

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

HIGON PEREIRA COSTA

**USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM PASTAGENS:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E TRANSLOCAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO**

**Uberlândia – MG
Novembro – 2017**

HIGON PEREIRA COSTA

**USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM PASTAGENS:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E TRANSLOCAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Prof. Dra. Regina Maria Quintão

**Uberlândia – MG
Novembro – 2017**

HIGON PEREIRA COSTA

**USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM PASTAGENS:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E TRANSLOCAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 14/12/2017

Banca Examinadora

Prof. Dra. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

MSc. Rafaella Ferreira Batista Bernardes

MSc. Luara Cristina de Lima

RESUMO

COSTA, Higon Pereira. **Uso de água residuária de suinocultura em pastagens: atributos químicos e translocação de nutrientes no solo**. 2017. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.

Orientadora: Prof. Dra. Regina Maria Quintão Lana

A atividade pecuária no Brasil, é uma das mais importantes, sendo que o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo. E com a crescente demanda por pastagens mais produtivas e rentáveis e para tornar essa prática ainda mais sustentável e economicamente viável, propõe-se a aplicação de água residuária de suinocultura (ARS), que pode ser utilizado visando o reuso nutricional dos dejetos utilizados na criação de suínos, se apresentando como fontes de nutrientes pelas plantas, principalmente de N, P e K. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de ARS nos atributos químicos do solo, cultivado com *Urochloa brizantha* solteiro nas profundidades de 0 -20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm. O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia-MG. O campo experimental consiste de parcelas de *Urochloa brizantha* solteira. O delineamento estatístico utilizado é de blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas são de 4 metros de comprimento por 4 metros de largura, com uma área de 16 m². Os tratamentos são 5 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 0, 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, sendo as aplicações parceladas em três aplicações, nos meses de junho, julho e agosto de 2015. A água residuária de suinocultura reduz os valores de P, Ca, Mg e Fe no primeiro ano de aplicação em *Urochloa brizantha*. Para os demais atributos avaliados, há diferença nos teores apenas em função das profundidades. A aplicação de ARS reduz o valor de pH a medida que aumenta as doses em *Urochloa brizantha*.

Palavras-chave: ARS; dejetos de suíno; nutrientes, *Urochloa*

ABSTRACT

COSTA, Higon Pereira. **Use of swine wastewater in pastures: chemical attributes and soil nutrient translocation**. 2017. Graduation assignment - Federal University of Uberlândia, Uberlândia - MG.

Advisor: Prof. Dr. Regina Maria Quintão Lana

Livestock activity in Brazil is one of the most important, with Brazil being the largest exporter of beef in the world. And with the increasing demand for more productive and profitable pastures and to make this practice even more sustainable and economically viable, it is proposed the application of swine wastewater (SWW), which can be used for the nutritional reuse of the waste used in the breeding. The objective of this work was to evaluate the effect of SWW on the chemical attributes of the soil, cultivated with *Urochloa brizantha* in the depths of 0-20 cm, 20 -40 cm, 40-60 cm. The work was carried out at Fazenda Bonsucesso, located in the municipality of Uberlândia-MG. The experimental field consists of *Urochloa brizantha* plots. The statistical design used was of randomized blocks with 4 replicates. The plots are 4 meters long by 4 meters wide; with an area of 16 m². The treatments were five doses of swine wastewater (SWW): 0, 200, 400, 600 and 800 m³ ha⁻¹ year⁻¹, and the applications were divided into three applications in June, July and August of 2015. Pig wastewater reduces the values of P, Ca, Mg and Fe in the first year of application in *Urochloa brizantha*. For the other evaluated attributes, there is difference in the contents only as a function of the depths. The application of ARS reduces the pH value as the doses increase in *Urochloa brizantha*.

Keywords: nutrientes, pig waste, SWW, *Urochloa*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Enxofre (S).....	15
4.2 Fósforo (P)	15
4.3 Cálcio (Ca)	17
4.4 Cobre (Cu)	18
4.5 Alumínio (Al) e Saturação por alumínio (m%).....	19
4.6 Magnésio (Mg) e relação magnésio CTC (Mg/T).....	20
4.7 Ferro (Fe).....	21
4.8 pH em H ₂ O.....	22
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos, com cerca de 209 milhões de cabeças (IBGE, 2010), sendo o maior exportador de carne bovina (UNITED STATES, 2011), em que 88% da carne produzida no país tem origem nos rebanhos mantidos exclusivamente em pastos (ESTANISLAU E CANÇADO JR., 2000).

Apesar de as estatísticas mostrarem bons indicadores, esses números estão muito aquém do potencial produtivo brasileiro, já que a pecuária de corte no país é caracterizada pela exploração extensiva de pastagens, com baixo nível de tecnificação, resultando em baixos índices zootécnicos e de qualidade se comparados aos de outros países grandes exportadores de carne (GARDNER, 1986), o que leva a uma constante busca por melhores técnicas de condução da mesma.

No Brasil, utiliza-se uma grande variedade de cultivares de forrageiras tropicais, normalmente oriundas da África e que se adaptam bem ao solo e clima existentes, como é o caso das espécies do gênero *Urochloa*.

Porém um fato que muitos desconsideram é que pastagens são culturas perenes, ou seja, uma vez implantada devem persistir por muitos anos. Entretanto, para que isso ocorra é necessário manejá-las e adubá-las adequadamente, garantindo sua persistência e evitando a degradação. As pastagens podem extrair mais nutrientes do solo do que a maioria das plantas cultivadas, dependendo do grau de intensificação (EMBRAPA, 2007).

Uma das alternativas que vêm sendo estudadas há algum tempo, é a aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) que contribui para uma melhora da fertilidade do solo, reduzindo a utilização de fertilizantes minerais, contribuindo com a conservação dos recursos naturais e tornando as atividades mais rentáveis ao produtor.

