

Lixiviação de cobre e zinco após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos¹

Andreia Cristina Alvares², Rênystton de Lima Ribeiro³

¹Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2014.

²Aluno de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2014.

E-mail: andreia_alvares10@hotmail.com

³Orientador. Professor, da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2014.

E-mail: renystton@unirv.edu.br

Resumo: Devido ao aumento da produção suinícola, aparecem os problemas ambientais, por conta da grande quantidade de dejetos gerados. Os dejetos apresentam nutrientes em quantidades elevadas, destacando-se o cobre (Cu) e zinco (Zn). Entretanto o Cu e Zn, podem ser lixiviados após várias aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suíno (DLS). O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de Cu e Zn lixiviados diariamente durante o cultivo do milho, conforme a precipitação pluvial, após 14 anos de aplicações sucessivas de DLS (50 m³ ha⁻¹ e 200 m³ ha⁻¹) e adubação mineral no cultivo de milho na safra 2013/2014. O experimento foi realizado em área experimental na Universidade de Rio Verde (UniRV), com três tratamentos e três repetições, cada unidade experimental, constitui-se de lisímetros. A frequência e precipitação pluvial proporcionaram maior percolação de água e teores de Cu e Zn. O maior teor de Cu e Zn no lixiviado, correspondente a 350,17 e 386,33 µg L⁻¹ ocorreu 66 e 166 dias após a aplicação de 200 m³ ha⁻¹ de DLS. Nas condições experimentais, a contaminação do solo e água apresentaram baixo potencial poluidor devido aos teores de Cu e Zn estarem abaixo das faixas de referência ambiental após 14 anos de aplicações sucessivas de DLS e adubo mineral.

Palavras-chaves: contaminação de aquíferos, lisímetros, metais pesados

Copper and zinc leaching after successive applications of swine slurry

Abstract: Due to that increased pork production, environmental problems appear, due to the large amount of slurry generated. The slurry present a high quantity of nutrients, highlighting copper (Cu) and zinc (Zn). However, Cu and Zn can be leached after several successive applications of liquid swine slurry (LSS). The objective of this study was to evaluate the levels of Cu and Zn leached daily during corn cultivation, as pluvial precipitation, after 14 years of successive applications of LSS (50 m³ ha⁻¹ e 200 m³ ha⁻¹) and mineral fertilization on corn cultivation in the 2013/2014 crop. The experiment was conducted in the experimental area of University of Rio Verde (UniRV), with three treatments and three replications, each experimental unit consists of lysimeters. The frequency and pluvial precipitation provided higher water percolation and Cu and Zn levels. The higher content of Cu and Zn in the leachate, corresponding to 350.17 and 386.33 µg L⁻¹ occurred 66 and 166 days after the application of 200 of LSS. Under the experimental conditions, the soil and water contamination had low pollution potential due to the concentration of Cu and Zn being the below environmental reference ranges after 14 years of successive applications of LSS and mineral fertilizer.

Key-words: contamination of aquifers, lysimeters, heavy metals

INTRODUÇÃO

A partir da década de 70 a suinocultura cresceu de forma acelerada com grande concentração de animais em uma pequena área, na tentativa de atender a grande procura comercial (KONZEN, 1999).

Em termos nacionais o Brasil ocupa posição de destaque, pois abriga em torno de 35 milhões de suínos, os quais produzem 1,7 milhão de toneladas de carne. É uma atividade responsável pelo desenvolvimento econômico do Brasil (SOLLER, 2012). Essa posição é descrita por Silva (2013) onde o país é o único da América Latina incluído na lista dos 10 maiores produtores mundiais de carne suína, sendo responsável por 10% das exportações mundiais.

Segundo dados da Pecuária Municipal Brasileira (2012) a distribuição regional do efetivo de suínos pelo território brasileiro mostrou que a região Sul detinha 49,5% e a região Centro-Oeste com 13,2%. Considerando os municípios com os maiores rebanhos nacionais de suínos temos destaque para Rio Verde – GO, com mais de 732.000 cabeças de suínos (PMB, 2012).

