

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

CLORETO, SULFATO E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM LIXIVIADOS DE LATOSSOLO VERMELHO FERTILIZADO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS

Claudia Cardoso dos Santos, UFMT, caubiologa7@gmail.com

Oscarlina Lúcia Santos Weber, UFMT, oscarlina.weber@ufmt.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a concentração cloreto e sulfato lixiviados de solo fertilizado com dejetos líquidos de suínos (DLS). O estudo foi realizado em condições de campo (13° 03' 01" S e 55° 54' 40" W). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. O clima da região é do tipo Aw, tropical chuvoso, quente e úmido, com temperatura média de 25,0 °C e pluviosidade média anual de 1869 mm. Foram instaladas 20 parcelas experimentais com dimensões de 11,0 m de comprimento e 3,5 m de largura. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (0; 10; 20; e 30 m³ ha⁻¹), sendo esses volumes do biofertilizante (DLS). Foram instalados lisímetros de aço inoxidável em cada unidade experimental. Analisou-se os teores de Cloreto (Cl⁻) e sulfato (SO₄²⁻) além do pH e condutividade elétrica (C.E). As amostras de água coletadas para as análises dos teores de cloreto e sulfato foram devidamente armazenadas, transportadas e conservadas. Todas as análises foram realizadas por cromatografia iônica. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo Teste F e Tukey a 5% de probabilidade. O maior teor de Cl⁻ foi de 42,88mg L⁻¹, a C.E mais alta atingiu 37,42 μS cm⁻¹. O teor de SO₄²⁻ no lixiviado, foi de 6,63 mg L⁻¹ em água proveniente da adubação com DLS em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Palavras-chave: água residuária de suinocultura, corpos hídricos, lixiviação.

Abstract

The objective was to evaluate the chloride and sulfate concentration leached from soil fertilized with liquid swine manure (DLS). The study was carried out under field conditions (13°

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

03' 01" S and 55° 54' 40" W). The soil was classified as Red Yellow Oxisol. The region's climate is type Aw, tropical rainy, hot and humid, with an average temperature of 25.0 °C and average annual rainfall of 1869 mm. 20 experimental plots were installed with dimensions of 11.0 m long and 3.5 m wide. The design was in randomized blocks with four treatments (0; 10; 20; and 30 m³ ha⁻¹), these volumes being biofertilizer (DLS). Stainless steel lysimeters were installed in each experimental unit. Chloride contents were analyzed (Cl⁻) and sulfate (SO₄²⁻) in addition to pH and electrical conductivity (EC). The water samples collected for the analysis of chloride and sulfate contents were properly stored, transported and preserved. All analyzes were carried out by ion chromatography. The data were subjected to analysis of variance using the F and Tukey Test at 5% probability. The highest Cl⁻ content was 42.88mg L⁻¹, the highest C.E reached 37.42 μS cm⁻¹. The SO₄²⁻ content in the leachate was 6.63 mg L⁻¹ in water from fertilization with DLS on a dystrophic oxisoil.

Keywords: swine farming wastewater, water bodies, leaching.

1. Introdução

O Cloreto em química inorgânica é uma espécie iônica formada por um átomo de cloro carregado negativamente, com estado de oxidação-1. Por extensão é um composto iônico formado por este ânion ou com uma estrutura formalmente similar, ou seja, com ligação covalente entre um átomo de cloro e um elemento menos eletronegativo. A nomenclatura oficial para os compostos que apresentam este ânion é: Cloreto de (nome do elemento ligado ao cloro), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), dentre os demais compostos.

O cloro, na forma de íon cloreto (Cl⁻), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Em água potável, o sabor produzido pelo íon Cl⁻ varia em função da sua concentração, como também da composição química da água.

Sulfato segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) é o íon SO₄²⁻, consistindo de um átomo central de enxofre ligado por ligações covalentes a quatro átomos de



oxigênio. ânion sulfato apresenta estado de oxidação -2 . O ânion sulfato forma produtos químicos iônicos solúveis em água, exceto CaSO_4 , SrSO_4 e BaSO_4 . O ânion sulfato forma produtos químicos iônicos solúveis em água, exceto CaSO_4 , SrSO_4 , e BaSO_4 .

Os sulfatos, também conhecidos como óxidos sulfúricos, são importantes na indústria química e sistemas biológicos. Em sistemas biológicos naturais, a determinação deste ânion em águas naturais é utilizada por turbidimetria. Em estação de tratamento da água sua principal função é como coagulante auxiliando na remoção das impurezas e partículas suspensas.