O resíduo da suinocultura pode melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura como fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e à produção das plantas (SCHERER et al., 2007), pois possuem macro e micronutrientes e matéria orgânica.

O dejetos de suínos pode ser utilizado de diferentes formas, sendo o manejo mais comum, na forma de água residuária (efluente líquido tratado advindo das instalações) conforme o conceito da Resolução 54, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2005).

A aplicação de água residuária de suinocultura como fonte de nutrientes para plantas cultivadas tem apresentando bons resultados (ASSMANN et al., 2007; BARNABÉ et al.,

2007; MEDEIROS et al., 2007; GIACOMINI & AITA, 2008). Maggi et al. (2013) detectaram que os teores de K, P e N no solo aumentaram de acordo com o aumento das taxas de água residuária de suinocultura. Porém é necessário estipular doses ideais para a melhoria da qualidade do solo sem possíveis contaminações.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de ARS nos atributos químicos do solo, cultivado com *Urochloa brizantha* solteiro nas profundidades de 0 -20, 20-40 e 40-60 cm.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, faz-se necessário compreender as diversas interações que os sistemas produtivos agropecuários possuem correlacionadas não somente com as características específicas de geração dos produtos finais (carne, grãos, madeira, etc.), mas com a sustentabilidade ambiental (manutenção da qualidade de solos, corpos d'água, vegetação nativa, etc.) e social das atividades, visto que os impactos da má gestão dos recursos utilizados podem comprometer todo o sistema.

A suinocultura brasileira tem se desenvolvido com alto nível tecnológico, porém o sistema intensivo de produção tem utilizado grandes volumes de água, na qual grande parte é destinada a gestão do manejo de dejetos das propriedades, o que despertou a necessidade de que a água residuária gerada seja reciclada em projetos agropecuários. Entre as atividades que tem sido constantemente estudada, avaliando o possível uso da água residuária, a forragicultura e a silvicultura têm destaque, uma vez que o seu consumo não é realizado diretamente pelo homem, e por demandarem de grandes volumes de água.

No caso da forragicultura, a presença do nitrogênio (N) é intrínseca na manutenção da produção forrageira, pois é essencial na formação de proteínas, cloroplastos entre outros compostos que estão presentes nos processos de síntese de compostos orgânicos que constituem a estrutura vegetal, e devido a isso tem um papel muito importante no desenvolvimento de características ligadas ao porte dos vegetais, como o tamanho de folhas, colmos, e formação e desenvolvimento dos perfilhos (WERNER, 1986 apud COSTA, 2006).

Em grande parte dos testes realizados recentemente, o nitrogênio tem se mostrado responsável por um incremento imediato e bem visível na produção das espécies forrageiras, já que o suprimento de N oriundo da matéria orgânica não consegue atender de maneira adequada às exigências das forrageiras (KLUTHCOUSKI & AIDAR, 2003 apud COSTA, 2006).

Todavia, o uso de fertilizantes na região do cerrado enfrenta uma série de desafios no que se refere à disponibilidade desses insumos, da dependência de fatores relacionados ao transporte, como o preço do frete e a infraestrutura de rodovias, e, sobretudo a persistência atual no uso de sistemas de extrativismo vigentes, ocasionados muitas vezes pela falta de conhecimento sobre o manejo desse nutriente, como doses, fontes, formas e épocas de parcelamento e aplicação e todo esse cenário culmina no uso de maneira ineficiente, com enormes perdas de N ao ambiente (MARTHA JUNIOR et al., 2004 apud COSTA, 2006).

A disponibilidade hídrica superficial e subterrânea (reserva explorável) no país é de $91.300 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e $11.430 \text{ m}^3/\text{s}$, sucessivamente. A demanda consuntiva estimada para o Brasil no ano 2010 foi de $2.373 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. O setor da irrigação é o responsável pela maior parcela de retirada (54% da demanda total ou $1.270 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), seguido das vazões usada para fins de abastecimento humano urbano, industrial, animal e humano rural (ANA, 2013).

O aumento projetado da demanda de água pela pecuária mundial para o ano de 2025 é de 71%, e grande parte deste ocorrerá nos países em desenvolvimento (BRUINSMA, 2003; DELGADO et al., 1999; ROSEGRANT et al., 2002).

Há a necessidade de dar uma destinação adequada os dejetos suínos, ou seja, investir em formas de tratamento, armazenamento, transporte e disposição para que o composto não contamine o meio ambiente, ou tenha um reuso sustentável. Para isso o produtor deve ter acesso ao conhecimento tecnológico e incluir em seu sistema de manejo o sistema o qual atenda a sua demanda de tratamento, preferencialmente com um custo acessível, para não impactar negativamente a planilha de custos de produção.

Uma alternativa viável de reaproveitamento é a disposição no solo como fonte de nutrientes para plantações, reduzindo a dependência de fontes minerais para adubação. A incorporação de dejetos suínos no solo melhora as propriedades físicas químicas e biológicas consequentemente aumenta a produção agrícola (OLIVEIRA, 1993; COOKE ET AL., 2001; FACTOR ET AL., 2008).

A inclusão de parâmetros para aplicação de águas residuárias de suinocultura são fundamentais, pois há indicativos que seu uso possa gerar desbalanceamento de nutrientes no solo, percolação de nutrientes para os lençóis freáticos, incremento de metais pesados, redução na infiltração, entre outras problemáticas. Alguns pesquisadores (PERDOMO, OLIVEIRA e KUNZ, 2003, OLIVEIRA, 1993; SELBACH & SÁ, 2004), indicaram que quando o esterco líquido é aplicado em grades quantidades ou com alto grau de diluição ocorre a percolação ou lixiviação dos nutrientes para camadas inferiores do solo, podendo haver sobrecarga na capacidade do solo, e poluição dos lençóis subterrâneos.

