.; GOMES, B. M.; FIGUEIREDO, C. A. Lixiviação de nutrientes provenientes de águas residuárias em colunas de solo cultivado com soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.283-287, 2005.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

DAL BOSCO, T. C. D.; IOST, C.; NOVAES, S. L.da.; CARNELLOSI, F. C; EBERT, D. C; SCHREINER, J. S; SAMPAIO, S. S. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola – Estudo de caso. **Irriga**, v. 13, n. 1, p. 139-144, janeiro-março, 2008.

DOELSCH, E.; MASON, A.; MOUSSARD, G.; CHEVASSUS-ROSSET, C.; WOJCIECHOWICZ, O. Impact of pig slurry and green waste compost application on heavy metal exchangeable fractions in tropical soils. **Geoderma**, v. 155, p. 390-400, 2010.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; PINTO, F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.120-125, 2004.

IYYEMPERUMAL, K.; SHI, W. Soil microbial community composition and structure: residual effects of contrasting N fertilization of swine lagoon effluent versus

ammonium nitrate. **Plant and Soil**, v. 292, p. 233-242, 2007.

MAGGI, C. F.; FREITAS, P. S. L.; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.170-177, 2011.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquidos de suínos**. 97p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2007. Dissertação Mestrado, 2007.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**. v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.; eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 210-229, 2007.

UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG, 150p, 1997. (Manual do usuário).

MAGGI, C. F. **Impactos causados no solo e no percolado pela aplicação de água residuária de suinocultura em solos cultivados com soja**. 2009.101p. Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Tese de doutorado, 2009.

BLAINSKI, E.; GONÇALVES, A. C. A.; TORMENA, C. A.; FOLEGATTI, M. V.; GUIMARÃES, R. M. L. **Intervalo hídrico ótimo num nitossolo vermelho distroférico irrigado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.33, n.2, pp. 273-281, 2009.