Devido ao aumento da produção suinícola, aparecem os problemas ambientais, por conta da grande quantidade de dejetos gerados (SILVA, 2013). Para Abipecs, (2011) este aumento desordenado da suinocultura em sistemas industriais confinados, concentrou a maioria dos estudos na descoberta e introdução de novas técnicas, quase sempre voltadas ao aumento da produtividade. Contudo não houve tamanha preocupação com o impacto que esse crescimento causaria ao meio ambiente, e muito menos medidas preventivas.

Utilizando os dados de Soler (2012), a produção anual brasileira de dejetos é de aproximadamente 100 milhões de m³ de efluente, e mais 195 milhões de m³ de água que é utilizada por este segmento. Para o município de Rio Verde – GO, a quantidade de dejetos produzida anualmente pode ser mensurada utilizando os dados de Menezes et al. (2010), com cerca de 2,5 milhões de m³ de dejetos líquidos de suínos (DLS) que são disponibilizados.

Os dejetos líquidos de suínos são compostos por água, pelos, fezes, urina, restos de ração, poeira e outros. Também são fontes de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), nutrientes essenciais as plantas, os quais podem ser utilizados via aspersão na forma líquida, aplicados na superfície do solo, na forma sólida ou até adicionados na compostagem de outros resíduos orgânicos, proporcionando a produção de adubo de

alto valor fertilizante que, quando aplicados em doses adequadas, torna-se excelente opção para disposição ao ambiente (SEDIYAMA et al., 2000).

Para se evitar a adição de nutrientes em doses superiores à capacidade de retenção do solo ou àquelas exigidas pelas culturas, o cálculo da dose de dejetos a aplicar deve obedecer a um plano de manejo de nutrientes, corrigindo-se as deficiências e excessos do uso continuado dos dejetos de animais como fertilizante (SEGANFREDO, 2006).

Entre os nutrientes, pode-se citar os elementos traços como o Cobre (Cu) e Zinco (Zn), que mesmo em baixa concentração podem ser tóxicos às plantas e animais. Esses elementos podem contaminar a água subterrânea. Estes metais, têm origem nas rações que compõem a dieta dos suínos, agindo como suplemento na alimentação e, por muitas vezes, esses micronutrientes excedem grandemente o requerimento fisiológico dos animais. (SCHWANTES, 2013).

Pode ocorrer também a contaminação dos recursos hídricos pelo escoamento de componentes dos dejetos usados para fertilizar lavouras ou pela sua disposição diretamente nos cursos de água (SIMIONI et al, 2001).

A poluição da água subterrânea torna-se também um problema de contaminação de água superficial, pois a água do subsolo em algum momento aflora a superfície formando nascentes e, conseqüentemente, constituindo os cursos de água de superfície. A aplicação de dejetos via irrigação no solo é uma forma de ciclar e disponibilizar nutrientes às plantas, contudo, pode haver problemas de poluição, seja pelas altas quantidades aplicadas, somados a relevos acidentados, ou mesmo pela ocorrência de precipitações pluviais em solos com pouca cobertura e baixa permeabilidade (SILVA, 2013).

O norteamento ambiental e valores de referência para os elementos traços Cu e Zn, podem ser utilizados através da resolução Conama 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e a Portaria 2914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores de Cu e Zn lixiviados diariamente durante o cultivo do milho, conforme a precipitação pluvial, após 14 anos de aplicações sucessivas de DLS e adubação mineral.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na área experimental da Universidade de Rio Verde – UniRV, localizada na Fazenda Fontes do Saber, município de Rio Verde-GO, possuindo coordenadas, latitude de (17° 14' 53" S), e longitude de (50° 55' 14" W), e altitude 715 m. A região apresenta um clima do tipo Cf (tropical típico) alternadamente úmido e seco com temperatura média fria superior a 18°C, a precipitação pluviométrica é inferior a 2000 mm por ano com chuvas no verão e outono, segundo a classificação de Köppen.