A necessidade de monitoramento da aplicação em função de diversas possibilidades de ajustes de doses e épocas de aplicação. E podem ser impostas desde o nutriente nitrogênio, um dos exigidos em maiores quantidades pela maioria das culturas agrícolas, ao cobre e zinco, micronutrientes, exigidos em pequenas quantidades.

Fischer et al., (1983) citaram a contribuição de 3.706 mg L^{-1} de nitrogênio total (TKN) e de 2.238 mg L^{-1} de amônia (NH_3) com dejetos de suínos sem nenhuma adição suplementar de N. O nitrogênio, em suas diversas formas, tem sido considerado um dos principais

poluentes em águas subterrâneas e superficiais. O nitrato e amônio são encontrados naturalmente como produto da mineralização de compostos orgânicos ou também via aplicação de fertilizantes nitrogenados, sua regulamentação deve ser considerada sendo este fonte de aproveitamento de fontes orgânicas, e aplicação de fertilizantes minerais convencionais, pois os excessos desses elementos podem causar danos à saúde humana (MUCHIVEJ & RECHCIGL, 1994).

Em dejetos de suínos, o conteúdo de fósforo pode variar, de acordo com o estágio de desenvolvimento corporal dos suínos, entre 0,05 e 0,25 kg dia⁻¹ t⁻¹ (MERKEL, 1981; MOFFITT, 1999). Berwanger (2006) e Caovilla et al., (2010) constataram que com aumento proporcional das doses de água residuária de suinocultura aumentou o índice de fósforo na superfície do solo. Isso se deve a capacidade do elemento interagir com a porção mineral, justificando a diminuição dos níveis de fósforo nas camadas mais subterrâneas (BERWANGER, 2006; LOPES, 1989).

O teor de potássio pode variar entre 0,10 e 0,35 kg dia⁻¹ t⁻¹, e a relação carbono: nitrogênio, entre 6 e 8, de acordo com o estágio de desenvolvimento corporal (MOFFITT, 1999). O comportamento do potássio é semelhante ao do fósforo, porém melhor distribuído nas camadas do solo, devido à maior mobilidade, a sua baixa reatividade e também a sua forma bastante livre no dejetos (ALCARDE et al., 2000). Outro fator que pode contribuir com a maior mobilidade do potássio no solo é a baixa relação de cátions, que deve ser evitada com a manutenção de cálcio no solo, evitando assim perdas de potássio por lixiviação.

Com relação à possibilidade de contaminação do solo e da água devido à alta concentração de metais pesados, como Zn e Cu, que os dejetos líquidos de suínos possuem (HSU & LO, 2000; GRÄBER et al., 2005; MATTIAS, 2006). Sendo necessário o monitoramento da qualidade e quantidade de ARS a ser aplicada para que não contamine o meio ambiente. Os dejetos de suínos apresentam altas concentrações de nutrientes, embora sejam encontrados naturalmente no solo e essenciais ao crescimento das plantas, podem ser tóxicos quando em elevadas concentrações. De acordo com Matos (2004), a dose de aplicação do resíduo pode ser determinada com base na concentração do nutriente presente em maior concentração que, normalmente, é o nitrogênio.

Em um estudo de Basso et al., (2002) avaliando 4 anos, com 28 aplicações de esterco líquido de suínos em pastagem natural, houve acúmulo de Zn, Cu, Cr, Ni, Mn e Cd nas camadas de solo de 0 a 10 cm de profundidade, porém estes acúmulos ficaram abaixo das médias permitidas pela USEPA (United State Environmental Protection Agency) para solos contaminados de acordo com o citado por Sannigs e Stietzel (1993). Cunha (2009) observou

acúmulos de Zn (35 a 296%) e de Cu (42 a 85%) em solo com aplicação de ELS(esterco líquido suíno), porém este mesmo autor observou que não houve percolação desses elementos entre as camadas monitoradas.

O sódio e outras formas de salinidade são os mais persistentes na água de reuso e são os mais difíceis de remover. A salinidade da água de reuso pode impactar tanto no próprio solo, quanto influenciar o crescimento das culturas irrigadas. A salinidade na forma do sódio pode afetar diretamente as propriedades do solo com os fenômenos do inchamento e da dispersão (HALLIWELL et al., 2001).

O excesso de sódio em relação ao cálcio e magnésio diminui a permeabilidade do solo, provocando uma redução nas taxas de infiltração de água e, em consequência, a absorção de água pelas plantas. O efeito potencial do sódio para solos pode ser avaliado pela relação de adsorção de sódio (RAS), onde as concentrações dos íons são expressas em $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Segundo Freitas et al., (2006), a contaminação também se relaciona com a granulométrica do solo, pois o tamanho da partícula exerce influencia na capacidade de suporte do solo.

Por outro lado segundo Mosaddeghi et al., (2009), é a possibilidade da adubação orgânica reduzir a vulnerabilidade do solo à erosão e à compactação, diminuir a densidade e a resistência do solo à penetração e elevar a capacidade de retenção de água. Edmeades (2003), em uma revisão sobre ensaios de adubação orgânica com longa duração (20-120 anos), concluiu que os adubos orgânicos elevam o conteúdo de carbono orgânico e a atividade microbiana, o que pode levar a melhoria nas propriedades físicas do solo.

A aplicação de águas residuárias no solo utilizando sistemas de irrigação é uma forma segura e econômica, quando esses sistemas são dimensionados e operados corretamente (BOHLEY, 1990). Segundo Scaloppi e Baptistella (1986) a seleção de culturas para as áreas destinadas à aplicação de águas residuárias baseia-se no potencial produtivo, na quantidade de nutrientes e elementos químicos a serem absorvidas, e na adaptabilidade às condições impostas no processo.