O parâmetro da condutividade elétrica representa um parâmetro satisfatório para indicar informações instantâneas em uma primeira caracterização hidroquímica da amostra e consequentemente contribuir para o conhecimento hidrogeológico de determinada região. Quanto maior a quantidade de sais em um solo, maior a condutividade elétrica, além dos fatores umidade, (EMBRAPA 2021). Deste modo, o objetivo deste trabalho foi quantificar as quantidades de Cloreto e sulfato em água lixiviada proveniente do solo adubado com dejetos líquido de suínos.

2. Metodologia

A pesquisa foi realizada na Fundação Rio Verde em Lucas do Rio Verde- MT ($13^\circ 03' 01''$ S e $55^\circ 54' 40''$ W), no período de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015. O solo da região foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de textura muito argilosa, (SEPLAN-MT, 2001). Na área experimental foi instalada uma estação meteorológica para o monitoramento da pluviosidade local e 20 parcelas com dimensões de 11,0 m de comprimento e 3,5 m de largura, totalizando 14 coletas de água.

O equipamento meteorológico realizava medidas a cada 30 minutos das seguintes variáveis: radiação solar direta (W/m^2), velocidade do vento (m/s), direção do vento (grau azimutal), temperatura do ar ($^\circ\text{C}$), umidade relativa do ar (%), pressão do ar (hPa), precipitação acumulada diária (mm) e intensidade da precipitação (mm/h).



O clima da região segundo a classificação de Köppen e Geiger é do tipo Aw, tropical chuvoso, quente e úmido, com uma estação seca mais prolongada e uma estação úmida de quatro meses, entre dezembro e março. A temperatura média é de 25.0 °C e pluviosidade média anual de 1869 mm.

O delineamento foi em blocos casualizados com quatro tratamentos 0, 10, 20, e 30 m³. O pH do solo bem como a condutividade elétrica foram determinados na área total antes da instalação dos experimentos. Para tanto, foram abertas trincheiras para as coletas de amostras de solo em quatro profundidades: 0,0–0,10; 0,10–0,20 e 0,20–0,30 m. As amostras foram utilizadas para determinar a condutividade elétrica. Para a determinação dos atributos físicos e químicos a metodologia seguida foi a preconizada pela Embrapa (1997).

As análises do cloreto e do sulfato são provenientes de um trabalho anterior de cultivo da forrageira Tifton 85 fertilizada por dois anos com o DLS que aplicado manualmente com regadores, nas doses (de 0, 10, 20, e 30 m³ ha). As amostras de água foram armazenadas em garrafas descartáveis plásticas de 200 ml e acondicionadas em caixa de isopor com gelo para análise química.

As coletas das amostras de água ocorreram nos meses de fevereiro (02/02/14 e 19/02/14); março (12 e 31/03); abril (16/04); maio (23/05); setembro (26/09); outubro (17 e 31/10); novembro (14 e 28/11); dezembro (19/12) e janeiro (05 e 20/01), totalizando 14 coletas. A avaliação do pH do solo foi realizada de acordo com a metodologia da Empresa Brasileira de análises do solo (DONAGEMA, 2011) em consonância com o método de cromatografia iônica para análises ambientais de cloreto, sulfato e condutividade elétrica.

3. Resultados

As análises de pH, C.E e os íons Cl⁻ e SO₄²⁺ na água lixiviada proveniente da fertilização com DLS em solos cultivados com Tifton 85, demonstrou significância, porém não em todas as datas de coletas (Tabela 1).



Tabela 1. Íons lixiviados em água proveniente da adubação com DLS em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Coletas	Datas	pH	C.E	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
μS cm ⁻¹					
1 ^a	02/02/2014	3,52 ^{na}	26,82 ^{na}	sd	6,63 ^{na}
2 ^a	19/02/2014	2,94 ^{na}	35,83 ^{na}	sd	sd
3 ^a	12/03/2014	3,63 ^{ns}	24,37 ^{na}	27,85 ^{na}	4,97 ^{ns}
4 ^a	31/03/2014	3,43 ^{ns}	24,89 ^{na}	38,83 ^{na}	2,79 ^{na}
5 ^a	16/04/2014	sd	35,25 ^{na}	37,76*	3,59 ^{na}
6 ^a	23/05/2014	sd	sd	20,05 ^{na}	sd
7 ^a	26/09/2014	3,26*	37,42 ^{na}	34,8*	1,05**
8 ^a	17/10/2014	sd	sd	sd	2,22 ^{na}
9 ^a	31/10/2014	sd	sd	45,6 ^{ns}	2,79 ^{ns}
10 ^a	14/11/2014	sd	sd	sd	sd
11 ^a	28/11/2014	5,83 ^{ns}	8,1	5,61 ^{ns}	4,45 ^{ns}
12 ^a	19/12/2014	2,70 ^{ns}	39,59 ^{na}	42,88 ^{ns}	1,18 ^{ns}
13 ^a	05/01/2015	4,75 ^{ns}	11,46 ^{na}	12,61 ^{ns}	3,96 ^{ns}
14 ^a	20/01/2015	sd	8,68 ^{na}	10,40*	5,42 ^{na}