A área de estudo possui dois períodos distintos, o primeiro chuvoso e quente, entre outubro e abril, e o segundo seco e frio, entre março e setembro, incluindo um período de déficit hídrico em julho e agosto. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (540 g kg⁻¹ de argila) e 4% de declividade.

A área experimental é destinada ao projeto “Monitoramento do impacto ambiental causado pela utilização de dejetos líquidos de suínos na agricultura”, realizado em parceria de Universidade de Rio Verde, Embrapa e BRF, desde a safra 1999/2000.

Em 1999, foi instalado o sistema de monitoramento integrado da dinâmica de água e solutos no solo (SISDINA), constituído de nove lisímetros (Figura 1). Os lisímetros são constituídos de estrutura metálica que simula um solo controlado possibilitando a quantificação simultânea da água infiltrada no interior do solo, a percolação, e o monitoramento ambiental (ALVARENGA et al., 2002).

Os lisímetros possuem a parte inferior em formato de moega, facilitando o processo percolação da água. Na base inferior (Figura 1), possui um cano PVC de 25 mm de diâmetro que o conecta o lisímetro a tambores coletores com capacidade máxima de 60 litros.

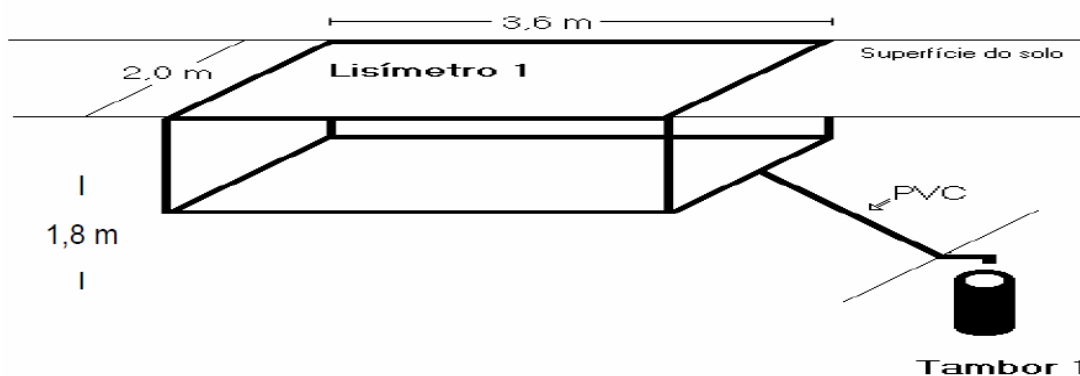


Figura 1. Esquema representativo do lisímetro e da coleta de água
Fonte: SANTOS, (2008)

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) constituídos de três tratamentos com três repetições (3x3), totalizando nove parcelas experimentais. Cada lisímetro foi considerado como parcela experimental. Os tratamentos foram duas doses de DLS (50 e 200 m³ ha⁻¹) e uma aplicação de fertilizante mineral (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de DAP + 120 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl e 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura na forma de uréia).

A cada ano agrícola o solo foi cultivado alternando-se as culturas de soja e milho, sendo que na safra 2000/2001 cultivou-se soja, 2001/2002 cultivou-se milho, e assim sucessivamente, sendo que na safra 2012/2013, cultivou-se soja e na safra 2013/2014 cultivou-se milho, sendo o 14^o ano de aplicações sucessivas de DLS. A variedade de milho foi um híbrido de alta produtividade, recomendado para a região, o CD 3590 Hx.

A parcelas adubadas quimicamente receberam o fertilizante no momento do plantio e a cobertura com N foi realizada no dia 27 de novembro de 2013. Os tratamentos utilizando o DLS foram aplicados na superfície do solo por aspersão no dia 25 de outubro de 2013, vinte dias antes do plantio do milho.