Sendo assim, idealizou-se um estudo que pretende comparar a utilização de água residuária de suinocultura em um sistema silvipastoril e algumas de suas inter-relações.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia-MG, na rodovia Campo Florido Km 2, altitude média de 820 metros, em relação ao nível do mar.

De acordo com o sistema de classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como sendo do tipo tropical típico, com média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, apresentando moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão (ROLIM *et al.*, 2007). O sistema foi conduzido, sob uma área de cerrado, já estabelecida com pastagem de *Urochloa brizantha*, em Latossolo Vermelho distrófico.

A implantação do sistema iniciou-se no mês de março de 2014, com a escolha e delimitação da área, com a construção de uma cerca de arame liso de 350 m de comprimento.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para caracterização química (Tabelas 1 e 2) e física (Tabela 2) da área, nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 cm (Embrapa, 2009). De posse dos resultados foi detectada a não necessidade da correção da acidez do solo, conforme tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2017

Prof.	pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al ³⁺	SB	T	V	m	M.O.
cm		-- mg dm ⁻³ --		-----		cmol _c dm ⁻³ -----				--- % ---		dag kg ⁻¹
00-20	5,7	9,6	29	0,0	0,9	0,5	1,8	1,47	3,27	45	0	1,7
20-40	5,7	3,3	15	0,0	0,7	0,2	1,8	0,94	2,74	34	0	0,7
40-60	5,4	1,3	13	0,3	0,5	0,2	1,6	0,73	2,33	31	29	0,8

Prof = profundidade; P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009). M.O. = Método Colorimétrico.

Tabela 2. Teores de micronutrientes e argila no solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2017

Prof.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila
----- mg dm ⁻³ -----						-- dag kg ⁻¹ --
00-20	0,11	0,8	36	3,6	1,2	11,4
20-40	0,07	0,8	23	1,8	0,5	15,2
40-60	0,07	0,6	16	1,4	0,1	15,7

B = (BaCl₂.2H₂O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,01 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7.3). Argila: Método da pipeta (EMBRAPA, 2009).

A adubação de plantio e cobertura para o eucalipto foi realizada de acordo com a análise de solo e necessidade da planta, segundo (CFSEMG, 1999).

O campo experimental consistia de parcelas de *Urochloa brizantha* solteira. O delineamento estatístico utilizado é de blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas são de 4 metros de comprimento por 4 metros de largura, com uma área de 16 m². Os tratamentos são 5 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 0, 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, sendo as aplicações parceladas em três aplicações, nos meses de junho, julho e agosto de 2015.

A água residuária de suinocultura (ARS) era proveniente da suinocultura da fazenda Bonsucesso, com 6.000 animais na fase de engorda, apresentando um volume médio de 110 m³ de ARS por dia. A mesma foi utilizada na área sem fundamentação da pesquisa, podendo estar sendo aplicada em quantidades excessivas, com altas doses de resíduos. A sua caracterização química se encontra na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS) de uma granja de terminação, Uberlândia-MG, 2017.

	Densidade	M.O.	C.O.	N	C/N	P	K	Ca	Mg
	g L ⁻¹	-----mg L ⁻¹ -----							
ARS	1	6500	3600	3500	10300	700	3600	5400	500
	pH	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
	-----mg L ⁻¹ -----								
ARS	7	200	0,05	5	11	14	5		

M.O. = Matéria Orgânica/ C.O. = Carbono Orgânico / C/N = Relação carbono.

A ARS foi coletada para a caracterização da sua composição química, todas as vezes que foi realizada a aplicação da mesma.

Todas as análises químicas, físicas e foliares foram realizadas pelos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia.

Em cada ponto da parcela, foram coletadas, com a utilização de um trado tipo holandês, cinco subamostras de material de solo para compor uma amostra composta representativa do ponto de amostragem. As amostragens foram feitas nas profundidades de 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm. Foram determinados nas amostras de solo: pH em H₂O, alumínio (Al³⁺), fósforo, (potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), enxofre (S), cobre (Cu) e zinco (Zn), matéria orgânica, saturação por bases (V %) e saturação por alumínio (m), conforme metodologia proposta por Embrapa (2009). Foi calculada a relação, Mg/CTC. As avaliações Foram realizadas nos meses de maio e novembro de cada ano.

Previamente foram realizados os testes de aditividade, normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Como não houve nenhuma restrição às pressuposições da análise da variância, foi realizada análise de variância.

As análises, incluindo o estudo de regressão foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR ® (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Enxofre (S)

Os teores de enxofre (S) no solo variaram em função somente das profundidades, não ocorrendo interferência das doses de ARS (Tabela 3). Observa-se que o teor de S no solo foi maior na profundidade de 40 – 60 cm, com $16,95 \text{ mg dm}^{-3}$. Já na profundidade 0 – 20 e 20 – 40 cm, o teor foi de $12,70 \text{ mg dm}^{-3}$ e $13,30 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo inferiores ao primeiro. Essa diferença no teor de S na camada superficial do solo ocorreu devido a características inerentes ao solo, principalmente ao teor de MO do mesmo.

Tabela 4. Teores de S nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	14,75	13,25	12,25	12,25	11,00	12,70B
20 - 40	16,00	13,50	12,75	12,5	11,75	13,30B
40 - 60	17,75	17,25	22,5	14,00	13,25	16,95A
CV(%)	9,32	15,28	36,50	7,33	9,55	
Pc > Fc	0,64	0,38	0,00	0,84	0,78	

No solo, o S é encontrado predominantemente na forma orgânica. Assim, a capacidade do solo em suprir a demanda da planta pelo nutriente está estreitamente relacionada ao teor de MO e sua mineralização, que, gradualmente, disponibilizará o S na forma de sulfato para a solução do solo, o qual poderá ser absorvido pelas plantas. A energia de ligação do sulfato ao solo é fraca quando comparada, por exemplo, à do íon fosfato (TIECHER et al., 2007). Esse processo potencializa sua percolação no perfil do solo, especialmente em solos de textura arenosa (OSÓRIO FILHO et al., 2007).