*significativo a 5% e a ** 1% de probabilidade pelo teste F, ns= não significativo, na=não analisados, sd= sem dados.

Esses resultados são corroborados por Maggi et al. (2011) e Smanhotto (2010), que encontraram resultados semelhantes nos quais o pH não altera em função dos tratamentos com água residuária de suinocultura (ARS).

Em todas as datas de coletas o pH da ARS esteve entre 2,70 e 5,83. Parron et al. (1999) citam que em águas naturais o pH ocorre entre 4 e 9, sendo que na maioria é ligeiramente básica devido à presença de bicarbonatos e carbonatos, porém, a portaria nº 2.914/2011 do Ministério



da Saúde, recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (FUNASA, 2013), sendo que para irrigação Ayers & Westcot (1991), recomendam que o valor do pH se encontre entre 6,5 a 8,4.

O pH da ARS considerando as datas de coletas aumentou de 2,71 para 3,80 sendo esse último valor proporcionado pelo tratamento com 80 m³ ha de DLS (Figura 1), porém, ainda assim, é classificado como fortemente ácido, indicando que há mais íons de H⁺ que íons OH⁻. O pH da água é um dos principais indicadores da a qualidade química da água avaliada nas atividades agrícolas ou de qualquer atividade, deste modo, o pH indica a qualidade da água para várias finalidades. Contudo, no presente estudo a água foi avaliada como água residuária de infiltração (ALMEIDA, 2010), oriunda de atividades antrópicas, apontando para possível risco potencial do uso da água, para sua utilização de maneira mais racional e eficiente.

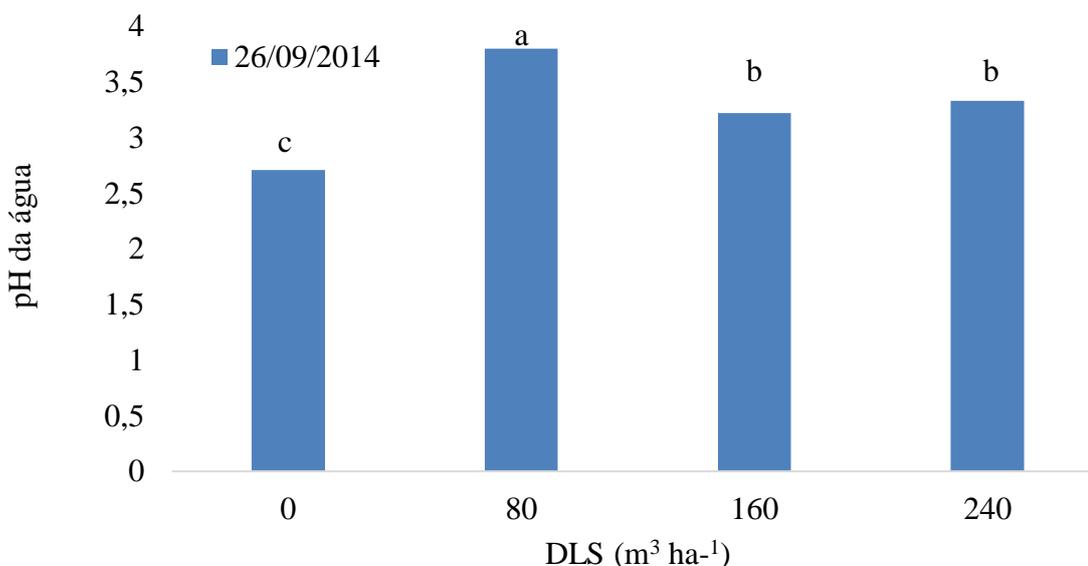


Figura 1. pH no lixiviado em função da adubação com DLS em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

A C.E variou entre 8,68 e 37,42 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que de 0 a 250 ms cm^{-1} a 25°C, para a irrigação é considerado de baixa salinidade. A condutividade elétrica (CE) da água é a medida de sua capacidade em conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados no meio líquido. Este parâmetro não discrimina íons, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (TUNDISI & TUNDISI, 2008), em ambientes dulcícolas varia entre 10 e 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, mas em condições de poluição costuma exceder 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sobretudo quando ocorrem grandes influxos de águas pluviais lixiviantes (VON SPERLING, 1996).