Os DLS foram provenientes de uma granja de Sistema Vertical Terminador (SVT), tendo permanecido 30 dias na lagoa de estabilização anaeróbia com capacidade de 120 m³. Antes da aplicação dos dejetos, foram coletadas amostras para análise, na qual foram observadas as seguintes características químico-físicas: P = 1,22 kg m⁻³; K = 1,94 kg m⁻³; Cu = 5,3 g m⁻³; Zn = 16,8 g m⁻³; pH 7,87 e densidade média de 1013,0 g cm⁻³.

Durante a realização do experimento foram realizados os seguintes procedimentos: 1) medição diária da quantidade de água percolada, quando necessário ou de acordo com a precipitação pluvial; quanto maiores os eventos de precipitações, mais frequentes serão às coletas; 2) homogeneização do percolado, para coleta de uma amostra de 60 mL diariamente; 3) descarte do excesso; 4) reposicionamento do tambor em seu devido lugar para armazenar o percolado para a próxima etapa.

As determinações analíticas da concentração de cobre e zinco no lixiviado foram realizadas por meio de espectrofotometria de absorção atômica, descrita por Silva (1999). A coleta de percolado iniciou-se no dia 07 de novembro de 2013 e finalizou no dia 24 de abril de 2014.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando houve significância, foi aplicado o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade e regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitação na área experimental

Com os dados coletados de precipitação na área experimental, observou-se que a precipitação total ocorrida no período de 25 de Outubro de 2013 a 24 de abril de 2014, foi de 1065,6 mm. O maior índice de precipitação ocorreu no mês de novembro com valor de 49,40 mm, 31 dias após aplicação do DLS (25 de Novembro de 2013).

Nos primeiros 19 dias após aplicação do DLS (entre 25 de Outubro de 2013 e 13 de Novembro de 2013) precipitou 171 mm, entretanto não houve percolação de água em nenhum dos tratamentos, pois, o solo no início do experimento encontrava-se com baixa umidade, não ocorrendo infiltração e drenagem do percolado nos lisímetros.

Na mesma área experimental Silva e Ribeiro (2013) após 187 mm e 21 dias após aplicação do DLS, é que ocorreram as perdas de água por percolação corroborando com os dados do presente estudo.

Figura 2. Precipitação pluviométrica diária ocorrida na área experimental após a aplicação dos dejetos líquidos de suínos no período de 25/10/13 a 24/04/14

Concentração de cobre no percolado

Na Figura 3 podem ser visualizados as concentrações de Cu lixiviado durante o período experimental.

Figura 3. Concentração de cobre no percolado em função da adubação mineral (a), da aplicação de 50 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos (b) (DLS) e de 200 m³ ha⁻¹ de DLS (c) na cultura da soja durante a safra 2013/2014

Avaliando a precipitação (Figura 2) e a concentração de Cu no percolado, observou-se que as maiores concentrações ocorreram durante o mês de dezembro. Porém mesmo

após precipitações superiores a 45 mm, as maiores concentrações foram provenientes de eventos chuvosos em dias onde não ocorreram precipitação.

Com 14 anos de aplicação contínua de DLS, as menores concentrações de Cu no percolado foi proveniente dos tratamentos com adubação mineral e dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS. Nesses tratamentos os picos de concentração atingiram valores de 39,67 e $107,33 \mu\text{g L}^{-1}$, ocorrendo 54 e 44 dias após aplicação do dejetos, respectivamente. Avaliando as diferenças entre esses tratamentos, a aplicação de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS superou em 170,56% a maior concentração de Cu na água percolada do tratamento com adubo mineral.