4.2 Fósforo (P)

Houve um comportamento irregular no teor de P com a aplicação de ARS. A concentração desse nutriente foi crescente conforme as doses aumentavam, mas ao chegar à dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, o valor decresceu, mas voltou a aumentar na dose subsequente (Tabela 4). Com relação a profundidade, o maior valor foi aquela da camada mais superficial analisada. Vários estudos já evidenciaram o aumento de P no solo devido a aplicação de ARS.

Prior (2015), verificou aumento na concentração de fósforo no solo em função do aumento da aplicação de taxas de ARS. O mesmo comportamento foi observado por Queiroz et al. (2004), ao notarem aumento no teor de P disponível em relação à condição inicial, com a aplicação de ARS.

Tabela 5. Teores de P (mg dm^{-3}) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	3,80	4,05	8,10	1,73	6,40	4,78A
20 - 40	1	2,5	2,88	1,565	3,05	2,23B
40 - 60	0,68	0,75	3,58	1,065	0,63	1,33B
Média	1,83	2,43	4,85	1,45	3,36	
CV(%)	93,97	67,85	58,42	23,72	86,23	
Pc > Fc	0,31	0,34	0,05	0,95	0,05	

O P é praticamente imóvel no solo e por conta disso sempre que possível ele deve ser aplicado no sulco de semeadura (RAIJ, 1997). Por ser de baixa mobilidade no solo, a amostragem do mesmo deve ser rigorosa, afim de representar bem os teores de P e não ocorrer de coletar pontos em que este nutriente não esteja em quantidades adequadas. Essa queda na dose de 400 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, pode ter ocorrido devido a características inerentes ao solo, que é arenoso, com baixa superfície específica e apresenta fixação de P.

O principal fator que reduz a disponibilidade do P aplicado no solo para as plantas é a sua fixação no solo pelo fenômeno da adsorção. Os níveis críticos no solo variam em conformidade com a capacidade tampão de fosfato do solo ou seu teor de argila. Isso é particularmente verdadeiro quando se usa extratores de P sensível a capacidade tampão de fosfato do solo, como o Mehlich-1 (ALVAREZ et al., 1999).

4.3 Cálcio

Para os teores de cálcio (Ca), não houve diferença entre as doses aplicadas deARS, havendo diferença apenas para as profundidades (Tabela 5). Sendo verificado um decréscimo no teor desse elemento com relação ao início do experimento, o que pode ser explicado pelo fato de se tratar de uma área na qual já se tinha pastagens, onde eram feitas calagens regularmente.

Tabela 6. Teores de Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	0,38	0,58	0,40	0,35	0,40	0,42A
20 - 40	0,35	0,375	0,4	0,28	0,35	0,35AB
40 - 60	0,25	0,275	0,33	0,28	0,28	0,28B
Média	0,33	0,41	0,38	0,30	0,34	
CV(%)	20,35	37,41	11,55	14,43	18,41	
Pc > Fc	0,48	0,03	0,73	0,73	0,51	

De acordo com Mendonça & Rowell (1994), pequenas variações dos teores de Ca no solo podem ocorrer em função da baixa concentração do elemento Ca na ARS ou pela maior retenção de Ca pela matéria orgânica. Segundo Ceretta et al., (2003), existe a possibilidade ainda de o Ca formar compostos minerais com fosfato. A disponibilidade de nutrientes no solo pode ser afetada por várias razões de natureza química, física e biológica. Vários mecanismos estão envolvidos, como as interações iônicas, que podem ser sinérgicas, quando um íon auxilia a absorção do outro, ou antagônicas, quando um íon prejudica a absorção do outro.

4.4 Cobre (Cu)

Para os teores de cobre, não houve diferença significativa entre as doses, apenas entre as profundidades avaliadas, sendo o maior valor, aquele da camada de 0-20 cm, 1,4 mg dm⁻³, porém, esse resultado não foi significativamente superior ao da camada subsequente (Tabela 7). O aumento do teor de Cu no solo em função do aumento das doses de ARS não foi significativo (Tabela 6).

Tabela 7. Teores de Cu (mg dm⁻³) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	1,20	1,20	1,58	1,30	1,70	1,40A
20 - 40	0,55	0,80	1,28	1,00	1,20	0,97AB
40 - 60	0,43	0,50	1,00	0,98	0,58	0,70B
Média	0,73	0,83	1,28	1,09	1,16	
CV(%)	57,39	42,14	22,41	16,57	48,66	
Pc > Fc	0,31	0,43	0,57	0,80	0,13	

O cobre é um elemento essencial para as plantas, pois participa do metabolismo de carboidratos, do nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila (MARSCHNER, 1995; FILHO, 2005). Porém, esse nutriente em quantidades elevadas, pode se tornar tóxico para as plantas. Entretanto, a maioria das plantas manifesta sintomas de toxidez como necrose e redução no crescimento do sistema radicular (SOARES et al., 2000), necrose das folhas, desfolhamento precoce e diminuição do crescimento aéreo da planta.

4.5 Alumínio (Al^{3+}) e Saturação por alumínio (m%)

Os teores de alumínio (Al) e saturação por alumínio (m%) do solo, não variaram em função das doses de ARS, apenas em função das profundidades (Tabela 7 e Tabela 8).