Os teores de Cl^- foram registrados entre 5,81 e 42,88 mg L^{-1} , considerando todas as datas de coletas. Nas datas que foram significativas para o teor desse nutriente, os maiores teores foram observados nas doses 80; 0 e 240 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, para as datas que compreenderam os meses de abril e setembro de 2014 e janeiro de 2015, respectivamente (Figura 2).

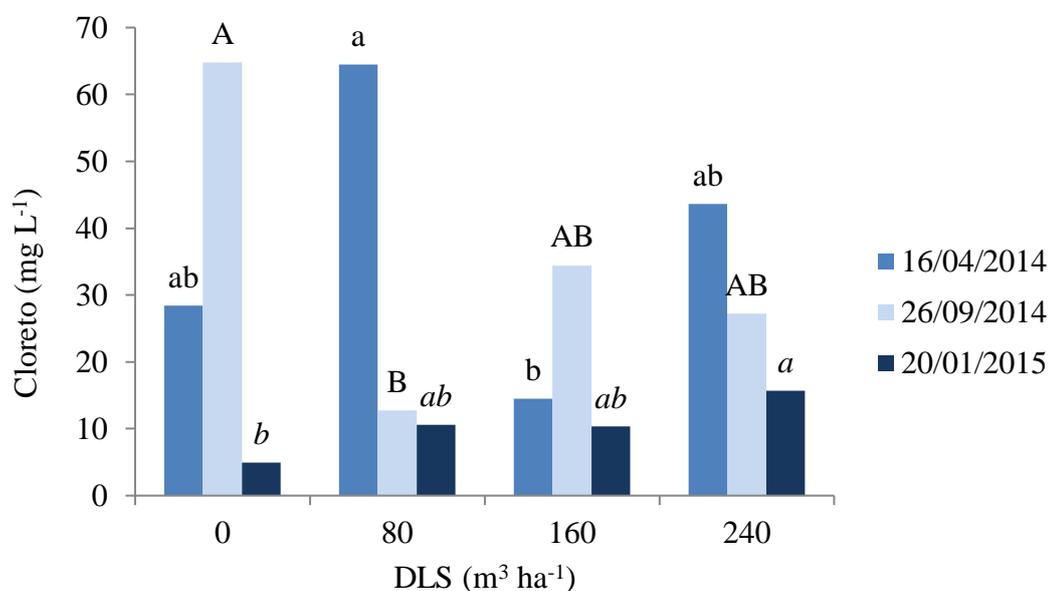




Figura 2. Cloreto lixiviado em função da adubação com DLS em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Os teores de Cl^- na ARS foram inferiores aos de Miranda (2009), em água de escoamento em um Latossolo Vermelho Amarelo sob o cultivo de plantio direto (65 mg L^{-1}) e foram próximos aos teores encontrados por Andrade et al. (2009) em estudo desse íon lixiviado no lençol freático sob cultivo irrigado. Os teores desse íon nesse estudo estão muito abaixo do estabelecido por lei que é no máximo de 250 mg L^{-1} para água potável, conforme o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Contudo, os teores de Cl^- são também inferiores aos observados por Beck et al. (2010), que está na faixa entre 154 e 398 mg L^{-1} , esses autores obtiveram esses valores ao monitorar lixiviados de resíduos sólidos urbanos coletados por seis meses. Nesse contexto uma das finalidades na obtenção do teor de cloretos nas águas é conhecer seu grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais das águas e por essa razão sua concentração deve ser conhecida e controlada.

Os teores de SO_4^{2-} no lixiviado, foram de $1,05$ e $6,63 \text{ mg L}^{-1}$, estando abaixo dos valores preconizados pela resolução do CONAMA (Brasil, 2005) e Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que é de 250 mg L^{-1} . Esses valores são inferiores ao encontrado por Arruda et al. (2012) em poços sob influência de efluentes domésticos, esses autores verificaram teores desse ânion de 9 mg L^{-1} . A dinâmica do S no solo foi expressa pela menor lixiviação para esse ânion que para o PO_4^{3-} , podendo aquele ter formado par iônico com o Ca^{2+} e Mg^{2++} , contudo, o teor de SO_4^{2-} na ARS de $1,55 \text{ mg L}^{-1}$ foi proporcionado pela dose de $240 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Figura 3).