Após 66 dias da aplicação da dose de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Figura 3c), ocorreu a maior concentração de Cu com valor de $350,17 \mu\text{g L}^{-1}$. Nesse dia (30/12/13) não ocorreram eventos chuvosos, entretanto o solo apresentava alta umidade que manteve as perdas de água percolada. A lixiviação de Cu ocorreu mesmo em períodos com ausência de chuva, pois, após períodos de intensa precipitação o solo armazenou água proveniente de eventos chuvosos em dias anteriores mantendo a percolação em dias posteriores. Nesse tratamento no 14º ano de aplicação consecutivas de dejetos, os lisímetros receberam a quantidade $1,06 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de Cu, que vem acumulando nos últimos anos utilizando diferentes doses de DLS nas culturas do milho e soja. De fato a influência da maior dose de dejetos nos teores de Cu lixiviado, já era esperada.

Comparando os dados com a literatura, verificou-se que a concentração máxima de Cu ($350,17 \mu\text{g L}^{-1}$) encontrada é superior ao teor obtido em trabalho realizado por Barros et al. (2003) realizou aplicações de DLS no solo de colunas deformadas, observando teores máximos de Cu na água percolada próximo a $60 \mu\text{g L}^{-1}$.

Em termos de monitoramento ambiental, as concentrações de Cu encontradas no presente trabalho ficaram abaixo dos valores máximos permitidos para água de consumo humano recomendados pela Resolução Conama 396/2008 e Portaria 2914/2011, onde o valor máximo permitido é de $2000 \mu\text{g L}^{-1}$. Comparando o maior teor de Cu com a essas legislações ambientais observa-se que o mesmo é 471,15 % inferior a concentração máxima permitida.

De acordo com Cetesb (2012), existe riscos toxicológicos devido a ingestão de Cu, onde a ingestão de água contendo altas concentrações do metal pode produzir náusea, vômito, dor abdominal e diarreia. O grupo mais susceptível aos efeitos da exposição do Cu são as crianças, onde exposições prolongadas do metal em alimentos ou água pode causar danos hepáticos.

Para concentração média de Cu, foi realizada análise de variância das perdas em função dos tratamentos, observou-se que houve variação significativa ($P < 0,01$). As concentrações médias de Cu decorrente do tratamento com adubação mineral, $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS foram de $31,07$, e $11,79 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente.

Figura 4. Concentração média de Cu no percolado em função da adubação mineral (T1), da aplicação de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (T2) e de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (T3). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

De acordo com os resultados obtidos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Figura 4), observa-se que não há diferença significativa entre as concentrações médias de Cu para os tratamentos com adubo mineral e $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS. No tratamento com $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, a concentração média foi de $75,51 \mu\text{g L}^{-1}$, sendo, esse valor significativamente superior aos demais tratamentos. Nessa dose as concentrações superaram em 540,46% à dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e 143,00% à adubação mineral. Em trabalho realizado por Smanhotto (2008), verificou a tendência de acúmulo de Cu após aplicações sucessivas de DLS, em todos os tratamentos avaliados.

Concentração de zinco no percolado

Na Figura 5 podem ser visualizados as concentrações de Zn lixiviado durante o período experimental.

Analisando os índices pluviométricos e a concentração de Zn no percolado, observou-se que os maiores teores ocorreram durante o mês de dezembro e abril. Os picos de concentração de Zn foram provenientes de dias onde ocorreram precipitação.

Após 14 anos de aplicações sucessivas de dejetos líquidos, as menores concentrações de Zn, foram obtidas nos tratamentos com adubação mineral e dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS. Entre esses tratamentos, as maiores concentrações alcançaram valores de $114,00$ e $118,33 \mu\text{g L}^{-1}$, ocorrendo ambos com 49 dias após aplicação do DLS. Tais resultados foram semelhantes para o elemento Cu. Das diferenças nos tratamentos, observou-se que a concentração Zn para dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS superou em 3,80% o tratamento com adubação mineral.

Para o tratamento com $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Figura 5c) a maior concentração de Zn atingiu valor de $386,33 \mu\text{g L}^{-1}$. Nesse dia (167 dias após aplicação do DLS) não ocorreu

precipitação, entretanto devido a evento de precipitação no dia anterior de 30,2 mm o solo manteve a perdas de água por percolação. No 14º ano de aplicações sucessivas de DLS, os lisímetros receberam quantidade de 3,36 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Zn através do DLS. Assim, como para o elemento Cu, a influência do aporte de Zn era esperada devido a proporção do elemento no dejetos.