Tabela 8. Teores de Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	0,40	0,48	0,59	0,65	0,54	0,53A
20 - 40	0,59	0,55	0,61	0,69	0,66	0,62AB
40 - 60	0,75	0,71	0,69	0,78	0,71	0,73B
Média	0,58	0,58	0,63	0,70	0,64	
CV(%)	30,24	20,96	8,27	9,11	14,14	
Pc > Fc	0,03	0,15	0,70	0,58	0,34	

Uma das causas que geram acidez do solo são os teores de Al^{3+} presente na solução, que ao reagir com água, libera H^+ , contribuindo para a sua acidificação.

Observou-se que o teor de alumínio na área aumentou com relação ao início do experimento (Tabela 1), resultado esse que contraria com os obtidos por Dal Bosco et al., (2008) e Cabral et al., (2011), que verificaram que o teor de alumínio no solo diminui com aplicações de ARS. Uma possível explicação para essa discrepância, é alguma contaminação que pode ter ocorrido durante o armazenamento e transporte do resíduo até o campo.

Tabela 9. Valores de saturação por alumínio (m%) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	32,48	32,33	41,23	51,25	38,58	39,17A
20 - 40	52,58	48,88	43,70	59,00	51,35	51,10B
40 - 60	63,63	61,60	56,28	61,38	57,90	60,16B
Média	49,56	47,60	47,07	57,21	49,28	
CV(%)	31,87	30,84	17,15	9,26	19,95	
Pc > Fc	0,02	0,03	0,33	0,63	0,20	

A saturação por alumínio foi a menor na camada mais superficial do solo analisada, e as outras duas outras profundidades subsequentes tiveram resultados semelhantes entre si, porém maiores à primeira. Esse resultado já era esperado, visto que os valores de Al trocável tendem a aumentar com a profundidade segundo Soratto et al (2008), que encontrou resultados semelhantes ao analisar atributos químicos do solo em solos de plantio direto recém implantados com aplicação de ARS.

4.6 Magnésio (Mg) e relação Magnésio CTC (Mg/T)

Os maiores teores de magnésio foram encontrados nas profundidades de 0-20 e 0-40cm (Tabela 6) e a relação Mg/T foi maior para a profundidade de 0-20 cm, com 9,02%, não diferindo da profundidade de 20-40 cm, com 6,87% (Tabela 7). Esses valores estão próximos do que é recomendável para o solo, segundo Ribeiro et al., (1999).

Tabela 10. Teores de Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	0,30	0,30	0,28	0,20	0,30	0,28A
20 - 40	0,13	0,23	0,25	0,18	0,20	0,20AB
40 - 60	0,13	0,10	0,15	0,15	0,13	0,13B
Média	0,18	0,21	0,23	0,18	0,21	
CV(%)	55,11	48,50	29,40	14,29	42,14	
Pc > Fc	0,15	0,15	0,43	0,89	0,23	

No entanto, verifica-se que os teores de Mg no solo após as aplicações de ARS foram menores do que em relação ao início do experimento, resultado que corrobora com o encontrado por Queiroz et al. (2004) que, utilizando utilizando água residuária de suinocultura para quatro espécies de forrageira, verificaram que os teores de magnésio no solo foram influenciados pelo tempo de aplicação sendo estatisticamente maiores no início do experimento do que no final indicando que houve extração pelas plantas em quantidades maiores que as adicionadas pela ARS; do mesmo modo, Fonseca (2001) constatou que a disposição de efluente tratado no solo adubado promoveu decréscimo de magnésio, independente da água de irrigação utilizada (potável ou efluente tratado).

Tabela 11. Relação Mg/T nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	10,28	10,15	9,52	6,83	10,00	9,35
20 - 40	5,85	7,48	8,12	5,83	7,75	7,00
40 - 60	5,18	4,45	6,08	8,18	4,98	5,77
Média	7,10	7,36	7,91	6,94	7,58	
CV(%)	39,02	38,76	21,92	16,99	33,23	
Pc > Fc	0,17	0,16	0,49	0,85	0,23	

4.7 Ferro (Fe)

Os teores de ferro no solo se mantiveram estatisticamente iguais se comparado aos teores no início do experimento. Não houve variação entre as doses, apenas entre as profundidades sendo a camada mais superficial, aquela que apresentou o maior teor do elemento conforme dados da tabela 12.

Tabela 12. Teores de Fe (mg dm^{-3}) nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	38,25	32,75	37,50	20,75	39,25	33,70A
20 - 40	12,75	16,00	38,25	21,50	19,25	21,55AB
40 - 60	9,75	9,00	21,25	14,00	24,25	15,65B
Média	20,25	19,25	32,33	18,75	27,58	
CV(%)	77,34	63,40	29,71	22,03	37,73	
Pc > Fc	0,10	0,24	0,41	0,85	0,35	

Segundo CFSEMG (1999), teor do ferro (Fe) foi classificado como bom, médio e baixo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente.

A redução do teor de ferro no solo pode ser resultado da interação desse metal com o fósforo, que forma um complexo com o ferro, e o torna insolúvel (Hodson et al., 2001).

4.8 pH em H₂O

De acordo com a Figura 1 e Tabela 9, observa-se que houve uma diminuição no pH a medida em que se aumentava a dose de ARS, um dos fatores que podem contribuir para a redução do pH, são a lixiviação de bases como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , e a ligação do íon H^+ nos coloides do solo. Segundo Caovilla et al., (2010), altas quantidades de volume aplicado de ARS podem ser responsáveis pela lixiviação de nutrientes básicos, como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , sendo substituídos, no complexo de troca, por elementos acidificantes, como os hidrogênio, manganês e alumínio, promovendo grau elevado de acidez. A avaliação do pH em água do solo deve ser monitorado por mais tempo, a fim de que verifique a interferência da ARS no mesmo.