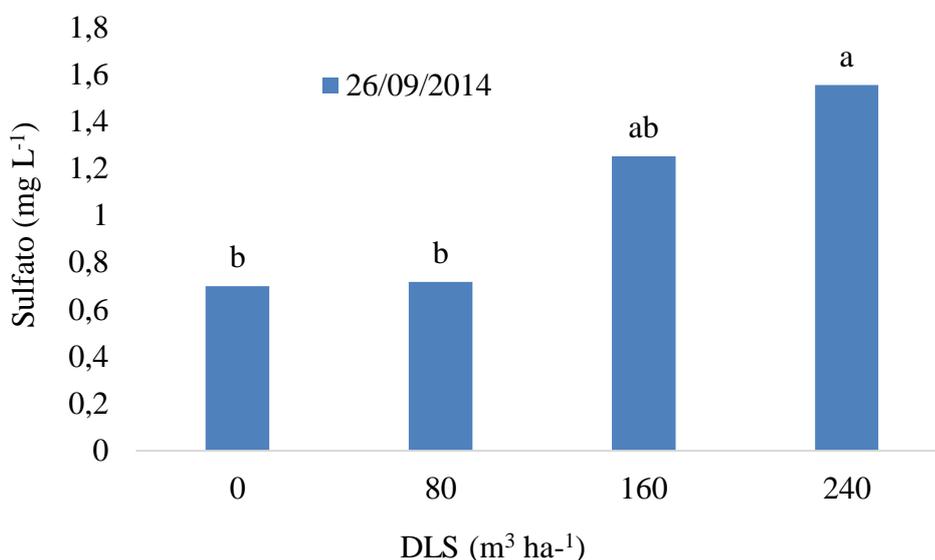


Figura 3. Sulfato lixiviado em função da adubação com DLS em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Pela dinâmica dos íons no solo, os valores expressos de transferência de nutrientes para o sistema água considerando os maiores teores em todas as datas de coletas para cada elemento foram de 13,26 mg L⁻¹ para o sulfato e 91,20 mg L⁻¹ para o cloreto.

4. Conclusões

- ✓ A aplicação de ARS influenciou o pH da água em apenas uma data de coleta com valor de 3,8; proporcionado pela dose de 80 m³ ha⁻¹ de DLS.
- ✓ Em todas as datas de coletas a C.E da água não foi afetada pelas doses de DLS e não ultrapassou 39,59 µS cm⁻¹, indicando a baixa salinidade da ARS.
- ✓ Os íons Cl⁻ e SO₄²⁻ foram influenciados pelos tratamentos com DLS sendo os maiores teores na maior dose de DLS de 240 m³ ha⁻¹.



5. Referências bibliográficas

ALMEIDA, O. A. Qualidade da irrigação. Otávio Álvares de Almeida, CNPMF. Cruz das Almas, **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010. 234p.

ANDRADE EM, Aquino DN, Crisostomo LA, Rodrigues JO & Lopes FB (2009) Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. *Revista Ciência Rural*, 39:88-95.

ARRUDA, C.A.O. et al. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um latossolo vermelho sob semeadura direta. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(4), 804-809, 2010.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1991. 153p.

BECK, C.G.; ARAÚJO, A.G.; CÂNDIDO, G.A. (2009) Problemática dos resíduos sólidos urbanos do município de João Pessoa: aplicação do modelo P-E-R. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 8, n. 3.

PARRON, Lucília Maria. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água [recurso eletrônico] / Lucília Maria Parron; Daphne Heloisa de Freitas Muniz; Cláudia Mara Pereira. – Dados eletrônico. – Colombo: **Embrapa Florestas**, 2011.

BRASIL. Resolução **CONAMA 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p.

EMBRAPA SOLOS. Valores e critérios estabelecidos dos parâmetros relacionados ao solo e à qualidade e custo de captação da água para irrigação utilizados no SiBCTI / Silvio Roberto de Lucena Tavares ... [et al.]. – Rio de Janeiro : **Embrapa Solos**, 2021.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

FUNASA, 2013 Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde** – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. 150 p.

IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry, <https://iupac.org/>, 2023.

MAGGI, F.C. et al. 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.

MIRANDA, C. R. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **III Simpósio Nacional de água na agricultura**. Universidade de Passo Fundo, 2009.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Mapa de solos do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2001.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P.; SAMPAIO, S. S.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, P. Co-bre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.347-357, 2010.

TUNDISI, J.G., & MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: **Oficina de Textos**, 632, 2008.

VON SPERLING, 1996). VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização**, v. 03. Minas Gerais: ABES, 1996.