Para os valores orientadores da qualidade das águas subterrâneas, foi verificado que as concentrações de Zn encontradas no presente trabalho ficaram abaixo dos valores máximos permitidos para água de consumo humano recomendados pela Resolução Conama 396/2008 e Portaria 2914/2011, onde o valor máximo permitido é de 5000 µg L⁻¹. Comparando o maior teor de Zn encontrado com as diretrizes ambientais observa-se que o mesmo é 1194,23% inferior ao valor máximo permitido.

De acordo com o Cetesb (2012), o zinco é um elemento necessário para o organismo em pequenas quantidades, no entanto, o consumo de grandes quantidades desse metal por água contaminada pode afetar a saúde, a ingestão aguda de altas doses pode provocar cólicas estomacais, vômitos, náuseas, dano ao pâncreas e diminuição do colesterol HDL. A influência do DLS foi observada em trabalhos de Smanhotto (2008) e Penha (2010) onde as concentrações de Zn no solo foram influenciadas pelas taxas aplicadas de DLS e obteve maiores teores.

Em relação a concentração média de Zn, foi realizada análise de variância da lixiviação em função dos tratamentos e observou-se que ocorreu variação significativa pelo teste de F (P<0,01). Para os tratamentos com adubo mineral e 50 m³ ha⁻¹ de DLS os teores médios de Zn foram de 34,36 e 12,43 µg L⁻¹, respectivamente.

Figura 5. Teores de zinco no percolado em função da adubação mineral (a), da aplicação de 50 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos (b) (DLS) e de 200 m³ ha⁻¹ de DLS (c) na cultura da soja durante a safra 2013/2014

Em relação a concentração média de Zn, foi realizada análise de variância da lixiviação em função dos tratamentos e observou-se que ocorreu variação significativa pelo teste de F (P<0,01). Para os tratamentos com adubo mineral e 50 m³ ha⁻¹ de DLS os teores médios de Zn foram de 34,36 e 12,43 µg L⁻¹, respectivamente.

Figura 6. Concentração média de Zn no percolado em função da adubação mineral (T1), da aplicação de 50 m³ ha⁻¹ de DLS (T2) e de 200 m³ ha⁻¹ de DLS (T3). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Pelo teste de Tukey a 5% de significância, observa-se que não ocorreu diferenças significativa entre as concentrações de médias de Zn para os tratamentos com adubo mineral e 50 m³ ha⁻¹ de DLS. Na dose de 200 m³ ha⁻¹ de DLS, a concentração média foi de 82,57 µg L⁻¹, sendo esse valor significativamente superior aos demais tratamentos, onde as concentrações superaram em 140,31% à adubação mineral e 564% à dose de 50 m³ ha⁻¹ de DLS.

O que influenciou diretamente nos nossos resultados foi o tipo de solo, que na região de estudo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, onde este possui características como: solos de baixa fertilidade, bem drenados, derivados de rochas básicas, contendo teores elevados em Fe₂O₃, com forte atração magnética. De modo geral, são bem providos de micronutrientes, o que não acontece com a maioria dos Latossolos (EMBRAPA, 2006).

CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos no período analisado, pode-se concluir que:

Nas condições experimentais, a contaminação do solo e água apresentaram baixo potencial poluidor devido aos teores de Cu e Zn estarem abaixo das faixas de referência ambiental após 14 anos de aplicações sucessivas de DLS e adubo mineral.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C.; ANDRADE, C. de L.T.; MENEZES, J.F.S.; PIMENTA, F.F.; KONZEN, E.A.; RATKE, R.F. **Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura: perdas de terra e água por escoamento superficial**. In: XIV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, Cuiabá, 2002. **Anais ...** Cuiabá: SBCS, 2002. 1 CD-ROM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. **Relatórios sobre Carne Suína Brasileira**. São Paulo. 2011.