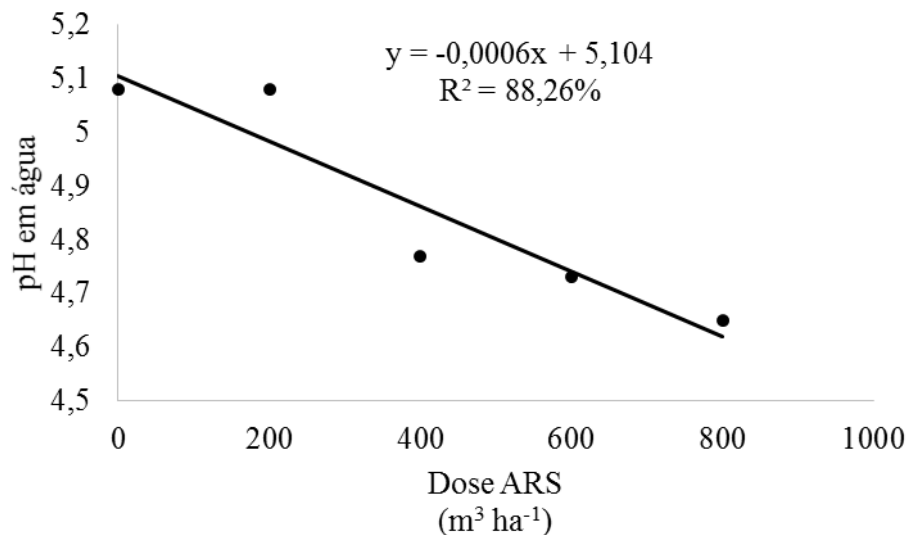


Figura 1. Valor de pH em relação às doses de ARS na pastagem de *Urochloa brizantha*, Uberlândia, MG, 2017.

Outro fator que pode explicar essa acidificação do solo é a nitrificação, processo de transformação de amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e depois em nitrato (NO_3^-), pois a primeira etapa do processo libera íons H^+ no meio, e já foi relatado por Aita & Giacomini (2007), como sendo um fator responsável pelo aumento da acidificação do solo em solos aplicados com dejetos.

Tabela 13. Valores de pH em H₂O nas diferentes profundidades e doses após a aplicação de ARS, Uberlândia-MG, 2017.

Prof. (cm)	Doses					Média
	0	200	400	600	800	
0 - 20	5,22	5,00	4,93	4,80	4,68	4,93A
20 - 40	5,07	5,15	4,83	4,68	4,55	4,86A
40 - 60	4,95	5,10	4,58	4,73	4,75	4,82A
Média	5,08	5,08	4,78	4,74	4,66	
CV(%)	2,66	1,50	3,72	1,27	2,18	
Pc > Fc	0,30	0,68	0,13	0,77	0,51	

Não houve diferença significativa para as profundidades, sendo o valor estatisticamente para as três profundidades.

5. CONCLUSÕES

A água residuária de suinocultura reduz os valores de P, Ca, Mg e Fe no primeiro ano de aplicação em *Urochloa brizantha*. Para os demais atributos avaliados, há diferença nos teores apenas em função das profundidades. A aplicação de ARS reduz o valor de pH a medida que aumenta as doses em *Urochloa brizantha*.

6. REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; HÜBNER, A.P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.95-102, 2007.
- ALCARDE, J.C.; GOMES, P.F.; MALAVOLTA, E. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2000. 596p.
- ANA - **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: Brasília, 2013.
- ASHWORTH, D. J.; ALLOWAY, B. J. Complexation of copper by sewage sludge-derived dissolved organic matter: effects on soil sorption behaviour and plant uptake. **Water Air Soil Pollution**, v. 182, n. 1, p. 187–196, 2007.
- ASSMANN, T. S. CASSOL, L. C.; DIEHL, R. C.; MANTELI, C. MAGIERO, E. C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 06, p. 1515-1523, 2007.
- BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K.R.; PINHEIRO, E. P.. Produção e composição químico- bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 08, n. 03, p. 435-446, 2007.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MORREIRA, I. C. L.; FORES, M. M; DRESSLER, V. L. Acúmulo de alguns metais Pesados em Solos com Sucessivas Aplicações de Esterco Líquido de suínos, In: FERTIBIO 2002, Rio de Janeiro, **Anais...**, Rio de Janeiro-EMBRAPA SOLOS, 2002. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2002/01.pdf>>
- BERNARDES, RAFAELLA FERREIRA BATISTA. **Água residuária de suínos em um sistema agroflorestal: atributos químicos e translocação de nutrientes no solo**. 2017. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia
- BERWANGER, A.L. **Alterações e transferência de fósforo no solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria: UFSM, 2006. 98p. Dissertação Mestrado.
- BOHLEY, P. B. Pumps recycle animal wastes into profits. **Irrigation Journal**, Van Nuys, v.40, n.4, p.12-18, 1990.
- BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm>. Acesso: 26 jan. 2016.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras

providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso: 26 jan. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 26 jan. 2016.

BRUINSMA, J. **World agriculture**, towards 2015/2030: an FAO perspective. London; Rome: FAO, 2003.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacts of pig farming wastewater on elephant grass production and on soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.823– 831, 2011.

CAOVILLA, F.A.; SAMPAIO, S.C.; SMANHOTTO, A.; NOBREGA, L.H.P.; QUEIROZ, M. M. F. de; GOMES, B. M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.692-697, 2010.

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**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª** Aproximação. Viçosa – MG, 1999. 359p

COOKE, C.M.; GOVE, L.; NICHOLSON, F.A.; COOK, H.F.; BECK, A.J. Effect of drying and composting biosolids on movement of nitrate and phosphate through repacked soil columns under steady-state hydrological conditions. **Chemosphere**, v.44, p.757-804, 2001.

COSTA, K.A.P.; **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero Brachiaria em solos do Cerrado** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p.: il. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 192)

CUNHA, J. L. **Impacto ambiental em sistema de pastagem sob aplicações de esterco líquido de suínos**. UFU, 2009. Tese de Doutorado.

DAL BOSCO, T.C. **Poluição difusa decorrente da aplicação de água residuária da suinocultura em solo cultivado com soja sob condições de chuva simulada**. 2007, 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

DELGADO, C.; ROSEGRANT, M.; STEINFELD, H.; EHUI, S.; COURBOIS, C. **Livestock to 2020: the next food revolution**. Washington, D.C.: IFPRI, 1999.

EDMEADES, D. C. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.66, p.165-180, 2003.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. e ampl.. Brasília, DF; **Embrapa informações tecnológica**, 2009, 627p

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Adubação de pastagens**. FD – 2007.00428. 2007, 4p

ESTANISLAU, M.L.L.; CANÇADO Jr., F.L. Aspectos econômicos da pecuária de corte.

FACTOR, T.L.; ARAUJO, J.A.C. DE; VILELLA JUNIOR, L.V.E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.143–149, 2008.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FISCHER, J.R.; IANNOTI, E.L.; FULHAGE, C.D. Production of methane gas from combinations of wheat straw and swine manure. **Transactions of the ASAE**, 26:546-548. 1983.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Edição 634 de Serie Publicações miscelaneas, ISSN 0534-5391. 197 p., 1986 **Informe Agropecuário**, v.21, n.205, 2000.

GRÄBER, I.; HANSEN, J.F.; OLESEN, S.E.; HANS, J.P.; OSTERGAARD, H.S.; KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas. **Danish Journal of Geography**, Copenhagen, v.105, n.2, p.15-22, 2005.

HALLIWELL, D.J.; BARLOW, K.M.; NASH, D.M. A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. **Australian Journal of Soil Research**, v.39, p.1259-1267, 2001.

Hodson, M. E.; valsami-Jones, E.; Cotter-Howells, J. D.; Dubbin, W. E.; Kemp, A. J.; Thornton, I.; Waren, A. **Effect of bone meal (Calcium phosphate) amendments on metal release from contaminated soils – a leaching column study**. Environmental Pollution, London, v.12, p.233-243, 2001.

HSU, J.H.; LO, S.L. Effect of composting on characterization and leaching of copper, anganese, and zinc from swine manure. **Environmental Pollution**, Boston, v.114, n.1, p.119-127, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 38, 2010.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: Anda/Potafos, 1989. 155p.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G.; BARCELLOS, A. O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004.

MATOS, A.T. Tratamento e Aproveitamento Agrícola de Resíduos Sólidos. **Caderno Didático**, Viçosa-MG: AEAGRI, n. 37, 2004. 136p.

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; CUNHA NETO, F. R.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertiirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 02, p. 309-318, 2007.

MATTIAS, J.L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D. L. Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de um latossolo argiloso sob cerrado e soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 295-303, 1994.

MERKEL, J.A. **Managing livestock wastes**. Connecticut: AVI Publishing. 1981. 419p.

MOFFITT D. Waste management and recycling of organic matter. In: CIGR Handbook of agricultural engineering. **Animal Production and Aquacultural Engineering**. St. Joseph, ASAE, 2: 163-196. 1999.

MOFFITT D. Waste management and recycling of organic matter. In: CIGR Handbook of agricultural engineering. **Animal Production and Aquacultural Engineering**. St. Joseph, ASAE, 2: 163-196. 1999.

MOSADDEGHI, M. R.; MAHBOUBI, A. A.; SAFADOUST, A. Shortterm effects of tillage and manure on some soil physical properties and maize root growth in a sandy loam soil in western Iran. **Soil & Tillage Research**, v.104, p.173-179, 2009.

MUCHOVEJ, R.M.C; REHCIGL, J.E. Impacts of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality. In LAL, R.; STEWART, B.A. (Ed.) **Soil process and water quality**. Boca Raton. Lewis Publication, 1994. p. 91-135.

NISHI, S.M.; GENNARI, S.M.; LISBOA, M.N.T.S.; SILVESTRIM, A.; CAPRONI JR., L.; UMEHARA, O. Parasitas intestinais em suínos confinados nos estados de São Paulo e Minas Gerais. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.67, n.2, p.199-203, 2000.

NOVAES, A.P.; LOPES, W.T. **Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola**. Embrapa Instrumentação agrícola. 2012.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPNSA, 1993. p.188. (Documentos, 27)

PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; KUNZ, A. Sistemas de tratamento e utilização de dejetos suínos: inventário tecnológico. EMBRAPA Suínos e Aves. **Documento 85**, 83 p. Concórdia, 2003.

QUEIROZ, F.M.; MATOS, A.T.; PEREIRA O.G.; OLIVEIRA, R.A. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

RESOLUÇÃO Nº. 54, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2005 – Estabelece critérios gerais para reuso de água potável.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.711-720, 2007.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. **World water and food to 2025: dealing with scarcity**. Washington, D.C.: IFPRI, 2002.

SANNINGS, D.; STIETZEL, H. United States/German bilateral agreement on hazardous waste site cleanup project. In: Contaminated soil'93. Dordrecht, Klumer **Academic Publication**, p. 11-25, 1993.

SCALLOPPI, E. J., BAPTISTELLA, J. R. Considerações sobre a aplicação de efluentes ao solo. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Brasília, 1986. **Anais...** Brasília: ABID, 1986. v.3, p. 1049-1066.

SELBACH, P.A.; SÁ, E.L.S. **Fertilizantes orgânicos, organo-minerais e agricultura orgânica**. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & CAMARGO, F.A.D.O. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Gênese, 2004. p.175-86.

SORATTO, Rogério Peres; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 32, n. 2, p. 675-688, Apr. 2008

UNITED STATES. Departament of Agriculture - USDA. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. [S.l.]: **Foreign Agricultural Service**. Oct. 2011. 28p.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18)