BARROS, L.S.S; LUCAS JÚNIOR, J. **Poder poluente de águas residuárias de suinocultura após utilização de um tratamento integrado**. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. v.40, n. Suplemento, p. 126-135, 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Ficha de Informação Toxicológica (FIT): **Cobre e Zinco**. Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental, 2012, 2 p.

CORREA, C.J; BARILLI, J; REBELLATTO, A; VEIGA, M. **Aplicações de Dejetos de Suínos e as Propriedades do Solo**- ISSN 0102-3713. Concórdia Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica 58, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.

LINDNER, E. A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina.** Florianópolis: FIESC-IEL, 1999 1 (CD ROM).

KONZEN, E.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A.F.C.; PEREIRA, F.A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1998. 31p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 25)

MENEZES, J.F.S.; VANIN, A.; BENITES, V. de M.; LIMA, L.M. de; SANTOS, S.C.G. Teores de Ca, Mg e K na água percolada em solo adubado com dejetos líquidos de suínos e adubo mineral em sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29, Guarapari, 2010. **Anais...** Guarapari: FERTBIO, 2010. CD ROM.

PENHA, H, G, V. **Teores e coeficientes de distribuição de elementos-traço em latossolo adubado com dejetos líquidos de suínos.** Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras (UFLA), 100p. (Dissertação de Mestrado), 2011.

SMANHOTTO, A. **Aplicação de água residuária tratada de suinocultura em solo cultivado com soja.** Botucatu-SP, Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP, (Doutorado), 2008.

SILVA, F.A. **Pâmetro quantitativo e qualitativo do percolado e do solo no cultivo do pinhão manso (jatropha curcas l.) adubado com dejetos de suínos.** Cascavel, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Dissertação (mestrado), 2013.

SIMIONI,J; COMIN, J.J; SEGANFREDO, A.M; INGANG, R. **Riscos de contaminação do solo, águas subsuperficiais e fitoxidez às culturas por cobre e zinco aplicados via dejetos de suínos.** XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Santa Catarina, 2002.

SEDIYAMA,M.A.N.;GARCIA,N.C.P;VIDIGAL,S.M.;MATOS,A.T. **Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos.** Scientia Agricola, v.57, n.1,p.185-189, 2000.

SCHWANTES,D. **Impacto ambiental da suinocultura e uso de flocculantes como alternativa no tratamento.** Paraná, Unioeste Universidade Estadual Oeste Paraná. Varia Scientia Agrárias,ISS2177-5109, 2013.

SILVA,C,P. **Tratamento de dejetos suínos com biorreator UASB.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 5, p. 141 - 147, (Edição Especial), Mossoró – RN, 2013.

SEGANFREDO, M.A. **Viabilidade econômica ambiental do uso de dejetos animais e lodos de esgoto como fertilizante.** Palestra apresentada na Fertbio 2006.Bonito,MS,2006(CDROM).

SANTOS, G.C.S. Lixiviação de nitrogênio em um latossolo vermelho cultivado com soja e milho após aplicação de dejetos líquidos de suínos. Dissertação (mestrado), Universidade de Rio Verde, 2008.

SANTOS, S. C. G. Lixiviação de nitrogênio em um latossolo vermelho cultivado com soja e milho após aplicação de dejetos líquidos de suínos. Dissertação (mestrado) – Universidade de Rio Verde – GO, 2008.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

SILVA, A.O.O; RIBEIRO, L.R. Lixiviação de potássio após treze anos de aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. Projeto Final de Curso II (Graduação). Universidade de Rio Verde, 2013.

SOLLER, D.L.A. Levantamento de dados da geração e caracterização de dejetos na suinocultura em fase de creche e terminação. Lajeado, Centro Universitário Univates, (Trabalho de conclusão de curso (graduação), 2012.